ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

Утверждено Управлением кадров и учебных заведений Министерства транспортного строительства в качестве учебника для учащихся мореходных училищ по специальности «Гидротехническое строительство».

00 237794

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

МОСКВА
«ТРАНСПОРТ»
1972

Организация и производство портовых гидротехнических работ. Ильин П. И., Петрощук В. В., Цейтлин Г. Ю., Гришин Г. И. Изд-во «Транспорт», 1972, стр. 1—416.

В книге рассматриваются общие вопросы организации портового гидротехнического строительства, производство строительства и ремонта портовых гидротехнических сооружений, включая подводно-технические работы.

Изложен порядок изысканий и проектирования, организация материально-технической базы и складского хозяйства.

Значительное внимание уделено индустриализации и механизации портовых гидротехнических работ, научной организации труда и управления, системе производственного планирования.

В книге обобщен передовой опыт строительства и приводятся наиболее характерные примеры организации и технологии строительства современных портовых гидротехнических сооружений в СССР и за рубежом.

Книга предназначена в качестве учебника для учащихся мореходных училищ Министерства транспортного строительства по специальности «Гидротехническое строительство».

Книга может служить пособием для повышения квалификации мастеров и прорабов, занятых в портовом гидротехническом строительстве. Рис. 206, табл. 34, библ. 17.

Предисловие, § 12 гл. II; § 19 гл. III, гл. IV, XV, XVIII написаны П. И. Ильиным; § 6 гл. I, § 13 и 16 гл. II, гл. V—VIII — П. И. Ильиным и Г. Ю. Цейтлиным; § 1—5, 7—10 гл. I, § 11, 14, 15 гл. II, § 17, 18 гл. III, гл. XVIII, XIX—Г. Ю. Цейтлиным и В. В. Петрощук; гл. XIV, XV — Г. И. Гришиным; гл. XX — Г. Ю. Цейтлиным; гл. IX—XIII — П. И. Ильиным, Г. Ю. Цейтлиным и Г. И. Гришиным.

3—18—5
258—72

ПРЕДИСЛОВИЕ

В развитии социалистической экономики и создании материально-технической базы коммунизма исключительно важная роль принадлежит капитальному строительству.

Для выполнения огромных объемов капитального строительства в нашей стране потребовалось создать не только мощную строительную индустрию, разработать и внедрить эффективные организацию и технологию строительного производства, но также подготовить кадры высококвалифицированных специалистов.

В последнее десятилетие ежегодный прирост объемов капитальных работ в транспортном гидротехническом строительстве составлял 5—10%. Этот период характерен разработкой и активным внедрением новых конструкций, прогрессивной технологии и комплексной механизации работ; в результате производительность труда в портостроении увеличилась более чем в 2 раза.

Быстро развивающийся научно-технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства, оснащение морского и речного флотов современными крупнотоннажными судами с большими осадками, бурное развитие автомобильной, рыбной, судостроительной промышленности, а также все увеличивающийся рост внешней торговли СССР обусловили необходимость выполнения больших объемов капитальных работ для дальнейшего развития морского и речного транспорта.

Транспортное строительство было выделено в самостоятельную отрасль народного хозяйства в 1954 г., когда образовалось союзное Министерство транспортного строительства. В ведении этого министерства сосредоточилось строительство железных и автомобильных дорог, аэродромов, морских и речных портов, причалов, мостов, метрополитенов, тоннелей и других сооружений.

Для выполнения работ по портовому гидротехническому строительству строительные организации в 1954 г. были объединены в Главном управлении по строительству морских и речных сооружений (Главморречстрой), вошедшем в состав Министерства транспортного строительства.

Большое значение имело упорядочение проектирования морских и речных гидротехнических сооружений путем создания специализированных институтов «Союзморниипроект» и «Гипроречтранс» с филиалами на всех бассейнах страны.

Научные исследования и разработка эффективных конструкций, прогрессивных способов возведения современных портовых сооружений и разработка нормативных документов были сосредоточены в Центральном научно-исследовательском институте транспортного строительства (ЦНИИС) и Центральном институте нормативных исследований и научно-технической информации (Оргтрансстрой) Министерства транспортного строительства СССР.

Объем выполненных Главморречстроем работ к 1971 г. возрос более чем в 5 раз по сравнению с 1954 г. и удвоился по сравнению с 1961 г.

В области портового гидротехнического строительства за последнее время широкое распространение получили конструкции из сборного, в том числе и предварительно-напряженного железобетона, увеличилось применение унифицированных конструкций, организовано их заводское изготовление.

Выполнение строительной программы девятой пятилетки может быть обеспечено только при дальнейшем значительном повышении производительности труда, прежде всего, путем постоянного совершенствования и унификации конструкций портовых сооружений. С начала внедрения унифицированных конструкций с их применением построено более 17 *км* причалов, в том числе более 13 *км* полностью из унифицированных конструкций.

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусмотрено увеличить грузооборот морского транспорта в 1,4 раза. Для этого необходимо развивать пропускную способность существующих портов и строить новые специализированные высокомеханизированные порты, способные принимать и обрабатывать суда грузоподъемностью более 100 тыс. *т*.

Наиболее эффективному выполнению строительно-монтажных работ в установленные сроки и с наилучшими технико-экономическими показателями способствует внедрение сетевого планирования и управления производством с применением экономичных конструкций, высокопроизводительных машин и рациональной технологии.

В настоящее время в системе Главморречстроя разрабатываются и внедряются типовые планы научной организации и технологии портового гидротехнического строительства, которые способствуют быстрейшему внедрению передового опыта строительства однотипных сооружений, — это в значительной степени улучшает технико-экономические показатели возводимых объектов.

Авторский коллектив выражает большую благодарность рецензентам: руководителю отделения гидротехнических сооружений ЦНИИСа канд. техн. наук К. Д. Ладыченко и профессору МИСИ им. Куйбышева П. В. Бородину за ценные замечания и пожелания, которые учтены авторами при доработке рукописи.

Раздел I. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Глава I. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

§ 1. Организация строительного производства

Портовые гидротехнические сооружения—причальные, оградительные, берегоукрепительные, судоподъемные и другие имеют первостепенное значение для развития водного транспорта, судостроения, рыбной промышленности, а также для защиты морских побережий от разрушительного воздействия волн.

В отличие от промышленного строительное производство имеет ряд характерных особенностей. В процессе возведения капитальных объектов создаются территориально закрепленные недвижимые сооружения. По мере завершения строительства происходит систематическое перебазирование с объекта на объект орудий труда (строительных машин, механизмов и т. п.) и рабочих-строителей. Строительные работы ведутся круглогодично, в разных климатических условиях. Строящиеся объекты характерны сочетанием различных видов работ, привлечением для их выполнения рабочих разных специальностей, сложной организацией производственного процесса, высокой стоимостью и относительно большой продолжительностью строительства. Построенные сооружения, являющиеся основными фондами народного хозяйства, обладают большой капиталоемкостью и предназначены для долголетней службы.

В связи с этим необходимо: использовать в строительном производстве мобильные, легкие и в то же время надежные в работе машины и механизмы; максимально приблизить строительный процесс на объектах к монтажному, способствующему внедрению сборных конструктивных элементов, развитию комплексной механизации, повышению производительности труда и сокращению сроков строительства; предъявлять высокие требования к качеству строительно-монтажных работ; снижать стоимость строительства и себестоимость строительно-монтажных работ.

Портовое гидротехническое строительство отличается также от промышленно-гражданского строительства и имеет специфические особенности. Процесс возведения портовых гидротехнических со-

оружений в техническом и организационном отношениях является весьма сложным.

При строительстве подводных частей сооружений на больших глубинах необходимо использовать специальные технологические способы выполнения работ, обеспечивающие постепенное возрастание нагрузок на основание (огрузка каменных постелей, выдерживание погруженных свай во времени для использования явления «засасывания» свай и др.) и устойчивость сооружения на любой стадии строительства. Кроме того, гидрометеорологические условия ограничивают возможность непрерывного ведения некоторых видов работ, зависящих от состояния акватории. Воздействие на конструктивные материалы различных агрессивных факторов (действие волн, химический состав воды, механическое воздействие льда, твердых наносов и др.) предъявляет к материалам особые требования по долговечности.

Портовое гидротехническое строительство характеризуется большими объемами подводно-технических (водолазных), дноуглубительных и рефулерных (намывных) работ, применением специальных механизмов (плавучих кранов, копров, кондукторов, виброуплотнителей, планировщиков и др.), массовыми транспортными операциями по доставке на плавсредствах к объектам местных строительных материалов (камня, щебня, песка) и сборных элементов.

Производство большого объема однородных работ и значительная линейная протяженность сооружений, состоящих из однотипных конструктивных элементов, создают благоприятные условия для использования поточных методов строительства.

Повышение эффективности портового гидротехнического строительства во многом зависит от ритмичного круглогодичного выполнения объемов работ. В этом вопросе большую роль играет планирование строительства. При этом необходимо учитывать, что производство работ с использованием плавучих средств, зависящих от гидрометеорологических условий, следует планировать на самый благоприятный период года, который определяется по среднемноголетним гидрометеорологическим данным, а на остальное время года — работы, не зависящие от состояния акватории. Для наиболее полного использования благоприятного рабочего периода возведения подводных частей сооружений следует увеличивать сменность производства работ, круглогодично бесперебойно снабжать работы материально-техническими и людскими ресурсами.

Исключительно важное значение имеют мероприятия по концентрации финансовых и других ресурсов на важнейших и пусковых объектах.

Повышение производительности труда в портовом гидротехническом строительстве в первую очередь зависит от степени внедрения принципов научной организации труда, производства и управления, от технической вооруженности строительства, наличия действующих основных производственных фондов — механизмов, пла-

вучих, технических и других средств, приходящихся на одного рабочего на строительно-монтажных работах (фондовооруженности), совершенствования технологических процессов по возведению сооружений, улучшению использования средств механизации во времени и обеспеченности квалифицированными кадрами.

При непрерывном росте портового гидротехнического строительства и сосредоточении его в крупных портах для выполнения больших объемов работ в сжатые сроки необходимо широко внедрять комплексную механизацию, используя мощные, мобильные и высокопроизводительные механизмы и транспортные средства. При этом комплексная механизация производственных процессов должна предусматривать не только полное вытеснение ручного труда, но и повышение уровня индустриальности строительства благодаря использованию сборных крупноразмерных элементов и укрупненных блоков. Используя механизмы и плавсредства, можно осуществлять, например, следующие комплексы строительных процессов: извлечение грунта, образование территорий; погружение свай; монтаж конструкций и оборудования; погрузку и выгрузку и др.

Основными направлениями развития портового гидротехнического строительства являются: совершенствование проектных решений; повышение уровня сборности; применение новых прогрессивных материалов и конструкций; механизация строительных процессов; совершенствование организации строительного производства.

В современных условиях четко наметились следующие пути прогресса строительного производства в портостроении:

1. Перенесение процесса использования и обработки значительной части основных материалов в заводские условия для заблаговременного изготовления сборных конструктивных элементов и превращения на этой основе строительного производства в процесс монтажа крупноразмерных конструкций и укрупненных блоков промышленного исполнения.

2. Совершенствование орудий труда.

3. Углубление специализации строительно-монтажных организаций путем организации мобильных подразделений — плавстройотрядов.

4. Внедрение непрерывных и ускоренных производственных процессов на основе поточного ведения работ, научной организации производства, труда и управления.

§ 2. Организация строительно-монтажных работ

Строительные работы слагаются из производственных строительных процессов, которые по организационной сложности разделяются на рабочие операции, рабочие и комплексные процессы, а по назначению — на заготовительные, транспортные и строительно-монтажные процессы.

Рабочими операциями считаются мелкие, технологически однородные и организационно неделимые процессы, при неизменности рабочего места, материалов и инструментов. Рабочие

операции делятся на рабочие приемы, а последние — на рабочие движения.

Рабочие процессы — это совокупность нескольких технологически связанных, выполняемых одними и теми же исполнителями, рабочих операций.

Комплексные процессы слагаются из взаимоувязанных рабочих процессов, обеспечивающих выпуск строительной продукции.

Назначение заготовительных процессов заключается в заблаговременной заготовке необходимых для бесперебойного ведения строительства конструктивных элементов, полуфабрикатов и материалов на заводах и полигонах, в карьерах и в цехах производственных предприятий.

Транспортные процессы включают доставку (перемещение) строительных изделий к месту монтажа, полуфабрикатов на приобъектную стройплощадку для окончательной обработки их перед использованием в деле, и строительных материалов к месту укладки в сооружение.

Строительно-монтажные процессы осуществляются непосредственно на объекте строительства в течение всего периода возведения сооружения.

Строительные процессы разделяются (рис. 1): по количественному составу исполнителей — индивидуальные, звеньевые и бригадные;

по уровню механизации — ручные, механизированные и автоматизированные;

по структуре — простые и сложные;

по технологии выполнения — непрерывные и прерывные;

по роли в производстве — ведущие и совмещаемые;

по характеру развития в производстве — линейные и ярусные.

Фронтом работ в морском гидротехническом строительстве называется участок строящегося сооружения, береговой территории или акватории, на котором размещаются непосредственно, либо с помощью специальных средств, бригады рабочих, оборудование и материалы для выполнения определенного строительного процесса.

Рабочим местом называется рабочая зона, в пределах которой работают рабочие, расположены машины, механизмы, плавтехсредства, оборудование, детали и материалы, участвующие в строительном процессе.

Строительные процессы могут осуществляться последовательным, параллельным или поточным методами (рис. 2).

При последовательном методе (рис. 2,*а*) начало каждой последующей работы зависит от окончания предшествующей. В этом случае продолжительность строительства сооружения предельно увеличивается, а количество рабочих и потребление ресурсов во времени сводятся к минимально возможной величине.

Параллельный метод (рис. 2,*б*) предусматривает одновременное выполнение всех строительных процессов на всем фро-

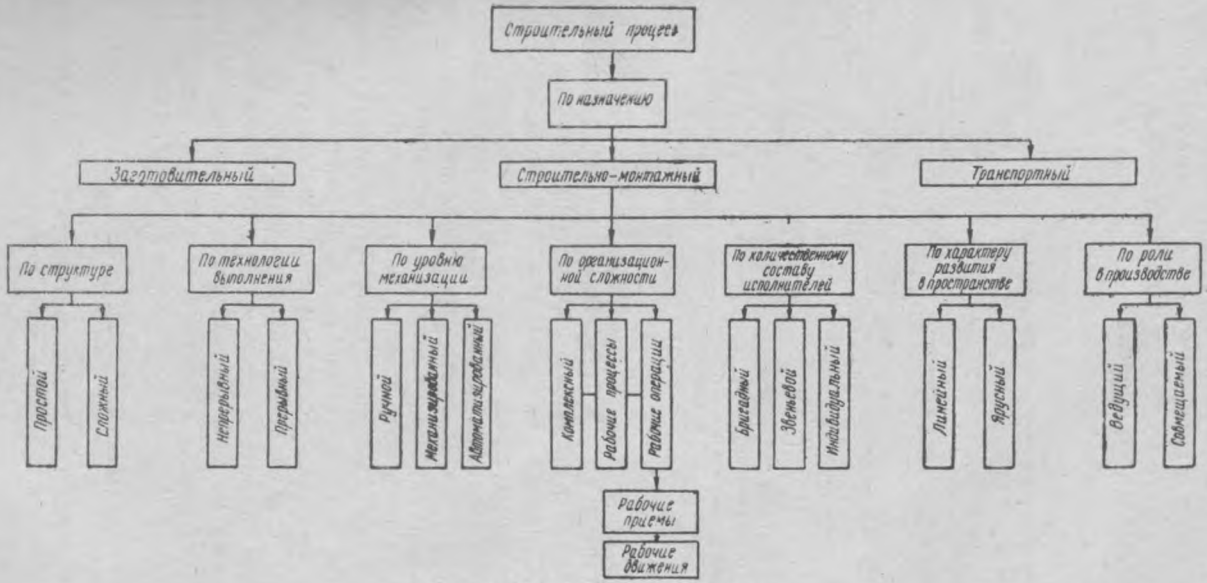


Рис. 1. Строительные процессы

те работ в пределах объекта, участка или захватки. (Захваткой называется часть сооружения, равная по длине, например, одной секции, одному или нескольким пролетам и т. п.; участок обычно состоит из нескольких захваток). Продолжительность строительства по сравнению с другими методами сокращается до минимума, а суточное количество рабочих и потребление ресурсов увеличиваются до максимального предела.

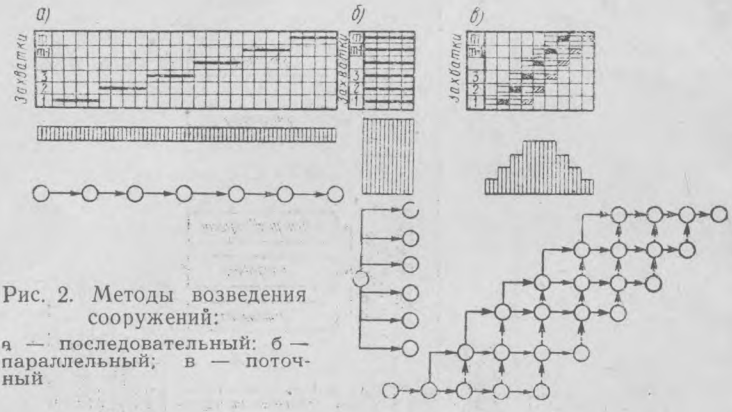


Рис. 2. Методы возведения сооружений:
а — последовательный; б — параллельный; в — поточный

Поточный метод (рис. 2,*в*) позволяет совмещать во времени выполнение различных строительных процессов на нескольких объектах, участках или захватках при последовательном выполнении одноименных процессов на всех m объектах, участках или захватках, обслуживаемых потоком. Этот метод дает возможность сократить продолжительность строительства по сравнению со сроком при последовательном методе и уменьшить количество рабочих и интенсивность потребления ресурсов по сравнению с параллельным методом. Поточный метод строительства сочетает в себе преимущества последовательного и параллельного методов, является наиболее прогрессивным и обеспечивает высший уровень современного строительного производства.

В морском гидротехническом строительстве последовательный и параллельный методы используются в исключительных случаях.

Если на m объектах (участках, захватках) с равными объемами работ занято одинаковое количество рабочих, то

$$mt = T_{\text{посл}} > T_{\text{пот}} > t = T_{\text{парал}}, \qquad (1)$$

где t — продолжительность выполнения строительного процесса на одном объекте (участке, захватке);

$T_{\text{посл}}$, $T_{\text{пот}}$ и $T_{\text{парал}}$ — соответственно продолжительность строительства при последовательном, поточном и параллельном методах ведения работ.

§ 3. Организация проектно-изыскательских работ

Своевременное и качественное обеспечение строек проектно-сметной документацией является важнейшим условием выполнения государственных планов капитального строительства.

Проектирование морских гидротехнических сооружений в комплексе с другими зданиями и сооружениями портов, судоремонтных заводов и других предприятий осуществляется государственными специализированными отраслевыми проектными институтами (Союзморниипроект, Гипроречтранс, Гипрорыбпром и др.). Работа этих организаций планируется на основе перспективных и годовых планов развития отрасли народного хозяйства. План проектных работ увязывается с планом капитального строительства, указанным в годовых титульных списках, что обеспечивает готовность проектно-сметной документации к требуемым срокам. Так, по установленному порядку, не позднее 1 сентября каждого года проектные институты обязаны выдавать заказчику проектно-сметную документацию, обеспечивающую строительство плановых (титульных) объектов в последующем году.

Общее руководство проектированием для нужд отрасли народного хозяйства выполняется головными проектными институтами, имеющими в своем подчинении территориальные проектные организации (филиалы), обслуживаемые морские или речные бассейны.

Проектирование регламентируется нормативным документом СН 202—69 «Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства».

Основным документом для начала проектирования является задание на проектирование, составленное заказчиком проекта (министерством, ведомством, предприятием) в соответствии с технико-экономическим обоснованием целесообразности намечаемого строительства или реконструкции объекта или комплекса сооружений.

Разработке проекта предшествуют изыскания, которые проводит проектная организация для получения исходных данных с наибольшей степенью достоверности. По назначению изыскания разделяются на технико-экономические и инженерно-технические.

Цель технико-экономических изысканий — определение реальных условий организации строительной площадки (наличие транспортных, энергетических и других коммуникаций, наличие источников снабжения местными строительными материалами, полуфабрикатами и изделиями, оснащенность строительной организации, привлекаемой к осуществлению строительства, материально-техническими ресурсами и др.). В состав инженерно-технических изысканий входит подробное выявление условий естественного режима (гидрологических, геологических, метеорологических и др.), а также топографическая съемка района строительства в заданных границах.

Проектирование комплексов морских гидротехнических сооружений или отдельных объектов включает, как правило, две стадии: технический проект и рабочие чертежи (рис. 3.)

Одностадийное проектирование (технорабочий проект), совмещающее две стадии, допускается при привязке типовых проектов или проектов повторного применения к местным условиям, без внесения в них существенных изменений.

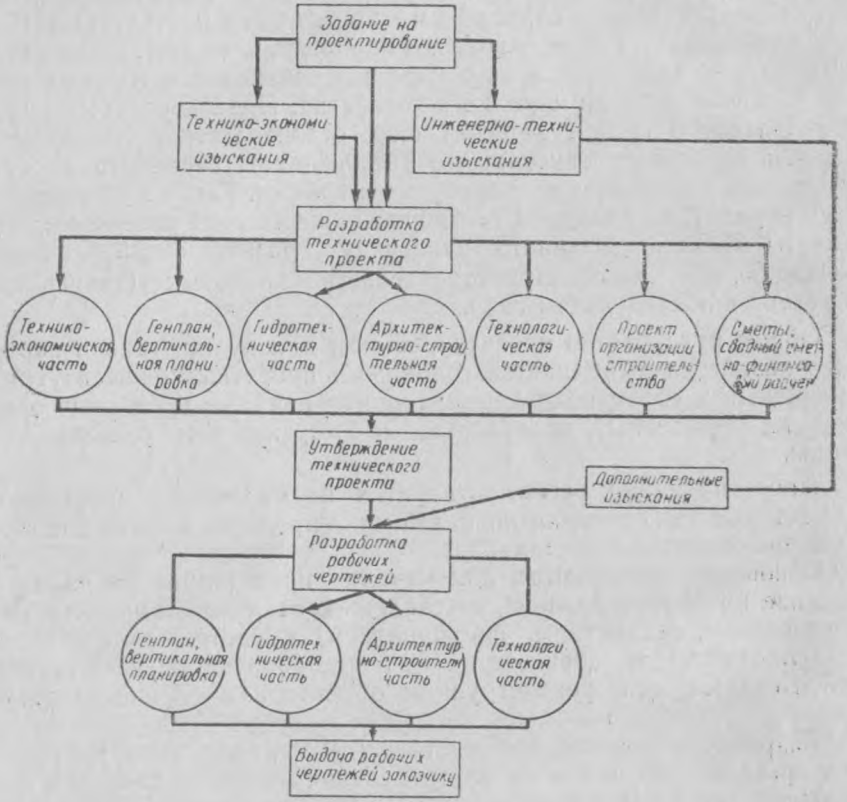


Рис. 3. Стадии проектирования

Технический проект разрабатывается для выявления и принятия основных проектных решений, обеспечивающих наибольшую эффективность использования общественного труда, материальных и финансовых ресурсов как в период строительства, так и в процессе эксплуатации сооружений, а также для определения общей сметной стоимости строительства и основных технико-экономических показателей проектируемого объекта или комплекса. Состав технического проекта комплекса объектов см. на рис. 3.

Утвержденный в установленном порядке технический проект комплекса сооружений со сводной сметой является основанием для открытия финансирования строительства в Строительном бан-

ке, заказа основного оборудования, составления заявок на материально-технические ресурсы и разработки рабочих чертежей.

На стадии рабочих чертежей производится уточнение и детализация конструктивных решений, предусмотренных техническим проектом, и разработка рабочих чертежей с указанием всех размеров, спецификаций и т. п.

В состав рабочих чертежей для строительства комплекса зданий и сооружений входят: привязанные к местным условиям рабочие чертежи типовых проектов, индивидуальные (нетиповые) рабочие чертежи зданий и сооружений, а также другие чертежи, необходимые для осуществления по ним строительных и монтажных работ индустриальными методами.

Проекты разрабатываются с соблюдением обязательных норм технологического и строительного проектирования, ГОСТов, Технических условий и других нормативных документов.

Проект организации строительства (ПОС), входящий в состав технического проекта как отдельный раздел, должен установить наиболее эффективные решения по осуществлению строительства в установленные заданием сроки с высокими технико-экономическими показателями.

В состав ПОС в соответствии с СН 47—67 входят:

сводный календарный план строительства, с выделением комплексов и основных объектов строящегося предприятия и распределением капитальных вложений;

календарный план работ, выполняемых в подготовительный период;

сводная ведомость объемов основных строительных, монтажных и специализированных работ, с распределением по комплексам строительства и отдельным крупным объектам;

ведомость объемов строительных и монтажных работ, выполняемых в подготовительный период;

сводный график потребности в строительных конструкциях, деталях, полуфабрикатах и основных материалах;

строительный генеральный план на определенный этап строительства, с указанием местоположения полигонов, временных зданий, сооружений и инженерных коммуникаций, дорог и т. п.;

ситуационный план района строительства;

сетевые графики на строительство основных объектов, пускового комплекса или комплекса в целом;

схемы производства строительно-монтажных работ и новых видов оснастки;

технологические схемы по изготовлению нетиповых конструктивных элементов;

пояснительная записка, в которой должны быть: описание и обоснование (при необходимости с вариантами) рекомендуемых методов производства работ; расчеты потребности в основных строительных машинах, плавучих и транспортных средствах, рабочих кадрах по годам строительства, в воде, электроэнергии, паре, сжатом воздухе, кислороде, топливе и других ресурсах. Должны

быть изложены: порядок удовлетворения потребности в рабочих кадрах, обеспечения их жильем и культурно-бытовым обслуживанием; способы удовлетворения потребности по всем видам материально-технических ресурсов; перечень типовых проектов временных зданий и сооружений и основные решения по устройствам, осуществляемым в подготовительный период с обоснованием и порядком их возведения; технико-экономические показатели строительства; продолжительность строительства (в том числе и подготовительного периода); уровень сборности, уровень механизации и комплексной механизации отдельных видов работ, трудоемкость и выработка на одного работающего в строительстве.

Стоимость строительства комплекса проектируемых объектов определяется сводной сметой, которая составляется на стадии технического или технорабочего проекта и является основным и неизменным документом на весь период строительства. На основе сметы планируют капитальные вложения по годам строительства, финансируют строительство и ведут расчеты между подрядчиком и заказчиком за выполненные работы.

До утверждения сметная документация рассматривается подрядной строительно-монтажной организацией и согласовывается с ней. После согласования сводная смета утверждается и пересмотру не подлежит.

Сметная документация на строительство комплекса состоит из:

сводной сметы, определяющей общую стоимость строительства по техническому (технорабочему) проекту;

сводки затрат, определяющей полную стоимость строительства, которая составляется в тех случаях, когда заказчику проектируемого предприятия одновременно с ассигнованиями на капитальное строительство промышленных объектов выделяются капитальные вложения на жилищно-гражданское строительство. При разбивке строительства комплекса объектов на очереди в сводную смету и в сводку затрат включаются потребные суммы на ближайшую очередь строительства;

смет на отдельные объекты, определяющих стоимость объектов, входящих в комплекс, разделенных на этапы строительства;

смет, определяющих стоимость отдельных видов строительства и специальных работ (общестроительных, сантехнических, дноуглубительных, рефулерных и др.), а также общеплощадочных работ (вертикальная планировка территории, благоустройство и др.);

смет, определяющих размер затрат на приобретение оборудования и стоимость работ по его монтажу;

сметных расчетов, определяющих отдельные виды затрат (компенсация в связи с изъятием земли под застройку, затраты по оргнабору рабочих кадров, затраты, связанные с применением льгот и доплат, затраты, связанные с перегоном дноуглубительных караванов, затраты на дежурство буксиров при работах на открытых рейдах и т. п.);

единичных расценок на строительные и монтажные работы, отсутствующих в сборниках единых районных единичных расце-

нок (ЕРЕР) на строительные работы и в ценниках на монтаж оборудования;

калькуляций стоимости материалов и изделий франко-приобъектный склад, калькуляций транспортных расходов и каталогов единичных расценок, разрабатываемых в тех случаях, когда привязка ЕРЕР производится для проектируемого комплекса объектов;

смет на проектные и изыскательские работы;

сметных расчетов стоимости научно-исследовательских и экспериментальных работ.

Сводная смета должна содержать 12 глав:

1. Подготовка территории строительства.
2. Объекты основного производственного назначения.
3. Объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения.
4. Объекты энергетического хозяйства.
5. Объекты транспортного хозяйства и связи.
6. Внешние сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплофикации и газофикации.
7. Благоустройство территории предприятия.
8. Временные здания и сооружения.
9. Прочие работы и затраты.
10. Содержание дирекции строящегося предприятия.
11. Подготовка эксплуатационных кадров.
12. Проектные и изыскательские работы.

В сводной смете отдельной строкой предусматривается резерв на непредвиденные работы и затраты (по смете к техпроекту 10%, к технорабочему проекту 5%).

На эффективность капитальных вложений в портостроении, состоящих из затрат на строительно-монтажные работы, на приобретение оборудования, на проектно-изыскательские и другие капитальные работы, влияют: технико-экономические показатели сооружений, включаемых в план строительства; фактор времени — продолжительность строительства и динамика капитальных вложений; выбор объектов; способы и формы использования капитальных вложений; структура капитальных вложений. В связи с этим особое значение приобретают вопросы технико-экономического обоснования проектов строительства, повышения уровня индустриализации и удешевления строительства, а также совершенствования проектно-сметного дела.

При большой капиталоемкости морского гидротехнического строительства для повышения эффективности капитальных вложений технико-экономическая оценка строительства должна вестись на всех стадиях проектирования.

Для объективной оценки проектного решения по строительству комплекса решают три вида задач:

1. Комплексная оценка технико-экономической эффективности основных частей проекта — генерального плана, технологической, гидротехнической и строительной частей. Задача сводится к установлению целесообразности строительства, расширения или рекон-

струкции предприятия и запроектированной технологии перегрузочных или судоремонтных операций.

2. Определение технико-экономической эффективности только гидротехнической части проекта. Цель задачи — избрать оптимальные варианты конструкций морских гидротехнических сооружений.

3. Технико-экономическая оценка вариантов компоновки сооружений на генеральном плане и отдельных конструктивных решений по элементам сооружений.

От тщательности и объективности определения технико-экономической эффективности строительства, от правильности выбора рекомендуемых к строительству вариантов сооружений и их компоновки, от точности расчета сметной стоимости комплекса зависят эффективность капитальных вложений в данное предприятие и экономические показатели работы его в процессе эксплуатации.

Исключительную роль в повышении эффективности капитальных вложений играют сроки строительства. В свою очередь сроки строительства и освоения сданных в эксплуатацию сооружений в решающей степени определяются планированием (распределением) капитальных вложений во времени и концентрацией средств на важнейших объектах строительства.

Правильный и экономически обоснованный выбор направления капитальных вложений, способа и формы их использования создает благоприятные условия для концентрации средств и получения максимальной и скорейшей отдачи с каждого рубля реализованных капитальных вложений, а также предопределяет темпы наращивания основных фондов предприятий.

Рациональная технологическая структура капитальных вложений, с большой долей в их составе затрат на приобретение и монтаж оборудования, характеризует эффективность использования вложений на техническое перевооружение предприятий.

Обоснованное сочетание строительства новых объектов или комплекса сооружений с реконструкцией и расширением действующих — важнейшая задача портового капитального строительства на современном этапе. Капитальным вложением в реконструкцию следует отдавать предпочтение только в тех случаях, когда они позволяют увеличить выпуск продукции в более короткие сроки и при меньших затратах, чем при новом строительстве.

Рассмотрим последовательность технико-экономической оценки нового строительства и реконструкции в процессе проектирования.

После разработки вариантов компоновки генплана, выполненных на основании результатов технологических расчетов, проводится оценка компоновочных решений. Она выполняется путем сравнения основных объемов одноименных работ и сопоставления суммарных затрат на производство всех основных работ, рассчитанных по укрупненным показателям.

Особое внимание заслуживают компоновочные решения, учитывающие возможность перспективного развития и расширения предприятия, но и в этом случае, очевидно, дополнительные затраты, вызванные учетом перспективы, должны быть с достаточной

точностью определены и экономически обоснованы по методике оценки эффективности разновременных капитальных вложений.

Следующим этапом является выбор наиболее эффективных для данных условий строительства и эксплуатации типов сооружений. Прежде всего, необходимо установить, какие из типов сооружений могут выполнять требуемые функции, соответствовать заданным условиям и быть конкурентоспособными при технико-экономическом сравнении между собой.

Затем, найдя стоимость единицы длины этих сооружений, необходимо определить, какие из рассматриваемых типов целесообразно назначить к проектированию.

При проектировании следует учитывать, что преодолеть или смягчить объективные трудности, присущие морскому гидротехническому строительству, можно только путем всемерного сокращения объемов работ, выполняемых непосредственно на месте возведения сооружения, особенно маломеханизированных и дорогостоящих подводно-технических работ, а также за счет сокращения, в пределах технологических возможностей, сроков строительства.

§ 4. Подрядный и хозяйственный способы ведения работ

В строительстве различают два основных способа ведения работ: подрядный и хозяйственный. При подрядном способе строительство осуществляется постоянно действующей строительной организацией (подрядчиком), располагающей квалифицированными кадрами, средствами транспорта и механизации работ и производственной базой. Строительно-монтажные работы выполняются на договорных началах с заказчиками. В роли заказчика выступает дирекция строящегося предприятия (или отдел капитального строительства — ОКС), которая осуществляет контроль за сроками строительства, технический надзор за качеством и выполненными объемами работ, принимает работы и оплачивает их через финансирующий банк, а также обеспечивает строящиеся объекты проектно-сметной документацией и финансированием.

В соответствии с правилами о подрядных договорах заказчик передает выполнение всех работ по договору генеральному подрядчику, который привлекает к производству специальных работ (например, дноуглубительных, сантехнических и т. п.) субподрядчиков, заключая с ними субподрядные договоры.

Генеральный подрядчик несет полную ответственность за качество и сроки работ, выполняемых собственными силами и на субподрядных началах.

При хозяйственном способе ведения строительства предприятие создает подчиненное ему строительное подразделение, которое ликвидируется после завершения строительства. Отсутствие постоянных квалифицированных кадров строителей и производственной базы строительства приводит обычно к увеличению сроков, удорожанию и низкому качеству строительства.

Если часть работ, как правило специализированных, выпол-

Новосиб. ного института

няется подрядным способом, а остальные работы — хозяйственным, то такой способ ведения работ называется смешанным.

В морском гидротехническом строительстве в основном используется подрядный способ, в редких случаях — смешанный, еще реже — хозяйственный.

Строительство гидротехнических сооружений на всех морских бассейнах и внутренних водных путях страны, как правило, выполняется специализированными подразделениями Главморречстроя Министерства транспортного строительства СССР (см. § 5). Такая специализация вызвана необходимостью осуществлять на подрядных началах транспортное строительство для Министерства морского флота СССР, Министерства рыбного хозяйства СССР, Министерства речного флота РСФСР и других министерств и ведомств. Внутри специализированных подразделений (в основном строительно-монтажных трестов) может быть внутрихозяйственная специализация отдельных производственных единиц и участков.

Различают три формы специализации: 1) по производству готового (конечного) продукта — попредметную; 2) по производству отдельных частей или деталей продукта — подетальную; 3) по отдельным процессам или операциям — технологическую.

Важная роль специализации была отмечена в решениях июльского (1960 г.) Пленума ЦК КПСС, где отмечалось, что «при нынешних объемах производства в СССР проведение экономически обоснованной специализации... является жизненно необходимым делом».

В подрядных строительно-монтажных организациях важным средством действенного режима экономии является хозяйственный расчет — метод планового и рентабельного хозяйствования.

Основной принцип хозрасчета — это самоокупаемость, т. е. полное возмещение затрат доходами, полученными от реализации строительной продукции — сданных заказчику строительно-монтажных работ, и обеспечение рентабельности за счет прибыли, получаемой в результате выполнения заданий по плановым накоплениям и снижению себестоимости работ. Хозрасчету присущи: хозяйственно-оперативная самостоятельность и материальная заинтересованность коллектива в развитии производства и повышении его эффективности, контроль за рациональным использованием основных фондов, трудовых, материально-технических и финансовых ресурсов; материальная ответственность за выполнение плана и принятых договорных обязательств.

В строительстве различают три разновидности хозяйственного расчета:

1. Полный (или трестовский) хозрасчет. На этот вид хозрасчета переведены строительно-монтажные тресты, имеющие в своем распоряжении уставный фонд — основные и оборотные средства. В результатах деятельности треста отражаются показатели всех подразделений, входящих в его состав, по выполнению государственного плана, прибыльности и самоокупаемости.

2. Ограниченный (или внутритрестовский) хозрасчет. Этот вид хозрасчета применяется в строительных управлениях, автотранспортных конторах и других организациях, подчиненных тресту и не имеющих собственного уставного фонда. Основные и оборотные средства выделяются им трестами, что в какой-то степени ограничивает их оперативно-хозяйственную деятельность.

3. Хозрасчет низовых звеньев — строительных участков и бригад, не имеющих самостоятельного бухгалтерского учета затрат. Этот вид хозрасчета основывается на сравнении фактически понесенных расходов с затратами и расходами, предусмотренными нормами на выполненный объем работ.

Важным фактором улучшения хозяйственной деятельности строительных организаций в настоящее время является экономическое стимулирование развития строительного производства и материального поощрения строителей в соответствии с постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 мая 1969 г. № 389 «О совершенствовании планирования капитального строительства и об усилении экономического стимулирования строительного производства», от 12 января 1968 г. № 42 «О мерах по обеспечению капитального строительства кадрами» и от 21 января 1967 г. № 57 «Об улучшении организации управления строительством».

Хозяйственный расчет в строительно-монтажных организациях — один из основных факторов, с помощью которого обеспечивается рентабельность производства. Под рентабельностью понимают количество прибыли предприятия, приходящееся на каждый рубль его основных производственных фондов.

Рост прибыли является важнейшим источником средств, обеспечивающих расширенное социалистическое воспроизводство и покрытие общественных потребностей. В настоящее время более 90% доходной части бюджета государства составляют поступления от социалистических предприятий и организаций.

Организация хозрасчета в бригаде в значительной степени способствует снижению себестоимости строительства, улучшению организации производства и повышению производительности труда.

Обязательными условиями внедрения хозрасчета являются: согласие членов бригады; доведение до бригады конкретных производственных заданий по объему работ и расходу материалов на его выполнение; тщательный учет поступления, расхода материалов и его сопоставление с производственными нормами; выделение специальных мест для хранения материалов и обеспечения охраны материалов, полученных бригадой для выполнения задания в соответствии с лимитно-заборной картой; максимальное сокращение ручного труда; обеспечение оплаты труда бригады по аккордной и сдельно-премиальной системам.

Перевод бригады на хозрасчет оформляется приказом по строительной организации. Важным условием внедрения хозяйственного расчета в бригадах является наличие и правильное применение укрупненных производственных норм расхода материалов. Они

должны содержать расход материалов не только на основные работы, но и на весь комплекс вспомогательных и сопутствующих работ, выполняемых по обязательной технологии.

Планом бригады является наряд-задание на комплекс строительно-монтажных работ (см. § 7).

Членам бригады выплачиваются премии: за экономию строительных материалов — до 40% от суммы полученной экономии; за бережное отношение к сборным конструкциям, обеспечивающее полную их сохранность, — 0,2% стоимости этих конструкций и деталей по сметным ценам. Эти премии выплачиваются сверх фонда заработной платы по окончании на объекте всего комплекса работ, порученных бригаде, и распределяются между рабочими бригады пропорционально отработанному времени.

Качество выполненных бригадой работ определяет производитель работ (мастер). При неудовлетворительном качестве выполненных работ и в случае порчи сборных конструкций премии не выплачиваются. Никаких удержаний из заработной платы рабочих на покрытие перерасхода по материалам производить не разрешается. Если работы выполнены с отступлением от технических условий, их обязательно переделывают или исправляют силами бригады без дополнительной оплаты. Вопрос о возмещении стоимости материалов, израсходованных на исправление работ, решает руководство строительной организации в соответствии с КЗОТ.

В условиях хозяйственного расчета экономические взаимоотношения между организациями определяются хозяйственными договорами. Основные положения о договоре подряда на капитальное строительство определены «Основами гражданского судопроизводства Союза ССР и союзных республик», принятыми седьмой сессией Верховного Совета СССР 8 декабря 1961 г., а также постановлениями Совета Министров СССР «Об утверждении правил финансирования строительства» от 8 октября 1965 г. и «Об утверждении правил о договорах подряда на капитальное строительство» от 24 декабря 1969 г.

Между заказчиком и генподрядчиком заключается генеральный договор на весь комплекс строительства и в развитие этого договора — годовые договоры на объемы строительно-монтажных работ, предусмотренные годовыми внутрипостроечными титульными списками. Между генподрядчиком и субподрядчиком заключаются субподрядные договоры.

Если имеется определенный объем работ, который генподрядчик не производит, заказчик имеет право заключить договор на этот объем работ с другой организацией, минуя генподрядчика. Такой договор называется прямым подрядным.

Прямые договоры заключаются между заказчиком и подрядчиком и в тех случаях, когда подрядчик не обеспечен материальными ресурсами для выполнения работ по капитальному ремонту существующего сооружения (или сооружений). Заказчик по прямому договору принимает на себя снабжение объекта ремонта необходимыми материалами, а иногда и механизмами.

§ 5. Организация и структура управления строительством

Портовое гидротехническое строительство, как и другие виды строительства, обладает характерными для социалистического производства чертами и развивается на основе государственных планов, отражающих нужды народного хозяйства в реконструкции и расширении действующих и строительстве новых портовых гидротехнических сооружений.

Управление строительством основано на принципе демократического централизма. Организационные формы строительно-монтажных организаций предусматривают: единоначалие и ответственность руководителей, сочетающиеся с активным участием коллектива работников в управлении строительством, плановость и хозяйственный расчет в работе организации, контроль за осуществлением принятых решений, подбор и расстановку кадров.

Важнейшим принципом управления портовым гидротехническим строительством является единое, целеустремленное, централизованное руководство деятельностью специализированных подразделений на основе системы управления и информации, предусматривающей четкие взаимоотношения и координацию деятельности всех участников строительства, оперативное диспетчерское управление и контроль.

Большое значение для обеспечения выполнения программы строительства с высокими экономическими показателями приобретает тщательная подготовка производства, под которой понимается разработка и реализация комплекса взаимоувязанных организационно-технических мероприятий. К ним относятся: повышение уровня механизации, развитие производственной базы, внедрение прогрессивных материалов, экономное расходование ресурсов, научная организация труда, внедрение рационализаторских предложений, изобретений и новой техники и др. Основными документами, необходимыми для подготовки производства, являются: годовой, квартальный и месячный планы (программы) строительно-монтажных работ, внутрипостроечные титульные списки, проектно-сметная документация, проект производства работ, планы снабжения.

В строительстве основным управляющим органом являются строительные (специализированные) тресты, в состав которых входят управляемые подразделения — строительно-монтажные (специализированные) управления.

Строительные тресты и управления подразделяются: по характеру взаимоотношений с заказчиком — на генподрядные и субподрядные организации (см. § 4); по виду выполняемых работ — на общестроительные и специализированные; по району обслуживания — на территориальные тресты и тресты-площадки.

В зависимости от объема выполняемых работ, в соответствии с Постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы от 18 февраля

1960 г., тресты и стройуправления подразделяются на четыре группы.

Наиболее важным в процессе управления портовым строительством являются планирующая деятельность и контроль исполнения.

Функционирование системы управления обеспечивается путем обмена информацией между различными звеньями аппарата управления. Содержание, циркуляция и направленность потоков информации обусловлены функциональным взаимодействием всех подразделений системы.

Эффективность управления во многом зависит от того, насколько система информации обеспечивает управляющий орган сведениями, необходимыми и достаточными для своевременного принятия обоснованного решения.

Управление строительным производством — это управление действиями людей в процессе их совместного труда, поддержание необходимой производственной дисциплины и порядка, организация наиболее эффективного взаимодействия исполнителей со средствами и предметами труда.

Управление — это прежде всего процесс труда. Оно состоит из определенных функций: планирования, организации, учета и контроля, регулирования, стимулирования труда и воспитания трудящихся в процессе труда. Функции управления составляют и содержание управления.

Управление активно воздействует на многие стороны производственной системы. Для поднятия результативности этого воздействия, а следовательно, и эффективности всей системы необходимо совершенствовать управление на научной основе.

Повышение эффективности руководства портовым гидротехническим строительством может быть достигнуто научной организацией труда (НОТ) в сфере управления строительным производством на всех уровнях.

Основными направлениями по НОТ в управлении являются: усовершенствование системы сбора, хранения, поиска и обработки информации с помощью оргтехники; улучшение системы связи для контроля и получения первичной информации; применение прогрессивных методов планирования и управления для решения организационных и экономических задач; четкое разделение функций между элементами управляющих органов; налаживание бесперебойной и четкой системы материально-технического обеспечения гидротехнических строек; высвобождение непосредственных руководителей производства от несвойственных им снабженческих и диспетчерских функций и др.

§ 6. Диспетчерская система управления

Диспетчеризация является одним из основных элементов управления и организации портового строительства.

На диспетчерскую службу строительно-монтажных трестов возлагается оперативное руководство и непрерывный контроль за ходом производственной деятельности всех подразделений треста,

выполнением недельно-суточных графиков производства строительно-монтажных работ и их материально-техническим обеспечением.

Основные задачи диспетчерской службы треста:

обеспечение выполнения плана строительства;

максимальное использование резервов;

быстрейшая ликвидация неполадок и аварий;

создание необходимых условий для обеспечения выполнения производственной программы в последующие периоды;

внедрение объектовых и комплексных сетевых графиков строительства и контроль за их выполнением;

контроль за выполнением недельно-суточных графиков и материально-техническим обеспечением работ;

создание четкой системы оперативного управления подразделениями треста;

составление ежесуточных разнарядок на транспортные и плавучие средства, строительные машины и механизмы, поставку строительных материалов и изделий и контроль за их реализацией;

концентрация трудовых и материально-технических ресурсов на пусковых объектах и комплексах;

координация деятельности строительных организаций треста, субподрядных организаций, производственных и транспортных предприятий и хозяйств, участвующих в строительстве;

непосредственное влияние на ход производственных процессов в строительных подразделениях треста, субподрядных организациях, на производственных и транспортных предприятиях и в хозяйствах треста;

подъем организационной культуры управления в тресте;

улучшение использования строительных машин, механизмов, транспортных и плавучих средств;

оказание оперативной помощи строительным подразделениям в механизации трудоемких строительно-монтажных работ.

Система диспетчерского руководства по существу является информационной системой с прямой связью — передачей команд управления и с обратной связью — получением первичной информации с управляемых объектов в принудительном порядке или по запросу.

Различают два вида первичной информации, поступающей с объектов строительства в диспетчерскую службу: текущая производственная — информация о состоянии дел, о потребности в материально-технических и трудовых ресурсах с передачей заявок и сообщением о неполадках и недостатках в данный момент; плановая информация — обязательная информация в заранее определенные сроки.

Плановая информация по своему содержанию может быть разделена на следующие группы:

информация благополучия, в которой сообщается о соблюдении плановых сроков или о досрочном выполнении определенных этапов строительно-монтажных работ;

информация прорыва, в которой сообщается о невыполнении

определенных этапов строительно-монтажных работ в заданные сроки;

информация о ликвидации прорыва;

предупредительная информация, в которой сообщается о невыполнении субподрядными организациями, поставщиками материально-технических ресурсов своих обязательств;

информация причины, являющаяся сопутствующей информацией прорыва, в которой указываются причины невыполнения заданий;

экспресс-информация — об аварийном состоянии и чрезвычайных происшествиях, требующая немедленного принятия решения.

Основные требования, предъявляемые к системе диспетчеризации: четкость оперативного руководства на всех уровнях, достоверность, надежность, необходимость и достаточность. При этом большое значение в организации диспетчеризации имеют: правильное определение места диспетчеризации в структуре треста и его подразделениях — плавстройотрядах и строительно-монтажных управлениях, на производственных и транспортных предприятиях и в хозяйствах; соответствие схемы построения диспетчеризации специфическим условиям строительства морских гидротехнических сооружений; четкость построения диспетчерской службы по управлению производством; четкость и конкретность информации снизу доверху и команд управления сверху донизу.

Централизованное оперативное управление портовым гидротехническим строительством в современных условиях должно обеспечиваться надежными и гибкими средствами телефонной и радиосвязи.

Затраты на устройство оперативной связи, особенно с плавсредствами, окупаются в короткий срок благодаря сокращению простоев и повышению производительности механизмов.

§ 7. Организация труда и заработная плата

Надводные строительно-монтажные работы при возведении портовых гидротехнических сооружений выполняются рабочими бригадами или звеньями, а подводно-технические — личным составом водолазных станций (см. гл. XI). Рабочие, выполняющие строительные процессы, разделяются по профессиям и в зависимости от квалификации имеют разряды, а водолазы — классы. Бригады и звенья возглавляют опытные рабочие высокой квалификации, водолазные станции — старшины.

Различают специализированные бригады, состоящие из рабочих одной профессии, и комплексные бригады, состоящие из специализированных звеньев, выполняющих определенные рабочие процессы.

Комплексные бригады, создающие конечную продукцию, отвечают прогрессивной организации труда, однако в портовом гидротехническом строительстве достаточно широко используется труд специализированных бригад и звеньев, копровщиков, дорожников и др.

Успешность работы бригад и звеньев зависит от размера фронта работ, организации рабочих мест, расстановки исполнителей, разграничения функций между ними, методов выполнения строительных процессов и уровня обслуживания производства.

В строительстве для разработки технически обоснованных норм выработки рабочих и машин, норм расхода строительных материалов, соответствующих современному уровню техники и отражающих передовой опыт рабочих, применяется метод технического нормирования. Он состоит из различных способов хронометражных наблюдений и разработки на основе анализа результатов наблюдений технически обоснованных производственных норм.

Каждая производственная норма состоит из нормы выработки, означающей количество доброкачественной продукции, которое должен выработать рабочий соответствующей профессии и разряда за единицу времени при данных средствах труда и правильной организации труда и производства, и нормы времени, выражающей в человеко-часах количество времени, установленное для получения единицы доброкачественной продукции, созданной рабочими в упомянутых выше условиях.

Норма выработки обратно пропорциональна норме времени

$$H_{\text{выр}} = \frac{1}{H_{\text{вр}}}, \qquad (2)$$

где $H_{\text{выр}}$ — норма выработки, $\frac{\textit{единиц продукции}}{\textit{чел-ч}}$;

$H_{\text{вр}}$ — норма времени, $\frac{\textit{чел-ч}}{\textit{единиц продукции}}$.

В зависимости от степени сложности нормируемого строительного процесса различают: элементные нормы времени, разрабатываемые на отдельные рабочие операции; укрупненные нормы времени — на основе элементных норм для рабочих процессов (применяются при выписке нарядов и расчетов сдельных расценок); комплексные нормы времени — на основе укрупненных норм для комплексных процессов (применяются при выписке аккордных нарядов). При нормировании механизированных строительных процессов учитываются затраты времени рабочего и машины.

Нормальной производительностью машины за один час чистой работы называется ее производительность при управлении ею рабочим соответствующей квалификации в условиях правильной организации труда и производства.

Производственные нормы являются основой для определения продолжительности выполнения процесса, разработки проекта производства работ, технологических карт, для внедрения эффективных систем оплаты труда и используются при организации низового хозрасчета и для учета результатов социалистического соревнования, а также для разработки сметных норм, включаемых в СНиП.

Производство хронометражных наблюдений и разработка производственных норм в Министерстве транспортного строительства СССР возложены на нормативно-исследовательские станции (НИС) института Оргтрансстрой.

Организация заработной платы в строительстве базируется на тарифной системе. Элементы системы: тарифная сетка, тарифные ставки и тарифно-квалификационный справочник.

Тарифной сеткой называют шкалу коэффициентов, отражающую соотношение заработной платы рабочих разной квалификации. Тарифная сетка определяет размер оплаты труда рабочих за единицу времени. Тарифная сетка, тарифные ставки и коэффициенты для оплаты труда рабочих-строителей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Разряд					
	I	II	III	IV	V	VI
Тарифный коэффициент	1,0	1,126	1,267	1,427	1,603	1,804
Часовая тарифная ставка, коп.	43,8	49,3	55,5	62,5	70,2	79,0
Дневная тарифная ставка из расчета 8 ч в день, руб., коп. . . .	3—50	3—94	4—44	5—00	5—62	6—32
Плановая месячная тарифная ставка из расчета 173,3 ч в месяц, руб., коп.	75—91	85—43	96—19	108—31	121—65	136—90

При расчете нарядов находится средний тарифный коэффициент. Для этого соответствующие тарифные коэффициенты умножают на число рабочих каждого разряда и складывают. Результат делят на общее число всех рабочих, участвующих в выполнении работы.

Средняя тарифная ставка определяется по сумме тарифных ставок рабочих соответствующего разряда, деленной на число рабочих, участвующих в выполнении работы. Ее также можно определить, умножив ставку первого разряда на средний тарифный коэффициент.

Средний разряд определяется по средней тарифной ставке.

Для нормирования труда используются Единые нормы времени и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕНиР). Для работ, не вошедших в ЕНиР, разрабатываются ведомственные нормы (ВНиР) и типовые нормы (ТНиР), а на часто встречающиеся работы — местные нормы.

Расценкой называется размер заработной платы рабочего-сдельщика или звена рабочих-сдельщиков за выполнение единицы работы.

Среднечасовая тарифная ставка звена определяется путем сложения часовых ставок всех рабочих звена и деления результата на число рабочих в звене.

Присвоение рабочему разряда, соответствующего его квалификации, называется тарификацией. Она производится в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником ра-

бот и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах (ЕТКС, 1960 г.), в котором приведены квалификационные характеристики 52 профессий.

В портостроении действуют сдельная и повременная формы оплаты труда. Сдельная оплата труда применяется в различных видах (системах) — прямая сдельная, сдельно-премиальная и аккордная. Повременная оплата имеет разновидности — повременную и повременно-премиальную системы оплаты труда.

При прямой сдельной оплате труда сумма заработной платы рабочего прямо пропорциональна количеству продукции, а расценки являются постоянными, принятыми по ЕНиР, независимо от уровня выполнения норм. При сдельно-премиальной системе рабочие-сдельщики премируются за выполнение объема работ, указанного в наряде, к установленному сроку или досрочно.

Премии начисляются в размере 0,5% — за удовлетворительное качество, 2% — за хорошее качество и 3% — за отличное качество, а также за каждый процент сокращенного нормативного времени, но не более 40% сдельного заработка.

Численность бригады при данном сроке окончания работ определяется по специальной форме (табл. 2).

Таблица 2

Нормативное время на всю работу, *чел-ч*	Достигнутый уровень выполнения норм выработки, %	Необходимое время с учетом выполнения норм, *чел-ч*	Продолжительность рабочего дня, *ч*	Количество человекодней к обработке	Срок выполнения по графику, дней	Численный состав бригады, *чел*
3000	110	$\frac{3000 \cdot 100\%}{110\%} = 2727$	8	$\frac{2727}{8} = 341$	18	$\frac{341}{18} = 19$

Если численность рабочих изменить невозможно, то устанавливают срок окончания работ (табл. 3).

Таблица 3

Нормативное время на работу, *чел-ч*	Достигнутый уровень выполнения норм выработки, %	Необходимое время с учетом выполнения норм, *чел-ч*	Продолжительность рабочего дня, *ч*	Численный состав бригады, чел.	Количество часов работы в день для всей бригады, *ч*	Срок производства работ, дни
3000	110	2727	8	12	$8 \cdot 12 = 96$	$\frac{2727}{96} = 29$

При аккордной системе оплата труда производится по укрупненной аккордной расценке, подсчитанной по калькуляции на единицу объема конечной продукции. Эта система, стимулирующая материальную заинтересованность рабочих и повышение производительности труда, является наиболее прогрессивной.

При повременной системе оплата труда производится по тарифной ставке рабочего за фактически проработанное время, независимо от объема выполненных работ. При повременно-премиальной системе некоторые категории рабочих (дежурные электрики, слесари и т. п.) получают к своей заработной плате дополнительную оплату в виде премии в размере до 25% тарифной ставки за безаварийную работу, отсутствие простоев на обслуживаемом участке работ и др.; максимальный размер премии — 40% тарифной ставки.

Основной документ, определяющий производственное задание бригаде, звену, водолазной станции, рабочему и учитывающий прием выполненных работ к расчету заработной платы, — наряд, который выдается исполнителям не позже чем за сутки до начала срока выполнения работ. Распределение заработной платы по сдельному и аккордному нарядам между исполнителями производится по количеству отработанного каждым исполнителем времени и тарифным коэффициентам, или тарифным ставкам, соответствующим разрядам исполнителей.

§ 8. Основы научной организации труда

С первых дней Советской власти В. И. Ленин считал вопросы научной организации труда, производства и управления одной из главных задач нашей страны.

В условиях экономической реформы, осуществляемой во всех отраслях народного хозяйства, научная организация производства и труда приобрела особую актуальность как действенное средство повышения общественного производства. В решениях XXIV съезда КПСС роль научной организации производства и труда определена в качестве одной из главных народнохозяйственных задач на всех этапах создания материально-технической базы коммунизма.

Практика показывает, что в морском гидротехническом строительстве методы научной организации производства и труда используются недостаточно. Имеющиеся недостатки приводят к значительным простоям средств механизации, оборудования, плавтехсредств и потерям рабочего времени и труда.

Чтобы рабочие могли проявить в полной мере свои силы и способности в производительном труде, использовать резервы строительного производства, в основу всей деятельности строительных организаций и деятельности технического флота необходимо положить научную организацию производства, труда и управления.

На производительность труда рабочего оказывают влияние организационные, материальные, психологические и физиологические факторы.

Организационные факторы:

обеспечение рабочего процесса материалами, изделиями, механизмами, плавтехсредствами, инструментом;

перемещение рабочего, материалов, изделий, механизмов, плавтехсредств в процессе работы;

заданный срок, скорость и фактически затрачиваемое время на выполнение процесса;
непрерывность процесса;
взаимозаменяемость и совмещение профессий;
специализация, кооперация и слаженность труда;
проверка выполнения задания и контроль качества работ;
наличие и степень подготовки задания.

Материальные факторы:

размеры, вес, транспортабельность и технологичность материалов и изделий;
соответствие материалов и изделий требованиям проекта;
удобообрабатываемость материалов и изделий;
размер допусков;
количество видов и типов (типоразмеров) материалов и изделий;
состояние инструмента и инвентаря;
состояние оборудования, средств механизации и плавтехсредств;
обеспечение спецодеждой и инвентарем для безопасности труда.

Психологические факторы:

образование и подготовка рабочего;
соответствие выполняемой работы квалификации рабочего;
повышение квалификации, техническое обучение, опыт, тренировка;
организация заработной платы, методы оплаты труда, премирование и стимулирование, нормативная база;
развитие творческой инициативы;
организация соревнования;
наличие перспективы и сознание эффективности труда;
работа на общественных началах;
доходчивость наглядной агитации;
безопасность труда;
взаимоотношения в коллективе, положительные и отрицательные эмоции;
порядок на рабочем месте и на подходах к нему.

Физиологические факторы:

факторы поддержания трудоспособности: организация питания, утоления жажды, перерывы и отдых, продолжительность смены;
шум в зоне рабочего места;
температура воздуха и воды (для водолазов);
общая освещенность фронта работ, освещенность рабочего места;
загрязненность воздуха (пыль, газ, пар);
вибрация в зоне рабочего места;
влажность и давление воздуха;
акустика в зоне рабочего места;
качка при работе с плавсредств;
подъем тяжелых предметов и грузов;
глубина воды на уровне рабочего места водолаза, видимость под водой, наличие течения (скорость), льда, шуги;
цветовая окраска оборудования, механизмов, плавтехсредств, инструмента, бытовых помещений.

Основная направленность НОТ определяет и ее содержание.

Эффективное использование средств производства:

улучшение использования механизмов и плавтехсредств по времени и мощности;
четкая система хранения и выдачи инструмента, своевременный ремонт и замена инструмента;
обеспечение высокого качества работ;
экономное расходование строительных материалов;
обеспечение сохранности конструктивных элементов, полуфабрикатов и материалов;
внедрение эффективных приспособлений, инвентаря и инструмента;
выбор рациональных маршрутов перемещения механизмов и плавсредств;
внедрение рационализаторских предложений.

Полное и производительное использование рабочего времени:

изучение и устранение причин, вызывающих внутрисменные простои рабочих;

устранение причин целосменных потерь рабочего времени;

эффективное использование месячного, квартального и годового фондов рабочего времени;

изучение и устранение причин скрытых потерь рабочего времени;

разработка графика последовательного перехода бригад с объекта на объект в течение года;

установка средств звуковой сигнализации, оповещающей о начале и конце работы.

Рациональное разделение и кооперирование труда:

разделение строительных процессов на рабочие операции;

комплектование в составе бригад специализированных рабочих звеньев, выполняющих отдельные операции;

обеспечение четкого взаимодействия специализированных звеньев;

применение рациональных форм совмещения профессий.

Применение наиболее рациональных приемов и методов труда:

анализ количества и характера рабочих движений каждого исполнителя;

устранение лишних неловких и утомительных движений;

изучение и отбор наиболее производительных приемов и методов труда;

обучение рабочих лучшим приемам и методам труда.

Определение необходимой численности и состава работающих:

выявление объемов строительно-монтажных работ, подлежащих выполнению;

расчет нормативной трудоемкости работ;

разделение общей величины трудовых затрат по профессиям и разрядам;

объединение работ в комплексы для выполнения их отдельными бригадами;

расчет численности и состава комплексных и специализированных бригад;

определение технологической последовательности и сроков выполнения работ.

Планирование, оснащение и обслуживание рабочих мест:

рациональное размещение на рабочем месте материалов, механизмов, инструментов и приспособлений;

обеспечение кратчайших маршрутов перемещения исполнителя на рабочем месте;

оснащение рабочих полным комплектом высококачественных инструментов, приспособлений и инвентаря;

планомерное и бесперебойное обеспечение рабочих мест материально-техническими ресурсами;

обеспечение чистоты и порядка на рабочих местах и в проходах (проездах) к ним;

устранение причин неудобной рабочей позы исполнителя при выполнении работ.

Рациональный режим труда и отдыха:

установление физиологических обоснований ритма и темпа труда;

обеспечение нормальной интенсивности труда;

выработка у рабочих четкой последовательности и систематичности в выполнении трудовых процессов (динамический стереотип);

рациональный внутрисменный регламент перерывов на отдых;

соблюдение графиков отпусков.

Создание благоприятных санитарно-гигиенических и эстетических условий труда:

бытовое обслуживание рабочих (доставка остуженной воды, кипятка, горячей пищи);

строгое соблюдение правил техники безопасности;

благоустройство бытовых помещений;

соблюдение требований производственной эстетики в оформлении рабочих мест, бытовых помещений и окраске механизмов, оборудования, инструментов;

своевременное обеспечение рабочих удобной и практичной спецодеждой;

научно обоснованное освещение рабочих мест;

устранение неблагоприятных условий труда.

Повышение квалификации:

обучение передовым методам труда в школах передового опыта;

систематический обмен передовым производственным опытом;

совершенствование применяемых форм и методов повышения квалификации;
создание условий и системы повышения квалификации и разрядов;
гармоническое развитие творческих способностей исполнителей.

Дисциплина труда:

изучение и устранение причин нарушения трудовой дисциплины;
обеспечение высокого уровня воспитательной работы в коллективе;
создание подлинно товарищеских взаимоотношений и высокой взаимной требовательности работающих;
широкое привлечение рабочих к участию в соцсоревновании и общественной жизни коллектива;
создание условий для наиболее рационального использования рабочего времени.

Результат применения научной организации труда:

рост производительности труда;
улучшение использования средств производства;
снижение затрат на строительство;
улучшение условий труда.

В строительном производстве к НОТ относятся три группы вопросов:

1. Подготовка производства: совершенствование методов подготовки и управления строительством; своевременное и тщательное изучение и анализ технической (проектно-сметной) документации, составление проектов производства работ, в том числе сетевых графиков, технологических карт и графиков обеспечения материалами, движения рабочих и механизмов.

2. Организация рабочего места: рациональная организация рабочих мест на основе планомерного обеспечения объектов строительными материалами и сборными конструктивными элементами в соответствии с недельно-суточными графиками производства работ; оснащение рабочих мест необходимыми инструментами, приспособлениями и обеспечение высокопроизводительными средствами механизации работ.

3. Организация труда на рабочем месте: рациональный подбор численного и профессионального состава бригад и звеньев; обучение и повышение квалификации исполнителей; совершенствование трудовых процессов, внедрение наиболее совершенных методов и приемов труда, устранение лишних и утомительных движений, эффективное использование производственных фондов; максимальная механизация труда; разработка нормативной базы для оплаты труда; рациональное использование рабочего времени и перерывов на отдых; развитие коммунистического отношения к труду; гигиена и эстетика труда.

Для выполнения программы строительства с высокими экономическими и качественными показателями необходима тщательная подготовка производства, под которой понимается разработка и реализация комплекса взаимоувязанных организационно-технических мероприятий. К ним относятся: повышение уровня механизации, развитие производственной базы, внедрение прогрессивных технологических методов, конструкций и материалов, экономное расходование ресурсов, внедрение рационализаторских предложений, изобретений, новой техники и др.

Основные документы, необходимые для подготовки производства: годовой, квартальный и месячный планы (программы) строи-

тельно-монтажных работ, внутрипостроечные титульные списки, проектно-сметная документация, проект производства работ, планы снабжения, планы по труду и др.

Резервы роста производительности труда (рис. 4) разделяются на потенциальные и перспективные. К потенциальным относятся те, которые уже созданы развитием технического прогресса, но не полностью реализованы из-за недостатков в организации производства и использования имеющейся техники.

Перспективные — это резервы, которые будут созданы при дальнейшем техническом прогрессе в совершенствовании организации строительного производства при максимальном использовании активной части основных производственных фондов.

В строительных организациях работу по НОТ возглавляет Совет НОТ, осуществляющий координацию и контроль по составлению и внедрению планов НОТ. На рис. 5 приведена схема организации службы НОТ в строительно-монтажном тресте, выполняющем морское гидротехническое строительство.

Группа НОТ при Совете НОТ треста несет все исполнительные функции и возглавляется начальником отдела труда и заработной платы треста либо специальным штатным сотрудником.

Творческие бригады различных служб и группа проектирования организации работ призваны разрабатывать мероприятия по НОТ и оказывать действенную помощь строительным подразделениям треста в их осуществлении.

В строительных подразделениях треста создаются советы, творческие бригады и группы НОТ. На каждом объекте строительства вопросами НОТ занимаются инициативные группы из инженерно-технических работников и передовых рабочих.

В работе по НОТ могут участвовать, при необходимости, нормативно-исследовательская станция, обслуживающая трест, инструкторы производственного обучения и специалисты-физиологи, психологи и др.

Работа по НОТ осуществляется в пять этапов (рис. 6).

В сложном комплексе мероприятий по НОТ большую роль играет научная организация рабочего места и труда на нем. В оптимальной организации рабочего места имеются значительные экономические резервы, так как от нее во многом зависят результаты производственного процесса. Эта взаимосвязь характеризуется полнотой и целесообразностью планировки и оснащения рабочего места как для создания благоприятных условий использования передовых методов труда, устранения потерь рабочего времени из-за лишних движений и перемещений, так и для снижения физических и нервно-психических нагрузок.

Например, для материально-технического оснащения рабочего места монтажника на строительстве причального сооружения из сборных железобетонных элементов необходимы:

основные (ведущие) механизмы, которые должны соответствовать выполняемым на рабочем месте технологическим процессам и содержанию труда монтажника;

вспомогательные механизмы, необходимые для обеспечения и ускорения вспомогательных операций (например, транспортеры, автопогрузчики и т. п.);

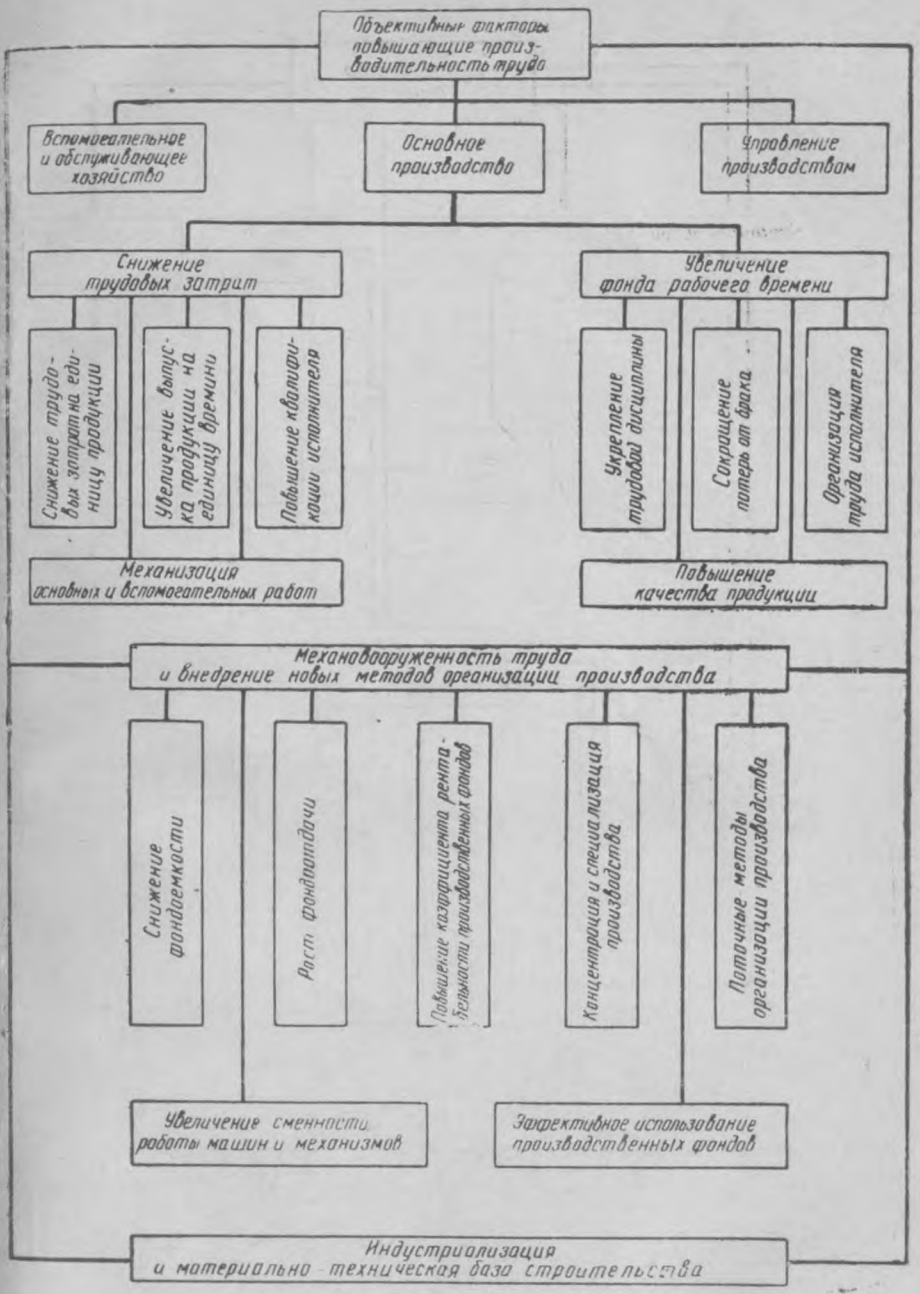


Рис. 4. Резервы повышения производительности труда

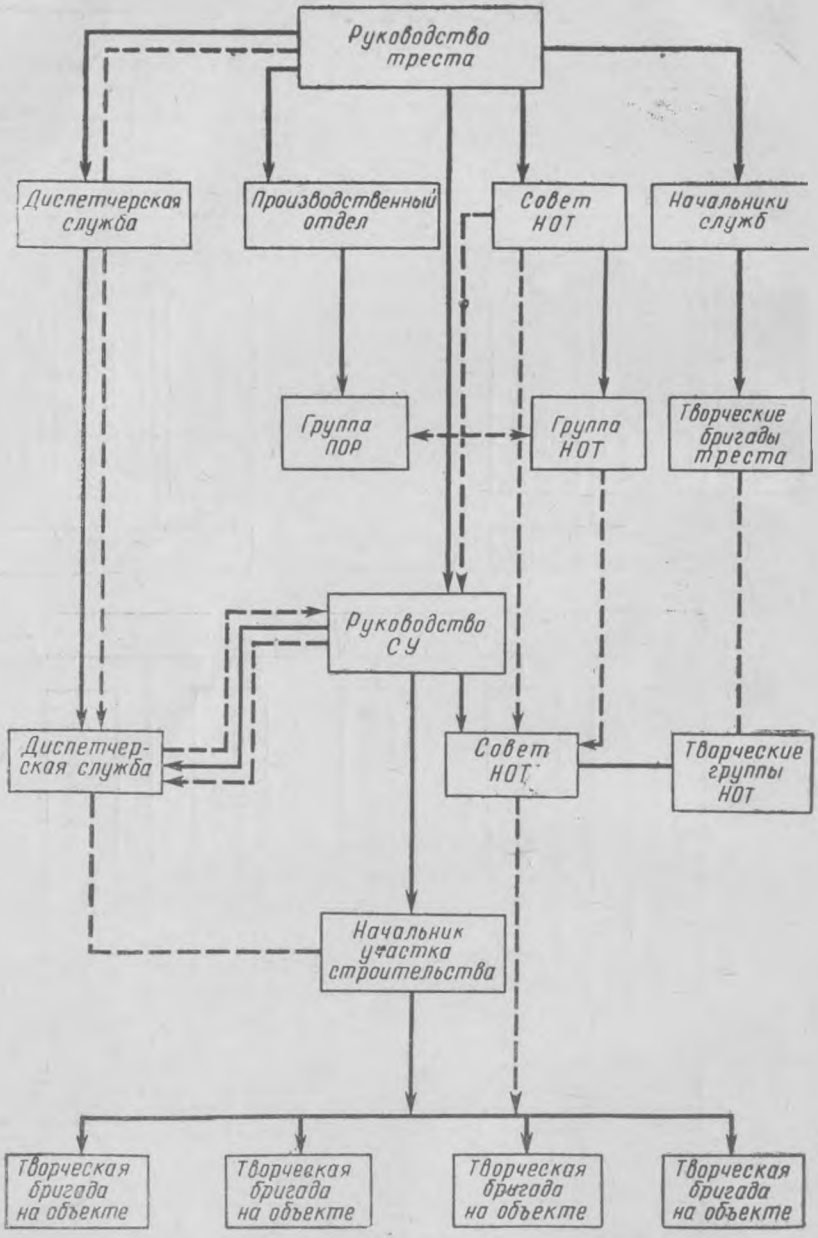


Рис. 5. Схема организации НОТ в строительно-монтажном тресте

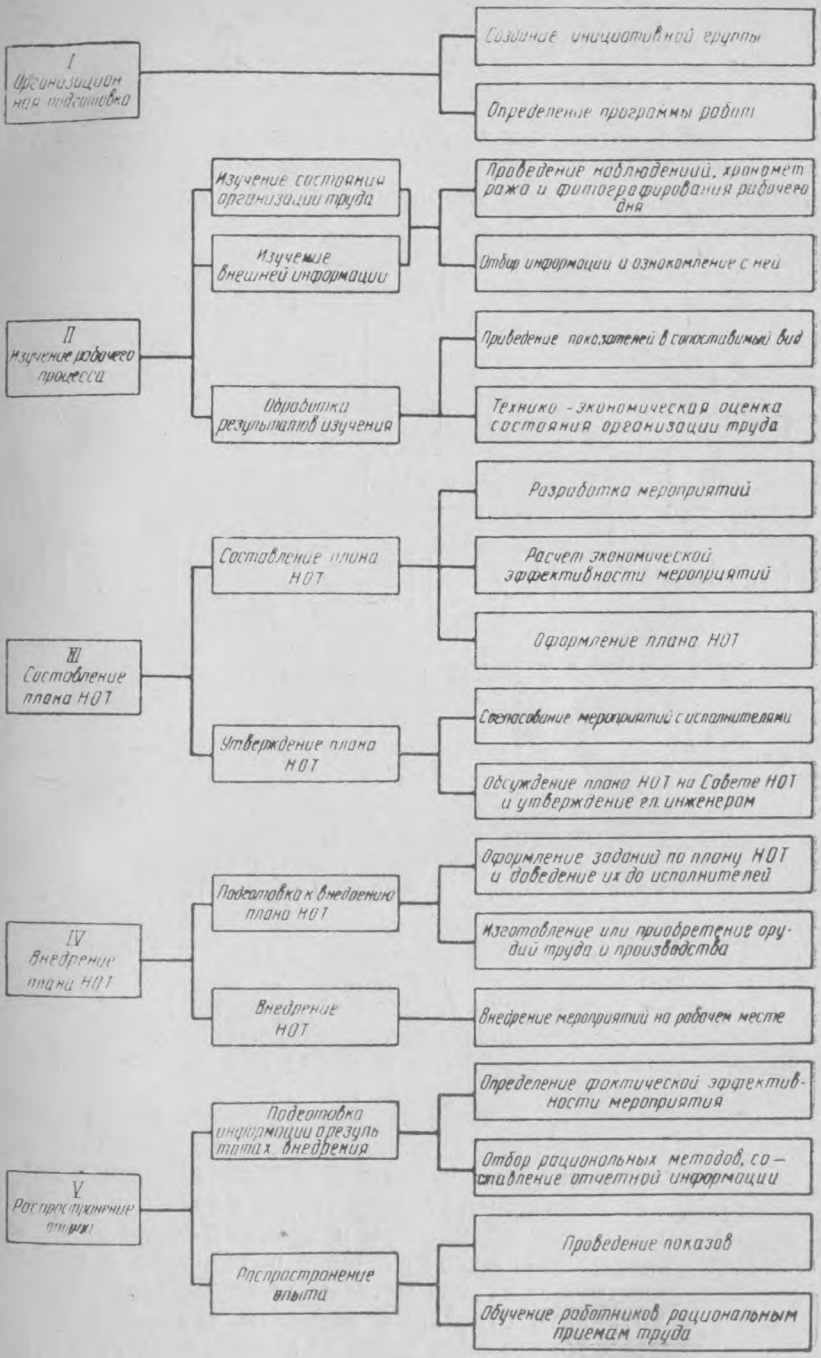


Рис. 6. Этапы внедрения НОТ

технологическая оснастка, т. е. технологические приспособления и инструменты (кондукторы, стропы, электро- и пневмоинструменты и т. п.);

организационная оснастка: стеллажи, переносные инвентарные подмости и т. п.

Научная организация труда на рабочих местах (рис. 7) возможна лишь при комплексном подходе к разработке конкретных мер, т. е. нужно решать не только чисто технические и организаци-

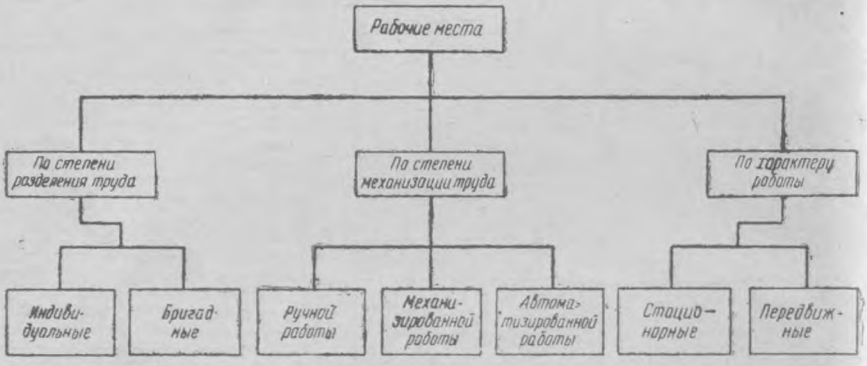


Рис. 7. Научная организация труда на рабочем месте

онные задачи, но и задачи социально-экономические, поскольку роль человека в строительном производстве является решающей. НОТ на рабочих местах должна охватывать все трудовые процессы: основные и вспомогательные, механизированные и выполняемые вручную. Отсюда вытекает, что исходным пунктом при разработке планов НОТ является содержание труда и технология строительного производства на данном рабочем месте, формирующие основные элементы совокупности условий труда и указывающие пути устранения излишних трудовых затрат.

Первая и неотложная задача НОТ в морском гидротехническом строительстве — организация тщательного исследования причин, вызывающих потери времени и труда при выполнении производственных процессов.

Второй задачей является разработка на основе анализа результатов наблюдений и исследований научно обоснованных мероприятий, позволяющих ликвидировать или резко сократить потери времени и труда и улучшить условия труда, а также обучить рабочих новым технологическим методам и приемам труда.

Исключительно важное значение в проведении исследований организации труда имеют методы выявления трудовых затрат. Если рассматривать отдельные элементы трудового процесса, то можно установить, что одна часть из них определяется существующим уровнем организации производства, а другая — организацией рабочего места и организацией труда на нем.

Для выявления затрат времени, зависящих от организации производства, применяются: самофотографии, групповые и индивидуальные фотографии рабочего дня (для изучения передового опыта исполнителя), а для выявления затрат времени при технологической операции применяются: фотография рабочего процесса, хронометраж, фото- и киносъемка.

Самофотографирование (самоконтроль) основано на фиксации самими рабочими потерь рабочего времени и внесении предложений по их устранению. Массовый самоконтроль позволяет выявить частные, разовые и общие, характерные причины потерь труда и времени, наметить пути к улучшению работы.

В процессе исследований важно выявить также и скрытые потери труда и времени, которые возникают в результате: применения малоэффективных методов производства, отличающихся от рекомендованных технологическими картами, низкого качества материалов, вызывающего дополнительные работы, нарушения принятой схемы и последовательности производственного процесса, непродуманного размещения материалов, сборных элементов, складов инструментов и инвентаря и механизмов, использования бригад (звеньев) на работах, не соответствующих профилю их специализации и др.

Чтобы научно организовать труд, необходимо знать, какие операции, приемы и движения включает в себя рабочий процесс, сколько времени требуется для выполнения каждого его элемента, степень сложности элементов и т. д. Здесь следует выделить особую роль технического нормирования, так как методами технического нормирования и на основе технически обоснованных норм решается большинство вопросов научной организации труда. Технически обоснованные нормы при этом должны удовлетворять физиологическим требованиям, соответствовать нормальной, общественно закрепленной интенсивности труда и учитывать психологические, санитарно-гигиенические и эстетические условия труда.

Совершенствуя организацию рабочих мест, следует иметь в виду не только зону приложения труда, но и сам трудовой процесс, т. е. всю совокупность элементов.

Итогом всей подготовительной работы и исследования состояния организации труда является разработка плана мероприятий по НОТ.

В первую очередь планы НОТ должны разрабатываться для всех рабочих бригад строительного подразделения без исключения.

Бригадный план состоит из:

карт научной организации труда, которые разрабатываются для внедрения прогрессивных приемов труда, научной организации труда на захватке или участке работ;

организационных и технических мероприятий, которые записываются в план НОТ по специальной форме (на стр. 38).

При массовом повторении изучаемого производственного процесса или строительства сооружения целесообразно разрабатывать типовые планы НОТ.

ПЛАН НОТ

в бригаде . . . . . на объекте . . . . . .

Элементы НОТ	Содержание мероприятий	Обоснование мероприятий	Объем применения	Срок осуществления	Исполнители	Затраты на осуществление, руб.	Показатели эффективности внедрения мероприятия		
							Снижение трудовых затрат, чел.-дни	Рост производительности труда, %	Годовой экономический эффект, руб.

Бригадный план НОТ обсуждается на производственном собрании бригады, согласовывается с отделами и службами строительного подразделения, постройкомом и затем утверждается главным инженером строительной организации.

Тесная взаимосвязь вопросов организации труда и производства требует, чтобы их совершенствование проводилось по единому комплексному плану НОТ, разработанному для строительного подразделения в целом.

План мероприятий по НОТ в строительном подразделении включается особым разделом в план оргтехмероприятий, разрабатываемый в составе стройфинплана.

В основу комплексного плана научной организации труда и производства входят:

анализ фактического состояния организации труда и производства на всех участках и строящихся объектах строительного подразделения;

материалы и результаты исследований организации труда в бригадах;

новейшие достижения науки и техники в области технологии и организации строительного производства, физиологии, психологии и гигиены труда.

Разработку комплексного плана НОТ осуществляет группа НОТ при Совете НОТ строительной организации с участием всех отделов и служб.

Утвержденный план НОТ и социалистические обязательства бригады служат программой работы бригады; выполнение программы контролируется администрацией и общественными организациями строительного подразделения.

Практическая деятельность по выполнению мероприятий плана НОТ заключается в выдаче заданий и оформлении заказов, связанных с осуществлением мероприятий; изготовлении приспособлений, инвентаря и приобретении инструментов и других работ, предусмотренных планом; обучении рабочих новым технологическим методам и приемам труда; контроле за осуществлением мероприятий; улучшении плана НОТ в процессе практического осуществления.

Большое значение в организации работы по НОТ имеют популяризация и распространение передового опыта работы лучших бригад и отдельных рабочих через школы и курсы повышения квалификации, школы передового опыта.

Определение экономической эффективности от внедрения мероприятий по НОТ — один из основных этапов работы по внедрению НОТ. Под эффективностью планов НОТ понимается любой полезный результат, выражающийся в улучшении качественных и количественных показателей работы бригады, участка или строительного подразделения в целом; он определяется по конечным результатам работы бригады в заданный период времени.

Экономическая эффективность мероприятий по НОТ проявляется в различных формах, важнейшими из которых являются: рост производительности труда; сокращение срока строительства объекта; снижение себестоимости строительно-монтажных работ; повышение уровня использования основных производственных фондов; повышение качества строительно-монтажных работ; улучшение и облегчение условий труда рабочих; годовой экономический эффект в денежном выражении.

§ 9. Охрана труда и техника безопасности

Улучшение условий труда, устранение причин травматизма и заболеваемости рабочих способствуют повышению производительности труда и сохранению здоровья рабочих.

Условия труда и меры по его охране регламентируются в СССР Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о труде и Кодексом законов о труде. Надзор за соблюдением законов возложен на профсоюзы и санитарные инспекции Министерства здравоохранения СССР.

Кодекс законов о труде обязывает администрацию строительных организаций строго соблюдать правила по охране труда и технике безопасности, принимать необходимые и срочные меры по устранению вредных факторов, воздействующих на здоровье рабочих. Администрация обязана обучать работающих безопасным приемам труда путем проведения инструктажа, лекций, организации специальных курсов и семинаров. На администрацию возложено предупреждение несчастных случаев, обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах и обслуживание, проведение пропаганды по безопасным приемам труда через кабинеты (комнаты) техники безопасности, а также обеспечение стройки предупредительными плакатами, надписями-указателями, памятками и др.

Ответственность за состояние техники безопасности и охраны труда на стройках возлагается на непосредственных руководителей работ — мастеров, прорабов и старших прорабов — начальников участков.

Основными вопросами по производственной санитарии и технике безопасности при производстве портовых гидротехнических работ являются:

организация санитарно-гигиенического, бытового и культурного обслуживания работающих;

организация системы освещения береговой строительной площадки, участка производства работ на акватории, рабочих мест, переходов и проходов, включая подводное освещение рабочей зоны при работе водолазов в темное время суток или в условиях слабой видимости под водой;

надежное ограждение опасных зон работы и переходов, защита каждого нижерасположенного рабочего места;

соблюдение специальных правил и инструкций водолазной службы;

обеспечение безопасных условий при возведении подводных частей сооружений, особенно в действующих портах и СРЗ, при производстве дноуглубления на взрывоопасных участках акваторий, при прокладке подземных и подводных коммуникаций в условиях пересечения действующих коммуникаций;

устройство электрозащиты и ограждения опасных мест, исключающих возможность поражения работающих электрическим током; соблюдение специальных правил передачи, подвески или прокладки токопроводящих устройств (кабелей, проводов) от береговых источников тока на плавсредства к вибропогружателям, под воду при производстве электросварки или резки металла под водой;

обеспечение работы на открытых рейдах дежурными буксирами достаточной мощности для срочного перемещения в случае необходимости несамоходных плавсредств и людей в порт-убежище или другое безопасное место;

обеспечение надежного раскрепления плавсредств в процессе производства работ;

обеспечение безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных операций, перемещения материалов и изделий; обеспечение производства этих работ надежным такелажем и оснасткой (тросами, стропами, подвесными ключами, траверсами, кондукторами и т. п.) с ежедневной проверкой их состояния до начала работ;

обеспечение безопасности людей, плавединиц и сооружений при производстве подводных взрывных работ; соблюдение действующих Единых правил безопасности при взрывных работах;

использование на работах плавтехсредств, имеющих разрешение на плавание Регистра СССР; соблюдение правил плавания и судовождения в установленном Регистром районе плавания;

использование строительных машин, механизмов, плавучих и транспортных средств в пределах паспортной грузоподъемности и в полном исправном состоянии;

производство работ на акваториях только в допустимых для данного вида работ гидрометеорологических условиях;

обеспечение безопасности работ в зимних условиях;

применение безопасных способов производства работ, указанных в специальных правилах, памятках и инструкциях.

Все вновь принятые рабочие должны пройти медицинское освидетельствование.

Для рабочих всех профессий и специальностей обязательным является проведение следующих видов инструктажа: вводного; первичного на рабочем месте; внеочередного при изменении производственных условий или переходе на новое место работы; периодического — один раз в три месяца.

Проверка знаний правил техники безопасности рабочих и ИТР должна производиться один раз в год.

К производству гидротехнических работ допускаются рабочие, умеющие плавать и прошедшие специальный инструктаж.

На каждом объекте гидротехнического строительства должна быть организована спасательная служба: вдоль строящегося сооружения (причала, пирса, оградительного сооружения и др.) на видных местах, с интервалом 50 *м*, должны быть размещены и постоянно находиться спасательные круги и шары; непосредственно у мест производства работ должны постоянно находиться специально оборудованные спасательные шлюпки.

При несчастных случаях на воде все лица, в непосредственном распоряжении которых находятся суда, независимо от выполняемой в данный момент работы, обязаны немедленно принять участие в спасательных работах и оказать помощь пострадавшим.

Создание безопасных условий труда тесно связано с соблюдением технических правил выполнения работ.

Пожарная безопасность на строительстве регламентируется специальными правилами. Ответственность за пожарную безопасность на отдельных объектах несут лица, возглавляющие производство работ. При выполнении работ в действующих портах и СРЗ противопожарный надзор осуществляется пожарной службой этих предприятий.

Важнейшими принципами пожарной безопасности являются: пожарная профилактика, т. е. создание таких условий и режима производства работ, при которых возникновение пожара исключается; организация пожарной охраны (добровольная пожарная дружина, ведомственная профессиональная пожарная команда); снабжение строительной площадки, плавтехсредств, строительных машин и механизмов первичными средствами пожаротушения; обучение рабочих правилам противопожарной безопасности и правилам пользования средствами пожаротушения.

§ 10. Учет и отчетность в строительных организациях

Учет хозяйственной деятельности в строительных организациях является необходимым условием планового руководства, основанного на экономическом анализе данных контроля за выполнением хозяйственных планов. Результаты анализа используются для планирования организационно-технических мероприятий, направленных на ускорение ввода в действие объектов и производственных мощностей, увеличение производительности труда, повышение качества строительной продукции и снижение себестоимости работ.

Народнохозяйственный учет содержит три самостоятельных, принципиально отличных, но связанных друг с другом вида учета: статистический, бухгалтерский и оперативно-технический.

Статистический учет, используя натуральные трудовые и денежные измерители, обобщает массовые явления и изучает их экономическую закономерность. Предметом анализа статистического учета являются: ввод в действие производственных мощностей, производительность труда, расход заработной платы, себестоимость работ, использование средств механизации и транспорта, выполнение плана строительно-монтажных работ.

Бухгалтерский учет является строго документальным и непрерывным, учитывающим все стороны деятельности организации в денежном выражении. Данные учета отражаются в сводном бухгалтерском документе — балансе, который составляется ежемесячно, ежеквартально и ежегодно во всех самостоятельных строительных организациях. Бухгалтерский учет является средством контроля за сохранностью социалистической собственности.

Оперативно-технический учет является средством наблюдения и контроля за отдельными сторонами хозяйственной деятельности организации и выражается в натуральных и трудовых измерителях. Анализу подлежат: работа транспорта, использование машин и механизмов, выполнение графиков производства работ, обеспечение строительными материалами и т. п. Этот вид учета является основой диспетчерского управления.

Перечисленные виды учета основываются на данных первичных документов, состав которых разработан и утвержден центральным статистическим управлением (ЦСУ) СССР. Основными первичными документами являются: утвержденные акты государственных комиссий о вводе в действие объектов и производственных мощностей; акты и справки о приемке выполненных строительно-монтажных работ заказчиками, акты и справки на незавершенное строительство (по объему); приказы по личному составу, специальные бланки для приема, увольнения и перевода работников, табели для учета численности и движения работников; наряды на различные виды оплаты труда, сменные рапорты, путевые листы и другие документы для учета заработной платы; расходные требования, приемные акты склада, отчеты о расходе материалов производителя работ, инвентарные карточки по учету малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря для учета материальных ценностей; акты о вводе в эксплуатацию или выводе из эксплуатации оборудования и механизмов, акты о передаче основных средств для учета основных средств; сменные рапорты о работе строительных механизмов; путевые листы, товарно-транспортные накладные для учета работы средств транспорта.

На основании учетных материалов составляется три вида отчетности: статистическая, бухгалтерская и оперативно-техническая.

В зависимости от важности и назначения отчетность подразделяется на общегосударственную, внутриведомственную и междуведомственную (для экономически связанных между собой министерств и ведомств).

По срокам представления отчетность подразделяется на периодическую (ежедневную, пятидневную, декадную, месячную, квартальную, полугодовую) и годовую.

Подрядные организации, имеющие свой расчетный счет в банке, ежемесячно, согласно требованию статистического отчета, отчитываются о выполнении плана строительно-монтажных работ по форме 1-КС. Отчет по форме 1-КС обязательно должен быть согласован с бухгалтерским балансом.

Отчет о выполнении плана по труду составляется по форме 3-т в виде «Краткого отчета о выполнении плана по труду в строительстве» (месячного) и «Отчета о выполнении плана по труду в строительстве» (квартального). Отчет по форме 3-т должен соответствовать отчету по форме 2-с «Себестоимость строительно-монтажных работ».

Помимо данных учета и отчетности при анализе деятельности строительных организаций используются также материалы обследований и документальных ревизий строек, которые систематически проводятся вышестоящими органами и финансирующим строительным банком, выполняющим контрольные обмеры.

Большую помощь в анализе хозяйственной деятельности оказывают материалы комитета (группы) народного контроля строительного подразделения.

Производители работ обязаны вести непрерывный учет: выполненных объемов строительно-монтажных работ на стройке в целом и на каждом из объектов; выполненных объемов работ отдельными бригадами, звеньями и рабочими, работающими по индивидуальному заданию; поступления и расходования материальных ценностей; выходов на работу и прогулов всех работников стройки (по табелю); работы машин, механизмов, оборудования и плавтехсредств; работы автотранспорта; случаев травматизма.

Для учета выполненных объемов строительно-монтажных работ служат: журнал работ, накопительная ведомость, в которой объемы выполненных строительно-монтажных работ различных видов учитываются нарастающим итогом, акты на дополнительные против проекта объемы работ, акты контрольных обмеров строительного банка, акты промежуточной приемки работ и исполнительная документация.

Учет объемов работ, выполняемых бригадами, звеньями и отдельными рабочими, осуществляется на основе нарядов и ежедневных замеров, отмечаемых в журнале работ.

Поступление строительных и горюче-смазочных материалов, сборных изделий, полуфабрикатов, инструмента и инвентаря, спецодежды учитывается по накладным, заборным или лимитным карточкам, служащим основанием для оприходования материальных ценностей на приобъектном складе.

Учет расходования материальных ценностей осуществляется по фактическим данным с ежемесячным учетом (снятием) остатков и выявлением излишков и недостач.

Учет отработанного времени работниками стройки выполняется на основе фактических данных, отмечаемых как в общем табеле,

так и в бригадных, звеньевых и индивидуальных нарядах, а также в соответствии с актами на простои (по технологическим, организационным и другим причинам).

Работа машин, механизмов и плавтехсредств, в том числе арендованных, учитывается по фактическим данным в машино-часах и в натуральных показателях объема выполненных работ. Простои учитываются в машино-часах, цельносменные простои — в машино-сменах.

Учет работы автотранспорта производится на основе путевых листов, фактического объема перевезенного груза, количества ходок и расстояний перевозок по показаниям спидометра, автоматических счетчиков полногрузных рейсов или на основе разработанной транспортной схемы.

Случаи производственного травматизма учитываются в специальном журнале по технике безопасности на основе актов о несчастных случаях.

Производитель работ обязан в сроки, установленные приказом по строительному тресту (управлению), представлять в производственный отдел, бухгалтерию, отдел кадров и диспетчерскую службу управления необходимую информацию и отчетность, основанную на данных учета, в том числе в бухгалтерию — закрытые (заполненные и расцененные) наряды, проверенные инженером по труду и утвержденные главным инженером к оплате.

Отчетность о выполненных объемах строительно-монтажных работ или законченном этапе строительства, в виде акта, подписанного представителем заказчика (техническим надзором), прораб представляет в производственный отдел для дальнейшего оформления и выписки счета заказчику.

Материальную отчетность для оприходования полученных и списания израсходованных материалов, изделий и полуфабрикатов на производство, прораб представляет в производственный отдел для проверки и затем в бухгалтерию для выполнения соответствующих бухгалтерских операций (проводок).

Расходование материалов, изделий и полуфабрикатов в материальной отчетности указывается с учетом сметных норм (СНиП).

Глава II. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА СТРОИТЕЛЬСТВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

§ 11. Организация производственно-технической базы

В районах обслуживания объектов строительства создаются территориальные производственные базы. Производственно-технической и материальной (хозяйственной) базой строительства называется комплекс производственных предприятий и отдельных хозяйств: по добыче и обработке материалов, выпуску изделий, по механизации строительных работ (машинопрокатная база) и транспортному обслуживанию строительства (автобаза) с ремонт-

но-механическим и эксплуатационным хозяйством, по материально-техническому снабжению, складированию материально-технических ресурсов, энерго- и водоснабжению строительства и других вспомогательных и обслуживающих устройств и хозяйств.

Номенклатура производственных предприятий весьма обширна. К ним могут быть отнесены: карьеры по добыче камня, песка, гравия; дробильно-сортировочные и моечные установки для получения товарного щебня при карьерах или бетоносмесительных установках; бетонные заводы; предприятия по производству бетонных и железобетонных изделий; заводы или установки по производству асфальтобетона; деревообделочные заводы или цехи; кислородные установки; ремонтно-механические мастерские, цехи или заводы и т. п.

Организация при территориальных строительно-монтажных трестах собственных предприятий обусловлена наличием производственных и сырьевых ресурсов, программой работ, развитием специализации, кооперированием и концентрацией производства в районе дислокации трестов. Как правило, производственные предприятия административно объединены в единый комбинат, который находится на самостоятельном промышленном балансе и должен обеспечивать готовой продукцией все строительные подразделения треста в зоне территориального обслуживания.

Мощность производственно-технических предприятий зависит от технологии производства, ассортимента продукции, периода работы и других технико-экономических факторов. Производственная мощность каждого предприятия выражается максимально возможным выпуском продукции в течение расчетного периода наиболее интенсивной работы при полном использовании производственных площадей и основных фондов, научной организации труда и производства.

Экономическая эффективность развития производственно-технической базы строительства зависит от величины удельных капитальных вложений на единицу создаваемой мощности или прироста годовой продукции, фондоемкости и фондоотдачи. Эффект может быть достигнут, если развитие производственно-технической базы приведет к снижению себестоимости выпускаемой продукции, удешевлению строительства и уменьшению суммарной трудоемкости на единицу продукции в сферах промышленного производства и строительства.

Финансирование развития базы портового гидротехнического строительства ведется как за счет централизованных ассигнований министерств, осуществляющих строительство по планам собственных капитальных вложений, так и за счет ассигнований на строительство временных зданий и сооружений, предусматриваемых в сводных сметах по каждому комплексу строительства.

В настоящее время портовое гидротехническое строительство обеспечивается потребными материалами и сборными изделиями собственными трестовскими предприятиями, централизованно — предприятиями Главстройпрома Министерства транспортного строи-

тельства СССР и местными источниками нерудных материалов — подводных карьеров песка, районных карьеров камня и т. п.

На Черноморском (в порту Ильичевск) и других бассейнах введены в эксплуатацию центральные бассейновые заводы железобетонных конструкций, призванные обеспечить портовое строительство на этих бассейнах сборными конструктивными элементами.

Концентрация производства, бесспорно, имеет большую экономическую эффективность, так как высокий уровень комплексной механизации, автоматизация производственных процессов и низкая себестоимость заводского изготовления сборного бетона и железобетона способствуют техническому прогрессу строительства.

Надо учитывать, что удельный вес затрат на сборные элементы, по мере повышения уровня индустриализации портового строительства, будет возрастать. Поэтому транспорт сборных изделий на большие расстояния может быть экономически оправдан лишь в случаях, когда затраты на транспорт не превосходят разности в себестоимости изделий в заводских и полигонных условиях, если, конечно, изготовление элементов на приобъектном полигоне отвечает требованиям к качеству изделий. Кроме того, следует считать, что дорогие конструктивные элементы, размеры, форма и вес которых обеспечивают рациональное использование наличных средств транспорта, целесообразно перевозить на более дальние расстояния, нежели дешевые элементы. Массивы и подобные им крупногабаритные элементы целесообразно изготавливать на полигонах у места строительства.

§ 12. Технический флот

В состав строительного технического флота входят:

1. Плавучие транспортные средства для перемещения (транспортирования) строительных материалов и сборных конструктивных элементов: баржи, шаланды, понтоны, плашкоуты, буксиры и буксирные катера.

2. Технический флот, предназначенный для выполнения дноуглубительных работ на акваториях, подходных каналах, ковшах портов, извлечения грунта при устройстве оснований сооружений, а также намывных (рефулерных) работ. Состав флота: одно- и многочерпаковые снаряды, землесосы; вспомогательные средства: грунтоотвозные шаланды, буксиры, плавсредства для доставки и хранения топлива (нефтяники и угольщики), водолеи, завозни и шаландоразгружатели и др.

3. Плавучие строительные механизмы и оборудование для выполнения строительно-монтажных работ: краны, копры, бетонные заводы, механические планировщики и виброуплотнители каменных постелей, кондукторы, массивоукладчики, брандвахты, плавэлектростанции, буровые установки и др.

Содержание строительного технического флота связано с большими денежными затратами. Численность личного состава строи-

тельного технического флота иногда превышает численность рабочих, занятых на строительно-монтажных работах на объекте строительства. От того, насколько эффективно используется строительный технический флот, зависит успешность строительства, себестоимость строительно-монтажных работ и производительность труда рабочих-строителей.

В настоящее время строительный технический флот интенсивно пополняется большегрузными плавучими транспортными средствами, мощными и высокопроизводительными снарядами дноуглубительного флота, плавучими строительными механизмами и оборудованием.

Для обеспечения эффективной и безопасной работы строительного технического флота инженерно-технический персонал строек должен: хорошо знать специфические особенности эксплуатации плавучих средств; уметь организовать высокопроизводительную и бесперебойную трехсменную работу судов и плавмеханизмов, для чего заранее готовить фронт работ и обеспечивать его сборными элементами и материалами, правильно расставлять плавтехсредства; обеспечивать безопасную работу флота; обоснованно подбирать для производства работ наиболее высокопроизводительные и экономичные плавтехсредства; умело планировать работу плавтехсредств с учетом гидрометеорологических условий в районе строительства; своевременно планировать выполнение профилактических, текущих, средних и капитальных ремонтов, правильно составлять схемы швартовки плавтехсредств с учетом необходимости их перемещений в процессе производства вдоль фронта работ.

Для лучшего усвоения материала приведем некоторые понятия и специфические термины, применяемые в судовой практике.

Ватерлинией называется линия пересечения корпуса плавающего судна со спокойной поверхностью воды. Грузовая ватерлиния (ГВЛ) (рис. 8) обозначает величину максимальной загрузки судна.

Наибольшая длина судна ($L_{нб}$) — это расстояние между крайними точками корпуса, измеренное параллельно ГВЛ. Длина расчетная ($L_{\perp\perp}$) — это расстояние между носовым и кормовым перпендикулярами, восстановленными в крайних точках ГВЛ.

Ширина судна (B) измеряется параллельно ГВЛ в наиболее широком месте.

Высотой борта (H) называется расстояние от нижней кромки киля до палубы, измеренное по борту на середине длины судна. Высота надводного борта — это расстояние от ГВЛ до палубы.

Осадкой судна (T) называется расстояние от нижней кромки киля до ГВЛ.

Крен — наклонение судна в поперечной плоскости (с борта на борт).

Дифферент — наклон судна в продольной плоскости; разность между осадками кормой и носом.

Полное водоизмещение — это вес судна со всеми механизмами и судовыми устройствами, а также груза, топлива, смазочных масел, воды, провизии, экипажа, пассажиров, равный весу вытесняемой им воды.

Полная грузоподъемность — количество груза, которое может принять судно сверх собственного веса, включая вес топлива, воды, судовых запасов, экипажа и пр. Чистая грузоподъемность — это вес только груза, который может принять судно, погрузившись до ГВЛ.

Центром тяжести судна называется точка приложения равнодействующей сил тяжести. Чем тяжелее груз и чем ниже он расположен, тем ниже находится центр тяжести судна, и наоборот. Центр тяжести меняет свое положение в соответствии с изменением положения груза и перемещается в сторону перемещения груза, что следует учитывать при загрузке плавсредств перемещающимися и крупногабаритными грузами.

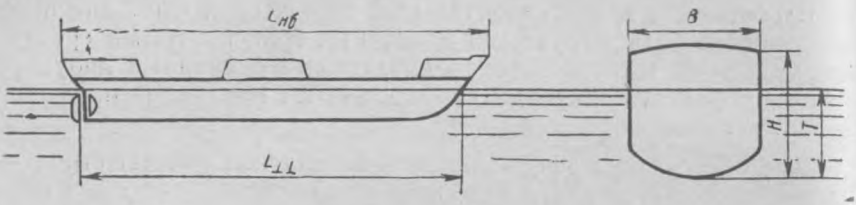


Рис. 8. Главные размерения судна

Остойчивостью судна называется способность судна возвращаться в первоначальное (прямое) положение после воздействия на него внешних сил (ветра, волнения, буксирного конца при повороте). Если судно возвращается в первоначальное положение слишком медленно, то оно имеет малую (недостаточную) остойчивость, если же возвращение происходит слишком быстро, то судно обладает излишней остойчивостью. В первом случае судно может быть опрокинуто, во втором — судно подвергается порывистой качке, которая вредно отражается на корпусе судна, механизмах и грузе. Остойчивость зависит от положения центра тяжести судна, положение которого можно частично регулировать балластом.

Мореходными качествами судна называется совокупность признаков, которые обеспечивают безопасность плавания, перевозки людей, грузов и производства работ. К ним относятся:

прочность корпуса при воздействии на него наибольших допускаемых нагрузок в конкретных условиях (волнение, загрузка, технологические нагрузки и др.);

плавучесть — способность судна плавать, имея заданную нагрузку и определенную осадку; для обеспечения плавучести служат поперечные и водонепроницаемые переборки; запас плавучести тем больше, чем выше надводный борт;

непотопляемость — способность судна оставаться на плаву и сохранять свои мореходные качества при попадании в корпус значительного количества воды;

остойчивость — способность судна противостоять силам, вызывающим наклонение его;

ходкость — способность передвигаться с заданной скоростью в определенных для данного судна условиях;

поворотливость — способность изменять направление движения, а также сохранять устойчивость на курсе.

Для обеспечения безопасности плавания необходимо постоянно следить за исправностью судовых механизмов, а также обеспеченностью спасательными, сигнальными и навигационными средствами, средствами пожаротушения и др.

Технический надзор за всеми самоходными и несамоходными плавучими средствами, независимо от их принадлежности, осуществляет Регистр СССР.

Основные функции Регистра: обмер судна и выдача документа, удостоверяющего регистровую вместимость; установление наименьшей высоты надводного борта; технический надзор за состоянием корпуса судна, механизмов и всех устройств, обеспечивающих безопасность плавания, и выдача удостоверения о мореходности судна; технический надзор за состоянием силовых установок, грузоподъемных механизмов и выдача регистрационных шнуровых книг; контроль за состоянием спасательных средств, средств связи, сигнализации и других специальных устройств.

Инспекторы Регистра СССР освидетельствуют суда с указанием срока следующего освидетельствования. Эксплуатация судов без освидетельствования Регистра либо с просроченным сроком освидетельствования запрещается законом.

Инженерно-технические работники, использующие плавающие средства, должны твердо усвоить, что требования Регистра СССР, направленные на обеспечение безопасности плавания и производства работ на воде, являются обязательными для исполнения.

В процессе производства работ инженерно-технический персонал должен обеспечивать надлежащие безопасные условия для высокопроизводительной работы плавтехсредств и требовать от капитанов или старшин этих средств качественного выполнения работ.

Контроль за качеством выполняемых плавтехсредствами работ осуществляет инженерно-технический персонал строительства. За сохранность плавтехсредств и целость груза несут ответственность капитаны (старшины) судов.

Плавучие транспортные средства разделяются на несамоходные — баржи, шаланды, понтоны, плашкоуты и самоходные — самоходные баржи и шаланды, буксиры и буксирные катера.

Плавсредства делятся также на две группы: предназначенные для работы на акваториях портов и внутренних рейдах и используемые на внешних рейдах и в прибрежных районах.

Буксиры по мощности главных двигателей, мореходным качествам, району плавания и габаритным размерам разделяются на портовые, рейдовые и морские.

Портовые буксиры имеют ограниченный район плавания и предназначены главным образом для работы в закрытых акваториях. Они имеют двигатели небольшой мощности (150—300 *л. с.*) и применяются для буксировочных операций с несамоходными средствами грузоподъемностью до 500 *т* со скоростью 5—6 узлов.

Рейдовые буксиры предназначены для работ на открытых рейдах; двигатели мощностью от 250 до 600 *л. с.* Они могут использоваться для буксировки несамоходных средств грузоподъемностью 1000—1200 *т*.

Морские буксиры с двигателями мощностью 500—1200 *л. с.* и более используются для буксировки несамоходных средств на значительные расстояния.

Строительное управление (плавстройотряд), имеющее свой флот, организует диспетчерскую службу, работающую круглосуточно. Служба обеспечивает постоянную связь с судами и другими плавтехсредствами, находящимися в море или на объектах строительства. Дежурные диспетчеры передают на плавтехсредства приказы и распоряжения, прогнозы погоды и штормовые предупреждения и получают сведения об их местонахождении, произведенной работе и другую информацию для занесения данных в журнал расстановки плавтехсредств и учета выполненных работ. Диспетчерская служба обязана вести оперативный контроль за работой плавтехсредств, обеспечивать своевременное прибытие их на объекты строительства, не допускать простоев, оперативно перемещать (или перебуксировать) плавтехсредства после окончания работы на объекте на другой объект или на базу.

На морских бассейнах имеются базы строительного флота и порты-укрытия, обеспечивающие спокойную стоянку плавтехсредств у причалов, оборудованных швартовными и отбойными приспособлениями. На базах и в портах-укрытиях производится бункеровка плавтехсредств необходимыми горюче-смазочными материалами и пресной водой, обеспечение команд продуктами питания, а также погрузка строительных материалов, изделий, оборудования и т. п., необходимых для доставки на объекты строительства. На базах и в портах-укрытиях в межнавигационный период организуется ремонт плавтехсредств, не нуждающихся в доковании и заводском капитальном ремонте.

В настоящее время созданию портов-укрытий уделяется большое внимание. На Черноморском бассейне построены порты-укрытия в районе Сухуми и планируется постройка еще нескольких портов для строительного технического флота, выполняющего работы на побережье Крыма и Северного Кавказа. Порты-укрытия должны сыграть большую роль в повышении производительности и сохранности строительного флота. Порт-укрытие позволяет в 3—4 раза повысить производительность плавтехсредств на противооползневых работах.

Расположение портов-укрытий вблизи от объектов строительства в значительной мере сокращает затраты времени на переходы и простои плавтехсредств, что дает большой экономический эффект.

Работа плавтехсредств на открытых рейдах и на незащищенных от волнения акваториях допускается только при наличии дежурного (охранного) буксира необходимой мощности, способного при ухудшении погоды или получении штормового предупреждения оперативно перебуксировать плавтехсредства на базу или в порт-укрытие и снять людей с объекта строительства.

Командный состав плавтехсредств, работающих на открытых рейдах, обязан поддерживать постоянную связь с капитанами дежурных буксиров, следить за изменениями гидрометеорологической обстановки, принимать заблаговременные меры на случай шторма и при наступлении неблагоприятной погоды незамедлительно выполнять указания капитанов дежурных буксиров об отходе в укрытие или закреплении на якорях на месте работ. Направлять дежурные буксиры за пределы района производства работ запрещается.

Производители работ и мастера должны создавать безопасные условия для эксплуатации плавтехсредств на месте производства работ. Водные подходы к объекту строительства должны иметь необходимые глубины, дно акватории очищено от затонувших предметов, могущих вызвать повреждение корпусов плавтехсредств; на месте производства работ должны быть расставлены швартовные устройства (бочки, мертвые якоря и т. п.), проходы обозначены вехами и буями; на строящихся сооружениях навешены временные отбойные устройства на случай подхода плавтехсредств. При работе в приливо-отливных районах на рабочих местах должны быть вывешены специальные швартовные расписания; в периоды приливов и отливов должны подаваться предупредительные сигналы о перешвартовке плавтехсредств или выводе их из опас-

ных зон (места перешвартовок должны быть помечены несмываемой краской «прилив» и «отлив»).

Все плавучие средства должны иметь судовые документы, определенные Правилами технической эксплуатации судов морского (речного) флота, Санэпидстанцией Водздравотдела (СЭС) и разрешение к плаванию, выданное Регистром. Переоборудовать суда для установки на них строительных машин, механизмов и оборудования можно только по проекту Регистра, а перед вводом в эксплу-

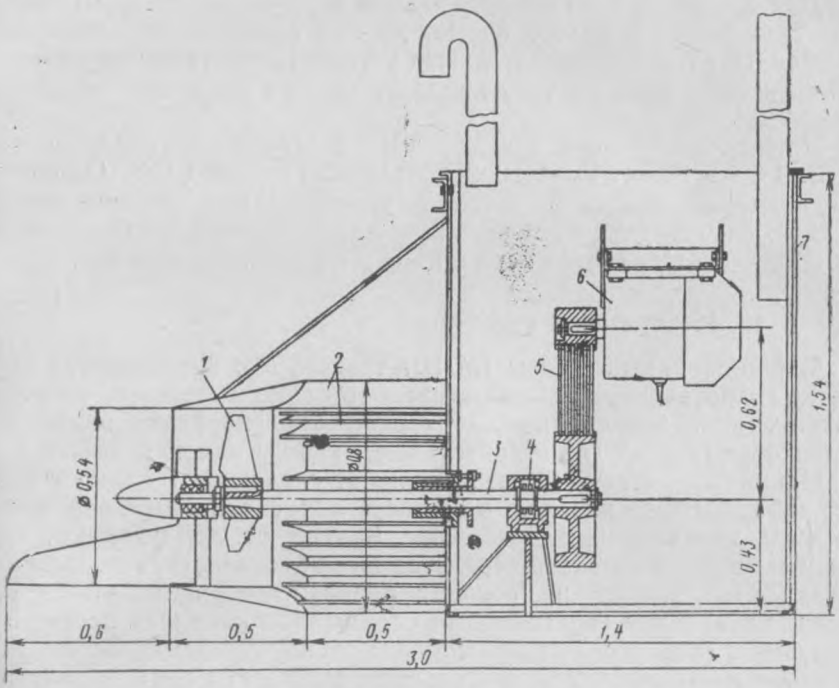


Рис. 9. Потокообразователь:
1 — трехлопастный винт; 2 — цилиндрический тоннель; 3 — вал; 4 — подшипник; 5 — клиноременная передача; 6 — электродвигатель; 7 — водонепроницаемый корпус

атацию переоборудованные суда должны быть освидетельствованы инспекторами Регистра и СЭС.

При эксплуатации судов необходимо руководствоваться: «Уставом службы на судах технического флота» Министерства транспортного строительства, «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при производстве строительно-монтажных работ при постройке портовых гидротехнических сооружений» и Правилами Регистра.

Инженерно-технический персонал управлений, плавучих строительно-монтажных отрядов, участков, в ведении которых находятся суда строительство флота, обязаны сдать экзамен по Правилам

технической эксплуатации и технике безопасности строительного флота.

Зимой эксплуатация плавучих средств осложняется из-за замерзания акватории, обмерзания корпусов судов, попадания снега и льда на движущиеся части механизмов. Для надежной работы при отрицательных температурах воздуха необходимо ежедневно очищать суда от снега и льда, окалывать лед с бортов и посыпать палубу песком. Наибольшую опасность представляет вмерзание судов в ледяной покров.

Для предохранения от обмерзания корпуса судна и возможности производства работ, кроме других способов, рекомендуется применять потокообразовательные установки для поддержания незамерзающих майн по типу используемых на плавучих земснарядах.

Потокообразователь (рис. 9) треста «Трансгидромеханизация» весит 1,6 *т* и может быть смонтирован на понтоне КС-3. Он способен поддерживать майну шириной 40—60 *м* при температуре от —25 до —40° С (при бесперебойной работе), а при температуре от —15 до —20° С, работая периодически по 15—20 *мин* в час.

§ 13. Механизация строительства

Машинопрокатные базы (МПБ) трестов для производства портовых гидротехнических работ предоставляют береговые средства механизации: землеройные, землеройно-транспортные, подъемно-транспортные и другие строительные машины и механизмы.

Машинопрокатные базы выполняют следующее: сдают в прокат на арендных началах, в соответствии с заявками, береговые средства механизации; доставляют, монтируют, демонтируют, пускают и налаживают эти средства на объектах строительства и складах; организуют и проводят планово-предупредительные ремонты механизмов собственными силами или на базах других организаций; обеспечивают правильную эксплуатацию средств механизации на объектах строительства; подбирают и комплектуют квалифицированный обслуживающий персонал; разрабатывают инструкции, наставления по уходу за механизмами и правила технической эксплуатации; ведут контроль за соблюдением правил техники безопасности при производстве работ.

В состав базы механизации включаются: парк машин и механизмов, ремонтно-механическая мастерская, открытые площадки, навесы и теплые боксы для стоянки и ремонта механизмов, материальный склад и инструментальная кладовая, блок административно-хозяйственных и бытовых помещений, склады горюче-смазочных материалов, кислорода и другие вспомогательные здания и сооружения.

Для обслуживания производства линейных работ МПБ имеют передвижные (на автомобильном ходу) ремонтно-механические мастерские.

Плавучие механизмы — плавкраны, плавкопры и др., обслуживающие морское строительство, находятся в ведении плавстрой-

отрядов или других специализированных строительных управлений. Эти организации выделяют флот в самостоятельное оперативное подразделение, осуществляющее эксплуатацию плавтехсредств. Ремонт плавучих механизмов выполняется силами строительных организаций при участии личного состава флота или на судоремонтных предприятиях управлений технического флота и пароходств.

Уровень использования наличного парка строительных машин и механизмов оценивается по показателям:

коэффициенту технической готовности парка

$$k_т = \frac{n_и}{n_с}, \tag{3}$$

где $n_и$ и $n_с$ — количество исправных и списочное число машин каждого типа, соответственно;

коэффициенту использования машин во времени в течение смены

$$k_{см} = \frac{t_ф}{t_{пл}}, \tag{4}$$

где $t_ф$ и $t_{пл}$ — время фактической работы машины в течение смены и плановая длительность смены, *ч*, соответственно;

коэффициенту использования машин во времени в течение суток

$$k'_{см} = \frac{n_ф}{n_{пл}}, \tag{5}$$

где $n_ф$ и $n_{пл}$ — число фактически отработанных машиной смен в сутки и число запланированных смен работы машины в сутки, соответственно.

Для повышения эффективности использования строительных машин во времени необходимо так организовать производство работ и техническое обслуживание машин, чтобы значения перечисленных коэффициентов были близки к единице.

Потребность объектов строительства в строительных машинах, механизмах и транспортных средствах определяется расчетом на основе действующих нормативных документов.

Обеспечение объектов береговыми строительными машинами и механизмами осуществляют машинопрокатные базы, а автотранспортными средствами — автотранспортные конторы трестов. Плавтехсредствами объекты строительства обеспечиваются за счет собственного флота строительных подразделений или на арендных началах, если флот выделен в самостоятельную единицу треста, либо у других организаций.

Мощность строительно-монтажных организаций (в руб.) определяется по формуле

$$M = \Sigma Ф Ф_0 k_ф, \tag{6}$$

где $\Sigma Ф$ — полная первоначальная стоимость активной части производственных фондов (строительных машин, механизмов, плавтехсредств и т. п.), руб.;

Φ_0 — фондоотдача, характеризующая выпуск продукции (выполнение строительно-монтажных работ) на 1 руб. стоимости активной части производственных фондов;

$k_ф$ — коэффициент повышения объема выполнения строительно-монтажных работ, зависящий от показателя стоимости, уровня механовооруженности труда и степени использования активных производственных фондов во времени.

Фондоотдача определяется по формуле

$$\Phi_0 = \frac{Q_р'}{\Sigma \Phi}, \tag{7}$$

где $Q_р'$ — полный объем строительно-монтажных работ, выполненных собственными силами данной строительной организации (объем производства), руб.

Уровень механизации работ характеризует степень замены ручного труда механизированным и определяется в процентах по каждому виду работ (отношение объема работ, выполняемых механизированным способом, к суммарному объему данного вида работ, выполняемых с помощью механизмов и вручную). Повышение уровня механизации, особенно трудоемких и тяжелых работ, способствует наращиванию производственных мощностей строительных организаций и улучшению технико-экономических показателей их работы.

В практике планирования, учета и анализа механизации работ применяются два показателя: уровень частичной механизации работ, когда механизированным способом выполняются только основные, наиболее трудоемкие работы, входящие в комплекс производственных процессов по данному виду работ, и уровень комплексной механизации, когда все производственные процессы, входящие в комплекс, выполняются механизированным способом.

Уровень механизации определяется по формуле

$$У_м = \frac{Q_{мех}}{Q_{общ}} 100, \tag{8}$$

где $Q_{мех}$ и $Q_{общ}$ — объем механизированных (или комплексно-механизированных) работ и общий (суммарный) объем работ.

Уровень механизации труда определяется как дополнительный экономический показатель, характеризующий комплектность механизации и степень приложения ручного труда. Он определяется как отношение количества рабочих, занятых на механизированных процессах (или отработанного ими времени), к общему количеству рабочих (или к отработанному ими времени) по формуле

$$У_{м.тр} = \frac{\bar{ч}_р'}{\bar{ч}_р} 100, \tag{9}$$

где $\bar{ч}_р$ и $\bar{ч}_р'$ — среднесписочная численность рабочих общая и на механизированных работах.

Уровень механизации труда всегда меньше уровня механизации работ, так как производительность труда рабочих на механизированных участках во много раз превышает производительность труда рабочих, занятых ручным трудом.

Уровень механовооруженности строительства характеризует степень оснащенности строительства механизмами, плавтехсредствами и оборудованием и определяется как отношение балансовой стоимости всего парка механизмов, плавтехсредств и оборудования, имеющихся в распоряжении строительства, к годовой программе строительно-монтажных работ

$$У_{м.в}=\frac{S_{м.п.о.}}{Q_{с.м}}100, \qquad (10)$$

где $S_{м.п.о}$ — стоимость механизмов, плавтехсредств и оборудования (по бухгалтерским данным), тыс. руб.;

$Q_{с.м}$ — объем строительно-монтажных работ, тыс. руб.

Уровень механовооруженности труда характеризует степень оснащенности строительства механизмами, плавтехсредствами и оборудованием и определяется как отношение стоимости парка механизмов, плавтехсредств и оборудования к среднесписочной численности рабочих

$$У_{м.в.тр}=\frac{S_{м.п.о.}}{\bar{ч}_р}. \qquad (11)$$

Уровень энерговооруженности строительства характеризует энерговооруженность рабочих и определяется как отношение мощности двигателей всех механизмов и плавтехсредств, имеющихся в данной строительной организации, к среднесписочному количеству персонала на строительстве по формуле

$$У_э=\frac{N_{дв}}{\bar{ч}_п}, \qquad (12)$$

где $N_{дв}$ — мощность двигателей всех механизмов и плавтехсредств, *л. с.* или *квт;*

$\bar{ч}_п$ — среднесписочная численность персонала строительства.

В настоящее время в транспортном строительстве есть возможности для полного перехода от механизации отдельных процессов к полной комплексной механизации строительного производства, при которой работы выполняются с помощью комплектов машин, взаимно дополняющих друг друга и увязанных между собой по основным параметрам и расположению в механизированной цепи.

Сущность комплексной механизации производственных процессов характеризуется следующими основными принципами: механизация всех взаимосвязанных основных и вспомогательных операций; применение комплекта взаимосвязанных машин; единство производительности машин, входящих в данный комплект; непрерывность и равномерность производственных процессов.

Несоблюдение части этих принципов нарушает комплексность механизации работ.

Строительные процессы могут выполняться одним или несколькими комплектами машин, работающими параллельно или последовательно. В каждом комплекте должна быть одна или несколько ведущих машин, а также вспомогательные машины.

Ведущей называется машина, с помощью которой выполняется основная операция производственного процесса. По ней определяется производительность вспомогательных машин, т. е. всего комплекта. Эксплуатационная производительность $П_{э.в}$ ведущей машины должна быть равной или несколько меньше производительности $П_{э.к}$ вспомогательных машин

$$П_{э.в} \leqslant П'_{э.к} \leqslant П''_{э.к} \leqslant \ldots \leqslant П^{n}_{э.к}. \quad (13)$$

Требование, удовлетворяющее нормальному использованию комплекта машин, может быть выражено равенством

$$П_{э.к.м} = I, \quad (14)$$

где $П_{э.к.м}$ — эксплуатационная производительность комплекта машин в смену, определяемая по производительности ведущей машины;

I — интенсивность потока работ в смену, запланированная для данного комплекта машин.

$$I = \frac{Q_р}{t_п}, \quad (15)$$

где $Q_р$ — общий объем работ;

$t_п$ — продолжительность частного потока.

Количество комплектов машин $m_к$, необходимых для выполнения работ при заданной интенсивности потока I', определяется формулой

$$m_к = \frac{I'}{П_{э.к.м}}. \quad (16)$$

Комплект машин, принятый для выполнения одного частного потока работ, оказывает влияние на выбор комплекта машин для выполнения другого частного потока. Работа одного комплекта не должна сдерживать работу другого и весь строительный процесс в целом.

Сменный режим работы каждого из комплектов машин либо отдельной машины может быть разным, так как не всегда представляется возможным обеспечить соответствие их производительности в одинаковые отрезки времени.

Большое значение для повышения производительности труда рабочих имеет также и малая механизация — применение различных электрифицированных, пневматических и других механизированных инструментов.

§ 14. Организация складского хозяйства и материально-техническое снабжение

Рациональная организация складского хозяйства не только обеспечивает сохранность материальных ценностей, но и способствует четкому и бесперебойному снабжению строительства матери-

ально-техническими ресурсами. Кроме того, в функции складского хозяйства входят приемка и выгрузка материалов, полуфабрикатов, сборных изделий и различного оборудования, их размещение и хранение, отпуск и учет их движения.

Склады различаются по назначению и территориальному расположению, по способу хранения и номенклатуре материалов (табл. 4).

Таблица 4

Назначение и территориальное расположение	Способ хранения (в зависимости от свойств хранимых материально-технических ресурсов и продолжительности эксплуатации складов)	Номенклатура материалов
Центральные базисные склады трестов	Открытые для хранения нерудных материалов, бетонных, железобетонных и других изделий, не требующих защиты от атмосферных осадков	Специализированные, для хранения одного вида материала (отапливаемые и неотапливаемые)
Материальные склады стройуправлений (плавстройотрядов)	Полузакрытые (навесы) для хранения строительных машин, механизмов и оборудования, а также материалов, не изменяющих свои свойства от перемены температуры и влажности воздуха, но требующих защиты от воздействия солнечной радиации и осадков (толь, рубероид, битум, деревянные детали и т. п.)	Универсальные (отапливаемые и неотапливаемые)
Перевалочные (перегрузочные) склады для кратковременного хранения		
Приобъектные временные склады	Закрытые для хранения горюче-смазочных, взрывчатых и других материалов, инструмента, ценного инвентаря и оборудования, дорогостоящих и портящихся на открытом воздухе материалов	
Склады подсобных предприятий, в том числе: парки хранения массивов; склады готовой продукции заводов и полигонов		

Размещение складов должно выполняться с учетом определенных требований. Склады с длительным периодом эксплуатации размещаются на строительных площадках, не подлежащих в этот период застройке. Временные сборно-разборные или передвижные склады следует располагать вблизи от пунктов потребления и транспортных коммуникаций, в радиусе действия подъемно-транспортных механизмов, обслуживающих строительство. Складские площади рассчитываются с учетом сводной нормы запаса материалов и изделий.

Площадь склада слагается из полезной и вспомогательной площадей. Расчетная величина полезной складской площади зависит от установленного способа укладки материалов и определяется по формуле

$$S_{\text{п}} = \frac{P}{H} м^2, \qquad (17)$$

где P — максимальное количество материалов, подлежащее хранению на складе;

H — норма укладки материала на 1 $м^2$ полезной площади склада.

Общая площадь склада определяется

$$S_{общ} = \frac{S_п}{k} м^2, \qquad (18)$$

где k — коэффициент использования площади склада (при хранении материалов в стеллажах $k=0{,}3 \div 0{,}4$; в закромах $k=0{,}6 \div 07$; в штабелях $k=0{,}4 \div 0{,}7$).

В целях рационального использования складских площадей для хранения сыпучих материалов рекомендуется использовать подпорные стенки из сборных железобетонных элементов уголкового профиля с контрфорсами, позволяющими увеличить высоту штабелирования и сократить на 15—20% площадь складирования.

В зависимости от вида материалов и изделий определяют условия хранения и способы механизации перегрузочных операций.

Организация хранения материально-технических ресурсов должна обеспечивать рациональное использование площади склада, сохранность материальных ценностей, беспрепятственное и четкое выполнение приемо-сдаточных операций, а также удобное размещение материалов и изделий.

При укладке материалов и сборных элементов в штабели необходимо учитывать несущую способность основания (пола) склада, правила техники безопасности и противопожарной техники.

Комплексы портовых гидротехнических строек, как правило, несерийные. Номенклатура и ассортимент материалов различны не только для разных объектов, но и для разных периодов строительства. Потребность в материально-технических ресурсах постоянно изменяется в зависимости от этапа строительства и времени года, достигая, обычно, максимальных значений во втором и третьем кварталах, т. е. в наиболее благоприятный по гидрометеорологическим условиям период строительства. Эти технико-экономические особенности портового строительства влияют на организацию материально-технического снабжения объектов.

Различают три формы снабжения морского строительства материально-техническими ресурсами: фондируемое, централизованное и децентрализованное.

Фондируемое снабжение осуществляется по планам материально-технического снабжения, утвержденным Госпланом СССР, через Государственный комитет по материально-техническому снабжению при Совете Министров СССР. Фондирование применяется для снабжения только наиболее важными и дефицитными материалами и оборудованием (металл, цемент, лес, трубы, кабельные изделия, строительные машины, механизмы, плавучие и транспортные средства).

По централизованному снабжению строительство получает менее дефицитные ресурсы от предприятий Главстройпрома по плану, утвержденному министерством.

Разработка сводных планов снабжения (фондируемого и централизованного), обоснование и защита заявок, реализация выделенных фондов возложены на главные управления снабжения министерств.

По децентрализованному снабжению поставки материалов и изделий осуществляются собственными силами строительных организаций за счет местных ресурсов.

Отдаленность объектов строительства от пунктов производства материалов и изделий (карьеров, заводов и т. п.), разобщенность объектов и, часто, удаление их от берега, а также неравномерность поступления и потребления ресурсов вызывают большие транспортные затраты на доставку материалов и изделий, необходимость создавать временные береговые перевалочные площадки и склады и иметь материальные запасы.

Расчет потребности в материальных ресурсах для портового гидротехнического строительства выполняется на основании рабочих чертежей и нормативных документов, в которых указаны нормы расхода материалов на единицу работы (СНиП)*.

Плановая потребность в материальных ресурсах определяется по формуле

$$З_к = Р + Н_з - О_{ож}, \qquad (19)$$

где $З_к$ — плановая потребность в материале или изделиях данного вида в физических единицах;

$Р$ — расход материала или изделий до конца планируемого года (или для выполнения заданного объема работ) в физических единицах;

$Н_з$ — норматив запаса на 1 января планового года (или на начало планируемого периода);

$О_{ож}$ — ожидаемые (переходящие) остатки материала или изделий в физических единицах.

Последняя величина определяется как

$$О_{ож} = О_ф + П_{ож} - Р_{ож}, \qquad (20)$$

где $О_ф$ — фактический остаток материала или изделий по бухгалтерским учетным данным на первое число месяца, в котором составляется план снабжения;

$П_{ож}$ — ожидаемое поступление материала или изделий до конца года (или конца планируемого периода);

$Р_{ож}$ — предлагаемый расход материала до конца года (или конца планируемого периода).

Размер необходимых производственных запасов определяется в плановом порядке нормами и нормативами, установленными вышестоящими организациями.

Нормой называется относительное выражение величины запаса в днях среднесуточного потребления.

---

* Укрупненных показателей расхода материалов на 1 млн. руб. капитальных вложений (сметной стоимости) для портового гидротехнического строительства нет.

Нормативом называется абсолютная величина запаса в натуральном или денежном выражении.

Нормы и нормативы производственных запасов определяют предельно допустимый плановый объем материальных ресурсов, минимально необходимый строительно-монтажной организации и достаточный для бесперебойного ведения работ.

Норматив запаса определяется формулой

$$H_з = \frac{PH}{t_{пл}}, \tag{21}$$

где H — норма производственного запаса, дни;

$t_{пл}$ — число дней в планируемом периоде.

Нормы производственного запаса суммируются из следующих норм.

1. Текущих запасов, организуемых на период между двумя поставками какого-либо материала или вида изделий и зависимых от частоты поставок.

Средняя частота поставок в днях равна

$$ч = \frac{\Sigma t}{n-1}, \tag{22}$$

где Σt — сумма фактических интервалов между поставками, дни (принимается по статистическим данным за прошедший период);

n — количество поставок в плановый период.

Норма текущего запаса $З_{тек}$ в днях должна быть больше средней частоты поставок.

2. Подготовительных запасов, необходимых на время обработки и доставки материалов или изделий на объект строительства со складов,

$$З_{подг} = t_{обр} + t_{тр}, \tag{23}$$

где $З_{подг}$ — норма подготовительного запаса, дни;

$t_{обр}$ — время на обработку материала или изделия, дни;

$t_{тр}$ — время на транспорт материала или изделия после обработки от склада до места укладки в дело, дни.

3. Страховых (гарантийных) запасов, необходимых на случай срыва очередной поставки материалов или изделий,

$$З_{стр} = t_1 + t_2, \tag{24}$$

где $З_{стр}$ — норма страхового запаса, дни;

t_1 — время, необходимое для обеспечения срочной отгрузки материала, дни ($t_1 = 2 \div 3$ дня);

t_2 — время пребывания отгруженного материала или партии изделий в пути, дни.

4. Сезонных запасов, создаваемых на время межнавигационного периода

$$З_{сез} = \overline{P} t_{пер}, \tag{25}$$

где $З_{сез}$ — норма сезонного запаса, в физических показателях;

$\overline{P}$ — среднедневная потребность в материалах в физических показателях;

$t_{пер}$ — перерыв в поставках по гидрометеорологическим условиям, дни.

Сводная норма производственного запаса материалов или изделий в натуральных показателях определяется формулой

$$H = (З_{тек} + З_{подг} + З_{стр})\,\overline{P} + З_{сез}. \qquad (26)$$

Различают складскую и транзитную схемы продвижения готовой продукции от склада завода-поставщика до объекта строительства (рис. 10). При складской схеме продукция сначала поступает на базу сбытовой или снабженческой организации, а затем эти организации поставляют ее потребителю. При транзитной схеме продукция поступает непосредственно от поставщика к потребителю, минуя промежуточные базы. Транзитная схема наиболее экономична и прогрессивна, так как позволяет снизить затраты на материалы за счет транспортных и заготовительно-складских расходов, а также снизить время доставки материалов и изделий.

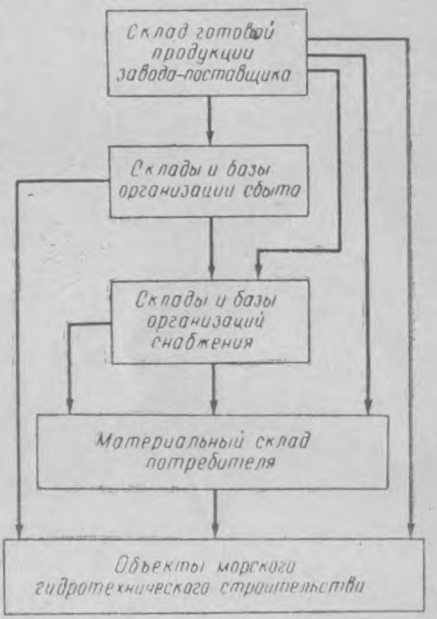


Рис. 10. Схема снабжения строительства

Количество, качество, размеры, марки, сорта материалов и изделий должны соответствовать заявленным объемам, отвечать требованиям ГОСТов, технических условий и проекта. Поставщики обязаны приложить к продукции документы, характеризующие ее качество (технические паспорта, сертификаты и т. п.).

Учет материальных ценностей имеет важное значение в работе органов материально-технического снабжения строек. Бухгалтерский учет движения материалов призван обеспечить постоянный контроль за правильностью использования, сохранностью и созданием запасов материальных ресурсов, возможностью получения достоверных сведений о наличии, поступлении и расходовании их.

Основой бухгалтерского учета являются карточки складского количественного и сортового учета материальных ценностей и лимитные карты на фондируемые материалы. Для проверки данных учета, качества наличных ресурсов, выявления недостач и излишков периодически проводят частичную (выборочную) и полную (сплошную) инвентаризации.

В некоторых строительных организациях стал применяться прогрессивный вид учета материальных ценностей с помощью перфокарт.

§ 15. Временное обеспечение строительства водой и электроэнергией

Общая потребность строительства в водных и энергетических ресурсах на стадии технического проекта может быть определена по укрупненным нормативам на 1 млн. руб. годовой стоимости строительно-монтажных работ. Однако при разработке проектов производства работ используются более точные методы расчетов.

Вода на строительной площадке расходуется на производственные (технологические) и хозяйственные нужды, для питья, а также на пожаротушение.

Максимальный часовой расход воды на производственные нужды определяется формулой

$$Q_1 = 0{,}000143 n_т q_{уд} k_ч \ м^3, \qquad (27)$$

где $n_т$ — максимальное количество единиц транспорта, установок или объем работ в смену, определенный по графику производства работ;

$q_{уд}$ — удельный расход воды на производственные нужды, *л* (см. табл. 5);

$k_ч$ — коэффициент часовой неравномерности потребления воды (см. табл. 6).

Максимальный часовой расход воды на хозяйственные нужды и питье

$$Q_2 = 0{,}000143 n_р q_р k_ч \ м^3, \qquad (28)$$

где $n_р$ — максимальное число работающих в смену;

$q_р$ — расход воды на одного работающего, *л*.

Часовой расход воды на охлаждение двигателей внутреннего сгорания

$$Q_3 = \frac{1{,}2 q_у N}{1000} \ м^3, \qquad (29)$$

где $q_у$ — удельный расход воды, *л*, на 1 *л.с.-ч* на охлаждение двигателя;

N — мощность двигателя внутреннего сгорания, *л. с.*

Часовой расход воды на питание котлов

$$Q_4 = 0{,}001 P m q_к \ м^3, \qquad (30)$$

где P — поверхность нагрева котла, $м^2$;

m — паропроизводительность с 1 $м^2$ поверхности нагрева котла, *кг* (15—30 *кг*);

$q_к$ — расход воды из 1 *кг* пара (при использовании конденсата $q_к = 0{,}15 \div 0{,}25$ *л*).

Таблица 5

Цель потребления	Единица измерения	$q_{уд}$, *л*	Примечание
Погружение свай с использованием подмыва при напоре струи 6—10 *атм*	1 сопло в 1 *мин*	250—400	Морская вода
Увлажнение грунта в насыпи (песка)	1 $м^3$	130—160	„ „
Плавучие паровые копры с молотом весом 2,5—4 *т* . . .	1 машино-смена	3000—4000	Пресная вода
Паровой молот весом 1 *т*	1 машино-смена	1200—1600	„ „
Дноуглубительные снаряды дизель-электрические	1 *квт-ч* мощности двигателей	4	„ „
Экскаваторы с двигателями внутреннего сгорания	*машино-ч*	10—15	„ „
Приготовление бетона в бетономешалке	1 $м^3$	210—400	Для надводного бетона — пресная, для подводного — морская вода
Изготовление железобетонных конструкций	1 $м^3$	150—250	Пресная вода
Изготовление железобетонных конструкций с применением пропаривания	1 $м^3$	400—500	„ „
Поливка сборных бетонных и железобетонных изделий . .	1 $м^3$	200—250	Пресная и морская вода
То же, монолитного бетона и железобетона	1 $м^3$ в сутки	200—400	Пресная и морская вода
Паровые котлы (для парообразования):			
с использованием конденсата	1 *кг* пара	0,15—0,2	Пресная вода
без использования конденсата	1 *кг* пара	1,0—1,2	То же
Двигатели внутреннего сгорания при прямоточном охлаждении	1 *л. с.-ч*	15—40	„ „
Компрессорные станции . .	1 $м^3$ воздуха	5—10	„ „
Тракторы (бульдозеры) при работе в две смены	1 трактор в сутки	300—600	„ „

Таблица 6

Наименование потребителей	Значение $k_ч$
Строительно-монтажные работы	1,5
Силовые установки	1,1
Предприятия производственно-технической базы	1,25
Транспортное хозяйство	1.5—2,0
Хозяйственно-питьевые расходы на объекте строительства	3,0

Общий расчетный секундный расход воды на строительстве находится по формуле

$$q_{расх} = q_п + q_{пож} \quad л, \tag{31}$$

где $q_п$ — расчетный секундный расход воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды, *л/сек*;

$q_{пож}$ — расчетный секундный расход воды на противопожарные нужды, *л/сек* ($q_{пож} = 5$ *л/сек*).

В свою очередь

$$q_п \approx 0{,}278 \Sigma Q, \tag{32}$$

где ΣQ — суммарный максимальный часовой расход воды, $м^3/ч$;

$$\Sigma Q = (Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n).$$

Временную водопроводную сеть рассчитывают на период наиболее интенсивной работы. Диаметр трубопровода

$$D = 29\sqrt{q} \quad мм, \tag{33}$$

где q — расчетный расход воды, *л/сек*.

Для прокладки временных водопроводных сетей рекомендуется применять инвентарные переносные трубопроводы, гибкие рукава и шланги с быстроразъемными соединениями.

Источниками водоснабжения портового строительства могут служить:

действующие водопроводы, расположенные вблизи от места строительства, и природные источники водоснабжения — подземные и поверхностные водоемы.

Целесообразно использовать в первую очередь постоянные водопроводные сети строящегося (реконструируемого) предприятия и, где возможно, применять воду из водоема, подаваемую насосными установками. Система временного водоснабжения строительства водой должна обеспечить подачу требуемого количества воды надлежащего качества и с достаточным напором.

Проектирование временного электроснабжения портового строительства выполняется в такой последовательности.

1. Определяется потребная мощность источников временного электроснабжения на основе расчета электрических нагрузок токоприемников (электродвигателей, сварочной аппаратуры, осветительных установок и т. п.).

2. Выбирается тип, мощность и расположение источников электроснабжения.

3. Проектируются временные сети электроснабжения с определением типов сечения проводов и кабелей и трасс их прокладки.

Максимальная суммарная активная нагрузка токоприемников определяется по формуле

$$P_{max} = P_y \bar{k}_c \quad кв\,т, \tag{34}$$

где P_y — суммарная установленная (номинальная) мощность токоприемников, *квт*;

$\bar{k}_c$ — средневзвешенный коэффициент спроса (см. табл. 7).

Расчетная максимальная суммарная нагрузка на трансформаторной подстанции или электростанции определяется формулой

$$S_{max} = \frac{P_{max}}{\cos\varphi} \quad ква, \tag{35}$$

где $\cos\varphi$ — среднерасчетный коэффициент мощности (см. табл. 7).

Потребная мощность трансформаторов или электростанций

$$P_{тр} = S_{макс} k_{мн} \quad ква, \tag{36}$$

где $k_{мн}$ — коэффициент совпадения нагрузок (принимается 0,75—0,85).

Таблица 7

Характеристика нагрузок	Значения коэффициентов	
	k_c	$\cos\varphi$
Краны (экскаваторы) с электроприводом, 1—3 шт.	0,5	0,6
Вибропогружатели	0,7	0,75
Компрессоры	0,6	0,75
Насосы	0,6	0,75
Электросварочные агрегаты	0,3—0,35	0,4—0,6
Механизмы непрерывного транспорта	0,5	0,6
Переносные электромеханизмы	0,1	0,4
Бетонные узлы	0,4	0,5
Трансформаторный прогрев бетона	0,7	0,75
Электрическое освещение:		
наружное	1	1
внутреннее (кроме складов)	0,8	1
освещение складов	0,35	1

Источниками временного электроснабжения портового строительства служат существующие постоянные источники питания — трансформаторные подстанции, электростанции строящегося (реконструируемого) предприятия.

Схема временного электроснабжения должна обеспечить надежную и бесперебойную подачу электроэнергии к местам потребления. Для временного электроснабжения используются воздушные и кабельные сети. Воздушные сети рассчитываются по величине моментов нагрузки с учетом материала проводников, их механической прочности и климатических условий в районе строительства. Силовые кабели применяются в случаях, когда по условиям производства работ или по условиям техники безопасности устройство вре-

менных воздушных линий недопустимо. В пределах береговой строительной площадки применяются силовые кабели с алюминиевыми жилами в алюминиевых или пластиковых оболочках (марки ААБ, ААБГ, ААГ и др.), а за пределами площадки, при входе на акваторию — специальные кабели в водонепроницаемых оболочках (марки ГТШ-6000 и др.).

Для освещения строительно-монтажных работ используются прожекторы заливающего света и светильники различных типов. Их устанавливают группами или в одиночку на сборно-разборных переносных опорах и стойках, на постоянных или временных мачтах или на сооружении.

§ 16. Горизонтальный транспорт и дороги

Большая материалоемкость портовых гидротехнических сооружений требует перевозок значительного количества различных грузов. В перевозках участвуют железнодорожные, автомобильные и водные транспортные средства. Железнодорожный транспорт используется, обычно, для доставки грузов по весу и габаритам, отвечающим условиям перевозки от франко-станций отправления (пунктов производства) до франко-станций назначения. Доставка грузов непосредственно к месту возведения объекта от станций назначения, большей частью, осуществляется другими средствами транспорта— автомобилями, баржами, шаландами и т. п.

Транспорт в строительстве подразделяется на внешний и внутрипостроечный. К внешнему относится транспорт, доставляющий грузы с предприятий-поставщиков, с межобластных или центральных баз снабжения. К внутрипостроечному относится транспорт, доставляющий сборные элементы, материалы и оборудование с внутренних складов, бетонных заводов, производственных предприятий треста, а также технологический транспорт.

Средства внутрипостроечного транспорта выбираются в зависимости от: дальности перевозок; наличия и мощности погрузочно-разгрузочных машин и механизмов; наличия, состояния и грузонапряженности подъездных путей и дорог; стоимости перевозок и перегрузочных операций.

Эффективность работы внутрипостроечного транспорта зависит также от выбранной транспортной схемы перевозки.

Большое влияние на себестоимость строительно-монтажных работ оказывает схема переработки доставленных грузов.

Наиболее рациональной схемой является работа по прямому варианту, т. е. укладка материалов и изделий с транспортных средств непосредственно в дело (работа «с колес» или «с плавсредств») без дополнительных перегрузочных операций и промежуточного складирования. Рациональны также контейнерные перевозки грузов.

При строительстве новых портов или объектов, находящихся на значительном расстоянии от действующих транспортных магистралей, в подготовительный период выполняются работы по прокладке временных и части постоянных рельсовых путей и автомобильных дорог, предусмотренных проектом для нужд строительства.

Потребное количество транспортных средств определяется расчетом.

Производительность бортовых автомобилей, автосамосвалов и тракторных поездов определяется по формуле

$$П_э = \frac{480 P k_и}{T_ц} \quad т/смену, \qquad (37)$$

где P — грузоподъемность транспортной единицы, *т*;

$k_и$ — коэффициент использования транспортных машин во времени (0,74÷0,83);

$T_ц$ — продолжительность рейса (цикла) машины, *мин*.

Продолжительность рейса

$$T_ц = t_н + t_р + t_м + \left(\frac{L}{v_{гр}} + \frac{L}{v_п}\right) k_р \ , \qquad (38)$$

где $t_н$ — продолжительность загрузки транспортной единицы, *мин* (определяется по ЕНиР);

$t_р$ — продолжительность разгрузки транспортной единицы, *мин* (для автосамосвала 1 *мин;* для саморазгружающихся тракторных прицепов 1,5—2 *мин*);

$t_м$ — продолжительность маневрирования, *мин* (для автосамосвалов 1 *мин*; для автомобильных и тракторных поездов 1,5—2 *мин*);

L — дальность перевозки, *км;*

$v_{гр}$ и $v_п$ — соответственно, средние скорости движения в груженом и порожнем состоянии, *км/мин*;

$k_р$ — коэффициент увеличения времени пробега от замедлений и торможения (табл. 8).

Таблица 8

Расстояние перевозки	$k_р$	Расстояние перевозки	$k_р$
0,25	1,2	2,0	1,04
0,5	1,1	5,0	1,02
1,0	1,05	Более 5,0	1

При перевозке грунта производительность определяется формулой

$$П_э = \frac{480 \ k_и}{T_ц \ \gamma} \quad м^3/смену, \qquad (39)$$

где γ — объемный вес грунта, $т/м^3$.

Работа автомобильного транспорта планируется в соответствии с календарным планом производства работ и расчетной потребностью в строительных материалах.

Суточный грузооборот для грузов, подлежащих перевозке на автомобилях, определяется по формуле

$$Q_{сут} = \frac{Q_р}{t_р} k_н \quad т, \qquad (40)$$

где $Q_р$ — грузооборот в расчетный период строительства, *т*;
$t_р$ — количество рабочих дней в расчетный период;
$k_н$ — коэффициент неравномерности перевозок (~1,2).

Грузооборот в тонно-километрах равен произведению количества перевезенного груза на расстояние перевозки по каждой ездке.

Потребное количество автомобилей определяется по формуле

$$n=\frac{\Sigma Q T'_ц}{t'_р q_п}, \qquad (41)$$

где n — потребное количество автомобилей по заданному маршруту, шт.;
ΣQ — суммарное количество груза, перевозимое в расчетный период по заданному маршруту, *т*;
$T'_ц$ — продолжительность одного рейса, *ч*;
$t'_р$ — продолжительность работы автомобиля в расчетный период, *ч*;
$q_п$ — полезная грузоподъемность автомобиля (0,9÷0,95 от грузоподъемности), *т*.

Для морских перевозок строительных грузов задача сводится к определению минимального количества плавучих транспортных единиц, обеспечивающих заданный грузооборот,

$$n_с = \frac{\Sigma Q t_ц k_м}{\alpha q k_1}, \qquad (42)$$

где $n_с$ — количество плавучих транспортных единиц заданной группы, шт.;
ΣQ — грузооборот в расчетный период, *т*;
$t_ц$ — продолжительность одного рейса, *ч*;
q — грузоподъемность плавединицы заданной группы, *т*;
α — коэффициент использования грузоподъемности плавединицы (0,5÷1);
$k_м$ — коэффициент влияния гидрометеорологических факторов ($k_м \geqslant 1$);
k_1 — коэффициент использования плавединиц во времени ($k_1 \leqslant 1$).

Продолжительность одного рейса плавединицы определяется из выражения

$$t_ц = \frac{q}{I_1} + t'_{всп} + \frac{q}{I_2} + t''_{всп} + \frac{L}{v_{гр}} + \frac{L}{v_{пар}} + t_{ман}, \qquad (43)$$

где I_1 и I_2 — соответственно интенсивность погрузки и выгрузки, *т/плавединицы-ч;*
$v_{гр}$ и $v_{пар}$ — скорость движения плавединицы в груженом и порожнем состоянии, *км/ч* или *миль/ч*;
$t'_{всп}$ и $t''_{всп}$ — продолжительность вспомогательных операций при погрузке и выгрузке, *ч*;
L — протяженность между конечными пунктами, *км* (или *миль*);
$t_{ман}$ — продолжительность маневровых операций, *ч*.

Количество груза, которое может быть перевезено в единицу времени на определенном участке железнодорожного пути с учетом интенсивности движения, называется провозной способностью железнодорожного транспорта.

При однопутной схеме движения (маятниковой), когда на перегоне может находиться не более одного железнодорожного состава, пропускная способность участка пути, т. е. максимальное число транспортных поездов, которое может быть пропущено через этот участок пути в один час, определяется формулой

$$N_{\text{п}} = \frac{T_{\text{с}}}{t_{\text{ц}}}, \tag{44}$$

где $T_{\text{с}}$ — продолжительность рабочей смены, *ч*;

$t_{\text{ц}}$ — продолжительность одного оборота состава, *ч*.

Суточная провозная способность участка пути

$$Q_{\text{пр}} = \frac{24Q_1}{t_{\text{ц}}}T, \tag{45}$$

где Q_1 — полезная нагрузка поезда, *т*.

В свою очередь

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + \frac{L}{v_{\text{гр}}} + \frac{L}{v_{\text{пор}}} + t_{\text{ман}}, \tag{46}$$

где $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{р}}$ — время погрузки и разгрузки состава, *ч*;

$v_{\text{гр}}$ и $v_{\text{пор}}$ — скорость движения состава с грузом и без груза, *км/ч*;

$t_{\text{ман}}$ — время маневровых операций, *ч*;

L — расстояние перемещения состава в одном направлении, *км*.

Потребное количество единиц подвижного состава (вагонов или платформ) определяется по формуле

$$n_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{по}}\, t_{\text{ц}}}{24q}, \tag{47}$$

где q — полезная грузоподъемность единицы подвижного состава, *т*.

Для строительства автомобильной дороги определяется полоса отвода (рис. 11). Проезжая часть дороги располагается обычно симметрично оси полосы отвода. Грунтовые полосы — обочины, прилегающие к проезжей части, служат упором для дорожной одежды. За обочинами для отвода с дороги поверхностных вод устраиваются продольные каналы (кюветы) треугольной либо трапецеидальной формы. За водоотводными кюветами располагаются обрезы, служащие для объездов на период ремонта дорожного покрытия и складирования запасов материалов, а также для установки снегозащитного заграждения и др.

Подъездные и внутрипостроечные автомобильные дороги строительства подразделяются на три категории. Категорийность дорог определяется в зависимости от грузонапряженности, ширины проезжей части, продольного уклона, радиуса поворота на криволи-

нейных участках, числа и ширины полос движения, типа покрытия (одежды) и других показателей.

Автомобильные дороги делятся на категории. По часовой интенсивности движения автомобилей к I категории относятся дороги, по которым за один час проезжает более 1200 автомобилей; ко II — от 1200 до 800; к III — от 800 до 400. Дороги IV и V категорий имеют местное хозяйственное и административное значение.

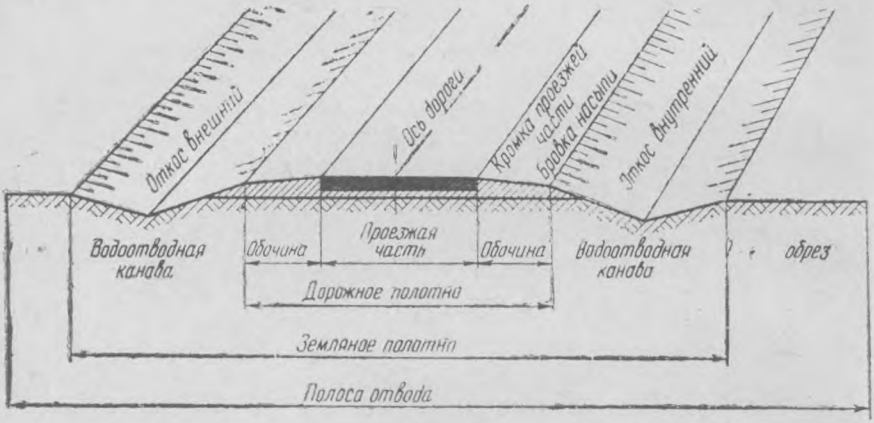


Рис. 11. Элементы поперечного профиля автомобильной дороги

По ширине проезжей части к I категории относятся дороги шириной — 15 *м* и более, ко II — 7 *м*, к III — 7 *м*.

В зависимости от назначения и затрат на строительство дороги разделяют на следующие виды: усовершенствованные; с бетонным или асфальтобетонным покрытием, с покрытием из сборных железобетонных плит; мостовые из булыжного камня на песчаном основании; улучшенные дороги с покрытием из щебеночных и гравийных материалов, обработанных вязкими битумами; профилированные грунтовые дороги, возводимые на естественных грунтах; временные — из сборных железобетонных плит (сплошные и колейные), деревянные, снежные и ледяные дороги, рассчитанные на короткий срок службы.

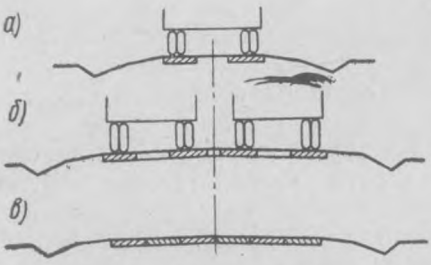


Рис. 12. Схемы колейной дороги из сборных железобетонных плит:
а — однопутного поперечного профиля; б — двухпутного; в — на разъездах

На строительстве портовых гидротехнических сооружений широкое применение получили дороги из сборных железобетонных плит (рис. 12).

Сборно-разборные железобетонные плиты (сплошные, решетчатые или кессонные) длиной 2—6 *м*, шириной 1,2—3 *м* и толщиной 0,15—0,2 *м* укладываются пионерным способом автомобильным краном на спланированное песчаное основание толщиной не менее 0,2 *м*. Пространство между плитами засыпается щебнем. С внешней стороны плит устраиваются упорные грунтовые обочины шириной 0,5—1 *м*. Утопленные подъемные петли после укатки плит заделываются асфальтом.

Временные дороги из сборно-разборных железобетонных плит позволяют резко увеличить скорость движения машин, уменьшить расход горючего и сохранить машины от преждевременного износа. Сборные плиты при правильной эксплуатации дорог могут иметь многократную оборачиваемость, а затраты на их эксплуатацию окупаются в сравнительно короткий срок.

Раздел II. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Глава III. ОСНОВНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

§ 17. Проект производства работ

Основным документом подготовки производства к строительству сооружения или комплекса сооружений является проект производства работ (ППР), разрабатываемый строительно-монтажной организацией. Без проекта производства работ осуществление строительства не разрешается. ППР должен быть согласован с субподрядными организациями (если предусмотрено их участие в работах), утвержден главным инженером строительного подразделения и передан в производство за два месяца до начала строительства.

Содержание ППР регламентировано строительными нормами СН47—67. В состав ППР входят: календарный план производства работ (сетевой график), устанавливающий технологическую последовательность, интенсивность и сроки выполнения всех строительно-монтажных работ; график поступления на стройплощадку конструкций, деталей, полуфабрикатов и основных строительных материалов с указанием поставщиков; график потребности в рабочих кадрах (по профессиям); график движения основных строительных механизмов и плавтехсредств; строительный генеральный план с нанесением на него: расположения постоянных и временных транспортных путей, схем электро- и водоснабжения, связи, временных зданий, сооружений и устройств, расположения кранов, плавтехсредств и других механизмов, площадок складирования материалов, конструкций, деталей, полуфабрикатов; технологические карты на главнейшие (ведущие) работы и на работы, выполняемые новыми методами, не получившими широкого распространения, а на остальные работы—схемы организации работ с описанием последовательности и методов производства работ с подсчетом потребных затрат труда и машин применительно к ЕНиР; решения по технике безопасности и охране труда; краткая пояснительная записка.

Строительный генеральный план составляется на какой-либо характерный этап строительства.

Исходными материалами для составления ППР служат: утвержденный технический проект, имеющий в своем составе проект

организации строительства (ПОС); рабочие чертежи и сметы; данные о поставках сборных конструкций, деталей, полуфабрикатов и основных строительных материалов, сантехнического, энергетического и другого оборудования; данные о наличии машин, механизмов и плавтехсредств в строительно-монтажной организации, привлекаемой к выполнению работ; действующие нормативные документы — СНиП, инструкции и указания по производству и приемке работ, а также наличный комплект технологических карт.

Технологические карты и калькуляция трудовых затрат к ним являются важнейшими документами в составе ППР.

Технологические карты разрабатываются для стандартизации выполнения каждого вида строительных процессов наиболее прогрессивными способами, обеспечивающими высокое качество работ, рациональное расходование материально-технических, людских и финансовых ресурсов, а также бюджета рабочего времени в строгом соответствии с нормативами, внедрение НОТ на рабочих местах.

Технологическая карта состоит из следующих разделов: основных указаний по выполнению строительного процесса; схемы организации процесса и рабочего места; перечня оборудования, инвентаря и приспособлений, необходимых для осуществления процесса; лимита расхода материалов, конструктивных элементов, деталей и полуфабрикатов; графика выполнения процесса; указаний по технике безопасности и охране труда; оценки качества работ и причин отклонений от карты в процессе работ.

На основе технологических карт составляются производственные калькуляции, определяющие трудовые затраты и сумму заработной платы.

Каждой технологической карте присваивается номер. После утверждения главным инженером строительства два экземпляра технологических карт передаются непосредственно на производство. Прораб объекта строительства обязан вносить в технологическую карту все данные о фактических объемах выполнения работ, трудовых затратах, составе исполнителей, указывать продолжительность и даты начала и окончания выполнения отдельных операций, а также фактический расход материально-технических и финансовых (основной и дополнительной заработной платы) ресурсов.

По окончании выполнения строительного процесса по технологической карте прораб должен передать заполненную карту в производственный отдел строительного подразделения.

На основе технико-экономического анализа фактических данных о выполнении строительных процессов, указанных в технологических картах, группа ППР строительно-монтажного треста отбирает наиболее эффективные из них и вносит необходимые изменения в принятую схему производства работ на объекте строительства.

Технологические карты рационально выполнять на перфокартах большого формата; их хранение и учет, а также поиск информации значительно упрощены и при составлении ППР необходимый комплект технологических карт может быть быстро сформирован.

§ 18. Строительные нормы и правила

Строительные нормы и правила (СНиП) являются обязательными для строительного проектирования и строительства, осуществляемых в СССР. СНиП направлены на повышение качества проектирования и строительства зданий, сооружений и различных устройств, снижение их стоимости, улучшение организации и механизации строительного производства, внедрение эффективных строительных конструкций и материалов, сокращение продолжительности строительства и укрепление сметной дисциплины.

СНиП содержат основные, принципиальные требования, правила и нормы, проверенные в практике проектирования и строительства. В них регламентированы требования к качеству строительных материалов, деталей и конструкций; даны нормы проектирования конструкций, зданий, сооружений и устройств различного назначения, правила организации, производства и механизации строительно-монтажных работ и требования к их качеству, правила приемки строительных работ и ввода построенных зданий, сооружений и устройств в эксплуатацию; указаны правила определения сметной стоимости строительных конструкций и материалов, сметные нормы для определения стоимости эксплуатации строительных машин, механизмов, оборудования, затрат труда в человеко-днях, затрат машино-смен строительных машин, механизмов, плавтехсредств и оборудования, на общестроительные и специальные работы.

На основе сметных норм, приведенных в СНиП, разработаны и изданы Единые районные единичные расценки (ЕРЕР) на различные строительно-монтажные работы, служащие исходными данными для составления единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства и сметной документации. Сметные нормы СНиП являются основанием для определения потребности в материалах на измеритель работы, составления календарных планов и т. п.

В развитие СНиП введены в действие различные строительные нормы (СН), технические условия и указания (ТУ), как общесоюзные, так и ведомственные (ВТУ), инструкции и другие нормативные документы (например, СН 47—67 «Инструкция о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ», СН 202—69 «Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства», ВСН 34/I-XX-70 «Технические указания поризводства и приемки работ по возведению морских и речных портовых сооружений», ВСН 110-64 «Технические указания по проектированию и строительству фундаментов и опор мостов из сборных железобетонных оболочек»).

Все требования правил и норм СНиП, а также требования технических условий и указаний, инструкций и других нормативных документов являются обязательными для проектировщиков, строителей и лиц, осуществляющих надзор за строительством и

приемку построенных объектов. СНиП и другие нормативные документы постоянно совершенствуются, в них вносятся необходимые изменения, которые официально опубликовываются для всеобщего использования.

В технических условиях, разработанных в дополнение к СНиП, установлены предельные отклонения в размерах, так называемые допуски, не вызывающие нарушения устойчивости, долговечности, прочности и других качественных показателей конструкций. Допуски могут быть как в большую сторону (+) или меньшую (—), так и в обе стороны (±). Строители имеют право в процессе производства работ пользоваться допусками в указанных в ТУ пределах.

Качество изготовления строительных материалов, деталей и конструкций оценивается по степени соблюдения государственных стандартов (ГОСТ), в том числе по отклонениям от предельных допусков. Строительные материалы, детали и конструкции, имеющие отклонения по качеству или размерам выше допустимых, бракуются.

§ 19. Геодезические работы

Геодезические разбивочные работы производятся с целью: переноса с чертежей в натуру (на местность) точного положения и размеров сооружений; контроля за правильностью возведения сооружения; наблюдения за осадками и смещениями сооружения в процессе строительства и эксплуатации; привязки вновь возводимых сооружений к существующим.

Разбивочные работы делятся на: плановую разбивку, связанную с переносом в натуру плановых размеров сооружений с определением их положения; высотную, для определения положения отдельных конструктивных элементов по высоте и всего сооружения в целом относительно абсолютного либо условного нуля.

До начала строительных работ изыскательская группа проектной организации должна составить: генеральный разбивочный план строительства в единой координатной системе с нанесенными пунктами государственной и рабочей планово-высотной опорной сети, основными пунктами для разбивок, осевыми линиями всех сооружений со схемами и исходными числовыми данными для переноса в натуру с условными координатами отдельных точек, условными координатами концов и направления базисных линий, величинами и направлениями углов засечек, расстояниями до проектных точек, схемами примыканий к существующим сооружениям, отметками или превышениями; пояснительную записку к генеральному разбивочному плану, содержащую: исходные данные и обоснования; описание метода и точности линейных и угловых измерений, оценку точности опорной сети, методику производства разбивочных работ, требования к точности разбивок, схему расположения и детальное описание знаков геодезической основы, каталоги условных координат и высот точек геодезической основы. Указанные документы, а также базисные, осевые и створные линии,

исходные реперы и марки, закрепленные должным образом на территории либо акватории строительства, заказчик передает подрядчику.

Детальную разбивку элементов сооружения выполняет инженерно-технический персонал строительства по рабочим чертежам от основных и базисных линий.

При производстве разбивочных работ допуски не должны превышать указанных ниже величин.

Расположение концов разбивочной линии в плане:	
для причальных сооружений	± 50 *мм*
для оградительных сооружений	±250 „
Направление разбивочных линий:	
для причальных сооружений	± 1′
для оградительных сооружений	± 2′
Высотные отметки относительно реперов государственной нивелирной сети:	
для магистральных линий	± 10 *мм*
для основных линий разбивки	± 10 „
для других линий разбивки	± 6 „

Разбивка в натуре эстакад на свайном основании или больверков выполняется в следующем порядке: установка постоянных реперов и мареографа (водомерного поста) с привязкой их к триангуляционной сети; прокладка и крепление магистральной линии к постоянному реперу; разбивка основных линий сооружения — главных осей, линии кордона; разбивка свайного поля (т. е. продольных и поперечных рядов свай) или шпунтового ряда (оси стенки, оси анкерных опор, тяг и пр.).

Для наблюдения за колебаниями уровня (горизонта) воды на акватории устанавливают мареограф для непрерывной регистрации изменений уровня воды или водомерную рейку, по которой несколько раз в день (обычно в 7; 13 и 21 *ч*) делают отсчеты уровня. После привязки мареографа или водомерной рейки к отсчетному нулю регистрируемые уровни будут соответствовать фактическим отметкам уровней относительно нулевого.

Водомерные посты (рис. 13), оборудованные мареографом или водомерной рейкой, должны размещаться в непосредственной близости от строительства объекта в защищенных от повреждений и удобных для наблюдений местах.

Основные и вспомогательные разбивочные линии для некоторых сооружений показаны на рис. 14.

Основные разбивочные линии на местности закрепляются: на территории — бетонными тумбами со штырями и столбами (рис. 15), на акватории — сваями, массивами, буями и бакенами, инструментально связанными с неподвижными знаками на берегу.

Для выполнения разбивки основных и вспомогательных осей (линий) на территории (или акватории) используется способ засечек или полярный способ.

Способ засечек заключается в том, что одновременно двумя теодолитами, расположенными по концам закрепленной базисной линии, обозначенной на рис. 16, *а* буквами *А* и *Б*, отсекаются углы

α_1; β_1; α_2; β_2. На пересечении визирных осей теодолитов фиксируют искомые точки *В* и *Д*. Для контроля разбивки и облегчения работы служат вспомогательные точки *Г* и *Е*.

Способ засечек широко применяется при производстве разбивок на акватории и на резко пересеченной местности, где затруднено производство замеров мерной лентой.

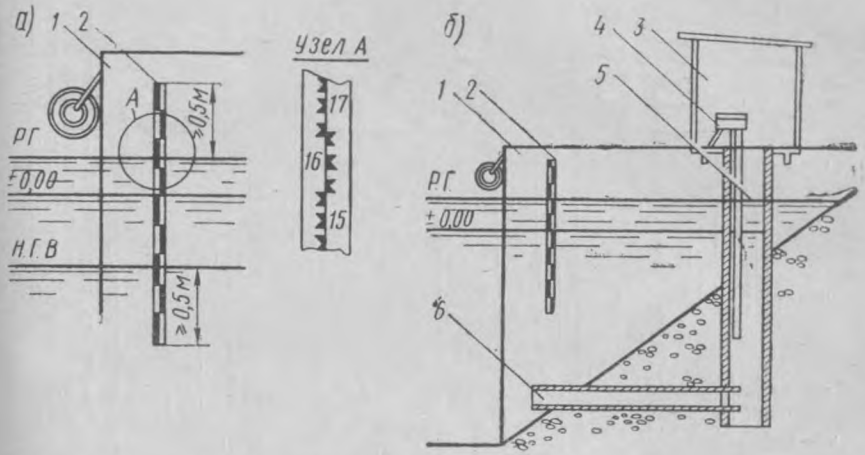


Рис. 13. Водомерные посты:

а — схема установки водомерной рейки на торце причала: 1 — торцевая часть причала; 2 — водомерная рейка; б — схема мареографной установки: 1 — торцевая часть причала; 2 — водомерная рейка; 3 — будка; 4 — мареограф; 5 — колодец; 6 — подводная труба

Полярный способ разбивки заключается в том, что от закрепленной базисной линии *АБ* (рис. 16,*б*) из точки *А* откладывается угол α и по заданному направлению с помощью мерной ленты отмеряют расстояние L_1 для нахождения точки *В*. Точка *Д* находится аналогичным способом, после того как из точки *Б* откладывается угол β и отмеряется L_2.

Примеры разбивки некоторых сооружений показаны на рис. 17.

Разбивочные линии свайных или шпунтовых рядов на суше следует смещать в сторону от проектного положения в плане на 40—50 *см*, чтобы не мешать погружению свай. Точное их положение определяется замерами от разбивочной линии. Положение осей крайних продольных и поперечных рядов свай на акватории должно быть закреплено береговыми створами из нескольких хорошо видимых знаков.

Разбивка основных линий и осей эстакад на свайном основании и больверков должна оформляться актом.

Перенесение в натуру проектных или вспомогательных отметок выполняется непосредственным нивелированием по рейкам, установленным на рабочем высотном репере и сооружении. Таким способом переносят отметки на головы свай, плиты верхнего строения, надводные конструкции гравитационных сооружений (рис. 18,*а*).

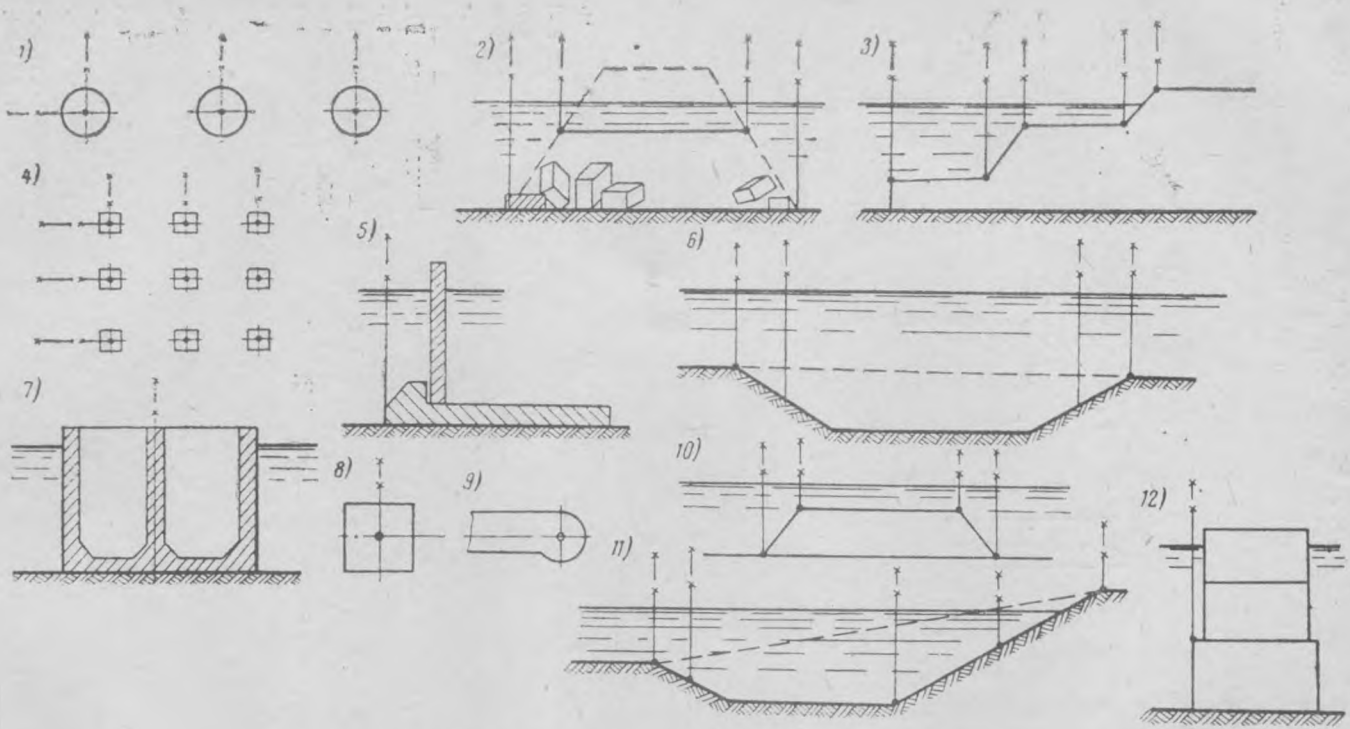


Рис. 14. Основные и вспомогательные разбивочные линии:

1 — оси отдельно стоящих свай-оболочек; 2 — линии габаритов наброски из массивов; 3 — линии ступенчатого берегоукрепления; 4 — оси свайных рядов; 5 — боевая линия уголковой стенки; 6 — створные линии при разработке котлована; 7 — осевая линия массива-гиганта; 8 и 9 — оси головы оградительного сооружения; 10—основные габаритные линии при отсыпке каменной постели; 11 — габаритные линии при устройстве котлована под причальные сооружения; 12 — боевая линия при массивовой кладке

Рекомендуется с одной стоянки нивелира определять отметки сразу нескольких точек, расположенных в плане на расстоянии 5—20 *м* одна от другой, записать их на конструкции несмываемой

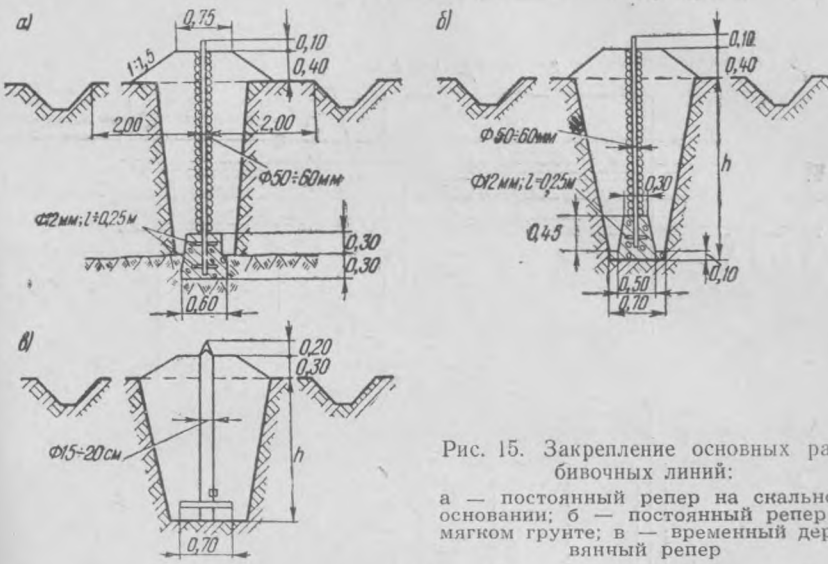


Рис. 15. Закрепление основных разбивочных линий:
а — постоянный репер на скальном основании; б — постоянный репер в мягком грунте; в — временный деревянный репер

краской. Это позволит переносить и определять отметки промежуточных точек при помощи измерений геодезическим инструментом, а также шнура или рейки с уровнем.

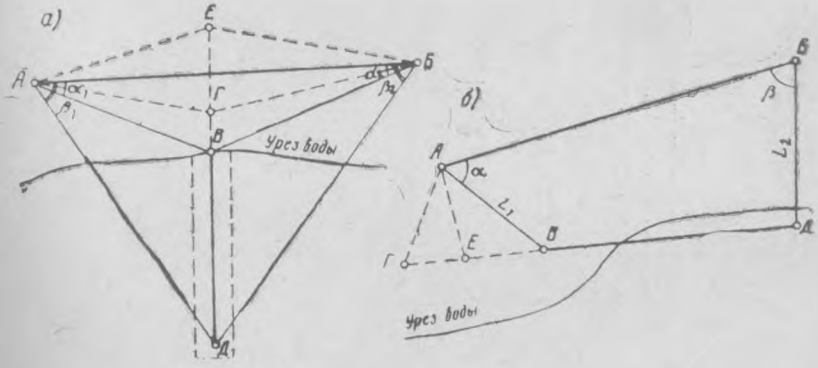


Рис. 16. Разбивка основных и вспомогательных осей:
а — способ засечки; б — полярный способ

Для переноса отметок в пониженные точки, когда длина рейки недостаточна для непосредственного нивелирования по рейке, применяют подвешенную стальную мерную ленту или рулетку (рис 18,б).

Отметки подводных частей сооружений (каменных постелей, фундаментных плит, нижних курсов массивов и др.) определяют нивелированием при помощи футштока с закрепленной в верхней его части нивелирной рейкой (рис. 18,*в*).

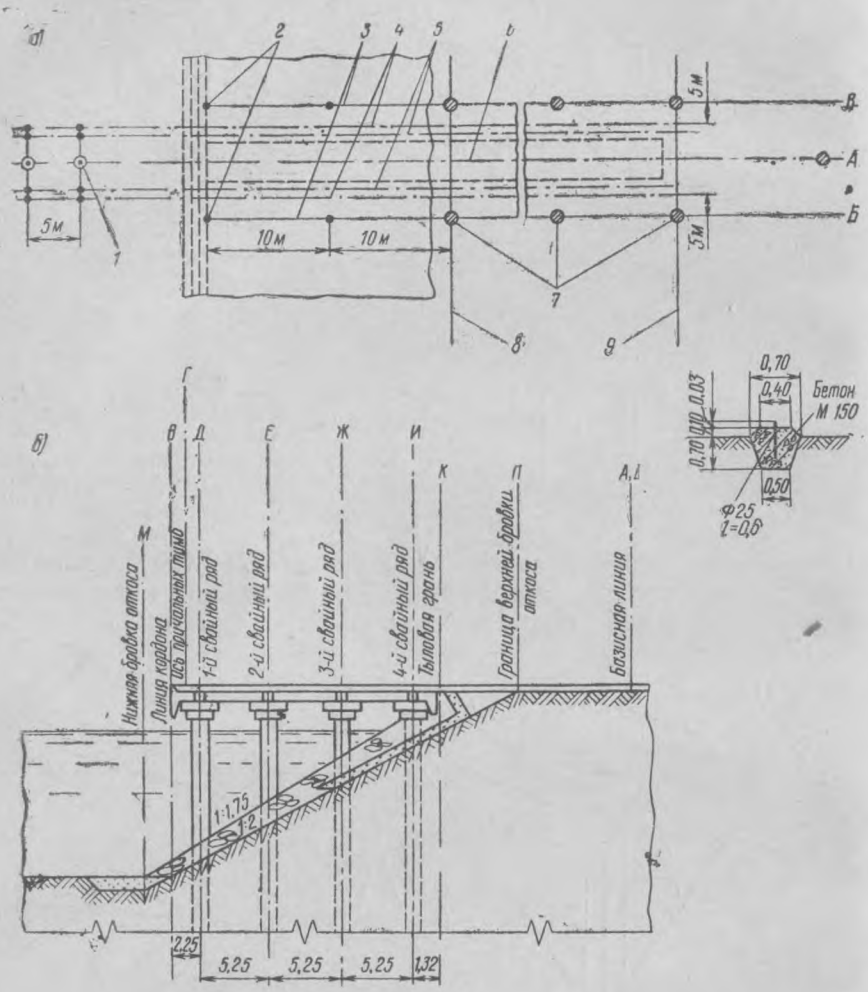


Рис. 17. Разбивка и закрепление осей:

а — разбивка бун: 1 — закрепление осей реперами; 2 — закрепление точек штырями; 3 — верхняя бровка котлована; 4 — нижняя бровка котлована; 5 — верхняя граница постели; 6 — ось буны; 7 — закрепление осей буями; 8 — граница корневой монолитной части; 9 — граница головной части; б — разбивка и закрепление основных линий причала эстакадного типа

При планировке территории или больших площадей с помощью нивелира выносятся контрольные точки, между которыми производят высотную разбивку, используя при этом визирки.

Для разбивки сооружений, имеющих сложное очертание и большую протяженность, применяются шаблоны (рис. 18,*г*), фиксирующие все плановые и высотные точки. Они устанавливаются по нивелиру через 5—15 *м*; профиль сооружения разбивается при помощи реек или шнура.

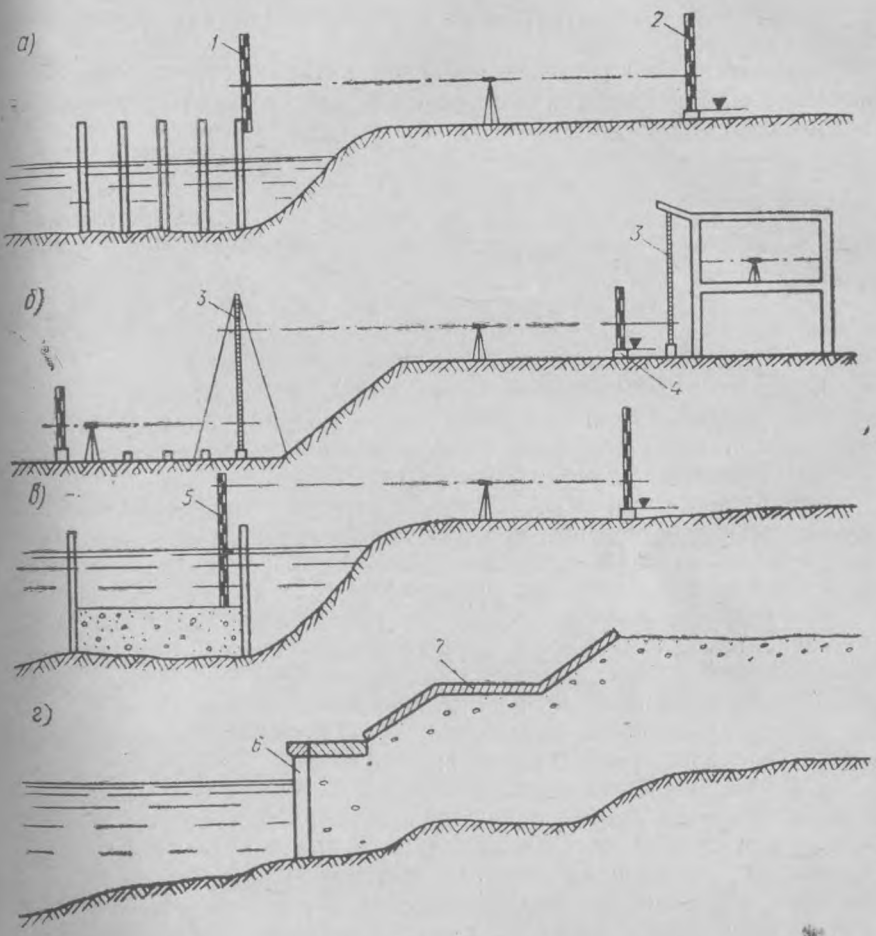


Рис. 18. Схема переноса отметок на сооружение:
а — прямым нивелированием б — рулеткой с грузом; в — футштоком с рейкой; г — с помощью шаблона; 1 — рейка на свае; 2 — рейка на репере; 3 — рулетка с грузом; 4 — рабочий репер; 5 — удлиненная рейка; 6 — сооружение 7—шаблон

При строительстве сооружений, не связанных с берегом, необходимо устраивать временные эстакады на деревянных или металлических сваях либо устанавливать разбивочные массивы (рис. 19). Временные сооружения служат для переноса и закрепления точек основных и вспомогательных линий и для установки на них геодезических инструментов.

Геодезический контроль в процессе возведения сооружений должен осуществляться систематически в соответствии с планом, утвержденным главным инженером строительства. В специфических условиях или при сложности строящегося сооружения усиленный геодезический контроль осуществляется ежедневно, а в срочных случаях—немедленно по получении задания на контрольную проверку. Вспомогательные разбивочные линии проверяются через каждые 10 дней.

Результаты контрольных проверок актируются, а схемы геодезических наблюдений служат основой для составления исполнительных чертежей.

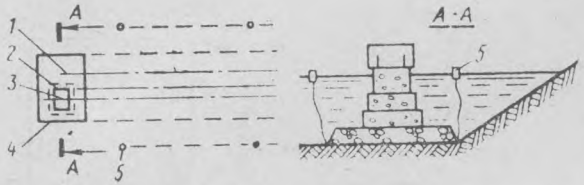


Рис. 19. Закрепление осей сооружений на акватории:
1 — боевая линия; 2 — линия кордона; 3 — осевая линия; 4 — опорный пункт; 5 — плавучие буи

В процессе строительства проверяют следующее:

при дноуглубительных работах: соблюдение правильной разработки прорези; положение и состояние разбивочных и створных знаков; положение нулей водомерных реек;

при отсыпке каменных постелей, каменных набросок, набросок из массивов: соблюдение проектных размеров, уклонов и допусков; объем отсыпанного камня (массивов) и расход камня (массивов); осадку каменной (массивовой) наброски;

при отгрузке постели: осадку постели; интенсивность и затухание осадки; вертикальное и горизонтальное смещения кладки и ее состояние;

при ровнении постели: соблюдение проектных отметок ровнения по сетке со сторонами квадрата 2 *м;* наличие и толщину слоя наносов (после перерыва в работе);

при укладке массивов: правильность установки массивов по боевой (осевой) линии; соблюдение заданной проектом фасадной плоскости; правильность укладки массивов в курсы и курсов по высоте; перевязку швов; осадку и состояние кладки;

при возведении надводных строений: состояние нижележащих частей сооружения; плановое и высотное положение верхнего строения; соблюдение уклонов; сохранность основных разбивочных знаков; соблюдение размеров возводимых строений;

при рефулировании: объем намыва пазухи сооружения до начала работ; качество заполнения пазухи; неподвижность контрольных точек на кордоне сооружения; осадку территории и отдельных ее участков.

Знаки основной разбивки должны быть сохранены на местности в течение всего периода строительства и переданы заказчику при сдаче сооружения в эксплуатацию по акту с приложением схемы расположения знаков, описания их и необходимых фотоснимков.

Разбивка сооружений и геодезический контроль в процессе строительства являются весьма ответственными работами при возведении гидротехнических сооружений и должны производиться с особой тщательностью. Особо важная роль при этом отводится поверкам и содержанию геодезических инструментов.

Глава IV. ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫЕ И РЕФУЛЕРНЫЕ РАБОТЫ

§ 20. Дноуглубительные снаряды и механизмы

Выбор средств и способов производства дноуглубительных работ следует обосновывать в каждом отдельном случае технико-экономическими расчетами. При этом необходимо учитывать: объем работ; физико-механические свойства грунтов; толщину снимаемого слоя, глубину, конфигурацию и расположение выемки; дальность транспортирования извлеченного грунта; плановый срок выполнения работ; гидрологические, метеорологические и другие условия естественного режима, влияющие на производство дноуглубительных работ.

Дноуглубительные снаряды — это специальные, преимущественно самоходные, суда, оснащенные специальными устройствами: а) для разработки, извлечения со дна акватории и погрузки грунта на транспортные средства для перемещения его к месту свалки или укладки в дело; б) для разработки, извлечения со дна акватории и транспортирования грунта в собственных трюмах к месту свалки или укладки в дело; в) для разработки, извлечения и транспортирования грунта по плавучему трубопроводу к месту свалки или укладки в дело.

Современные дноуглубительные снаряды представляют собой высокомеханизированные, как правило, дизель-электрические суда, оснащенные необходимыми оборудованием и приборами контроля, удобные для размещения и проживания команды, обладающие хорошими мореходными качествами для дальних переходов.

Основной характеристикой дноуглубительного снаряда любой конструкции является его производительность, выраженная в кубических метрах грунта в плотном теле за час чистой работы снаряда.

Большое влияние на производительность дноуглубительного снаряда, при прочих равных условиях, оказывают физико-механические свойства грунтов, подлежащих извлечению: гранулометрический состав; сопротивление резанию; скорость размыва; липкость (степень прилипания грунта к стенкам черпаков и внутренней поверхности трюмов грунтоотвозных средств); степень разрыхления; сливаемость (когда часть грунта при движении черпаковой цепи выливается из черпаков при их переходе из горизонтального положения в наклонное).

В зависимости от сочетания указанных свойств природные грунты разделяются:

по трудности разработки земснарядами — на восемь групп;

по использованию трюмов грунтоотвозных средств — на пять категорий;

по трудности разгрузки шаланд через люковые устройства — на три категории.

По способу извлечения грунта дноуглубительные снаряды разделяются на следующие типы:

черпаковые снаряды, разрабатывающие и извлекающие грунт механическим способом при помощи черпаков. К ним относятся: одночерпаковые штанговые или грейферные и многочерпаковые;

землесосные снаряды, засасывающие смесь грунта с водой в виде пульпы;

комбинированные снаряды, имеющие как черпаковые, так и землесосные устройства.

Черпаковые снаряды. Штанговые одночерпаковые земснаряды работают по принципу одноковшового экскаватора с прямой лопатой. Они предназначены для черпания несвязных и связных грунтов, в том числе слабых скальных пород, что обеспечивается наличием напорного механизма на штанге, к которой закреплен ковш. Эти снаряды широко применяются также для извлечения разрыхленных взрывным способом скальных грунтов. Устойчивость во время работы штангового земснаряда обеспечивается тремя опускными рабочими сваями, имеющими на концах шарнирно закрепленные опорные пяты. Современные дизель-электрические штанговые земснаряды типа «Амур», «Ладога» и другие имеют глубину черпания до 14 *м*, емкость ковша до 4 $м^3$.

Эксплуатационная сменная производительность одночерпаковых земснарядов определяется формулой

$$П_э = 60 T_{см} q n k_н \frac{1}{k_р} k_{вр} \ м^3, \qquad (48)$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, *ч;*

q — емкость ковша, $м^3$;

$k_н$ — коэффициент наполнения ковша грунтом;

$k_р$ — коэффициент разрыхления грунта;

$k_{вр}$ — коэффициент использования сменного рабочего времени;

$n = \frac{60}{t_ц}$ — число циклов в 1 *мин*; $t_ц$ — продолжительность цикла, *сек.*

Для рыхления скальных пород и крупных включений (валунов) штанговые снаряды оснащены навесным оборудованием.

Одночерпаковые земснаряды являются механизмами циклического действия и используются для выполнения сравнительно небольших объемов черпания до 6000—7000 $м^3$ на одном участке.

В качестве одночерпаковых земснарядов часто используются плавучие краны различной грузоподъемности, оснащенные грейферными ковшами (например, плавкраны: «Ганц» грузоподъемностью 5 *т* с грейфером емкостью 0,8—1,2 $м^3$; «Блейхерт» грузоподъемностью 15 *т* с грейфером емкостью 7,5 $м^3$; «Черноморец» грузо-

подъемностью 100 *т* с грейфером емкостью 15 $м^3$), а также краны-экскаваторы типа Э-505; Э-652; Э-1011 и другие с грейферами, установленные и надежно раскрепленные на понтонах, снабженных лебедками, брашпилями и необходимыми спасательными средствами. Эксплуатация таких плавучих кранов разрешается только после освидетельствования Регистром СССР.

Грейферы одночерпаковых земснарядов могут быть двухчелюстные с прямой или зубчатой режущей кромкой и многочелюстные различной емкости. Последние применяются при разработке грунта с большим количеством включений, а также для уборки разрыхленного скального грунта.

Многочерпаковые дноуглубительные снаряды (рис. 20) в отличие от одночерпаковых являются снарядами непрерывного действия и применяются для выполнения больших объемов работ. Непрерывность действия их достигается тем, что разрабатывающие и поднимающие грунт черпаки закреплены на движущейся в процессе работы бесконечной цепи, подвешенной к черпаковой раме. Рама верхним концом шарнирно прикрепляется к черпаковой башне, что дает возможность при помощи рамоподъемного устройства поднимать и опускать нижний конец рамы в зависимости от глубины черпания. В верхней части рамы расположен ведущий барабан, а на нижней — ведомый. Верхняя часть черпаковой цепи движется по роликовым скатам, закрепленным в верхней части рамы; нижняя часть цепи свободно свисает между верхним и нижним барабанами. Провес черпаковой цепи («шлейф») можно менять при помощи натяжного устройства. При прохождении через верхний барабан черпаки опрокидываются и грунт вываливается в грунтовой колодец, из которого по откидным лоткам поступает в трюм грунтоотвозной шаланды.

Производительность многочерпаковых снарядов $300 \div 3\,000$ $м^3/ч$. В зависимости от производительности и габаритов земснарядов емкость черпаков колеблется в пределах от 15 до 1 500 *л* и более, а число черпаков — от 30 до 50 штук и более.

В процессе работы многочерпаковые земснаряды перемещаются при помощи становых (авантовых) и папильонажных лебедок.

Для разработки сильно трещиноватых скальных грунтов многочерпаковые земснаряды оборудуются усиленными черпаковыми цепями (скальной бухтой). Козырьки черпаков изготовляют из высокопрочных сталей и, как правило, зубчатой конфигурации. Грунтовой колодец и откидные лотки футеруют для уменьшения износа.

Техническая производительность многочерпакового снаряда в грунтоподъеме определяется формулой

$$П_т = \frac{1}{k_р} k_н\, q K_ч = \frac{1}{k_р} k_н\, q n_ч\, 60 \ м^3/ч, \qquad (49)$$

где $K_ч$ — суммарное число черпаков, проходящих за 1 *ч*;

$n_ч$ — число черпаков, проходящих за 1 *мин*.

Сменная эксплуатационная производительность многочерпакового снаряда

$$П_э = П_т\, T_{см} k_{тр} \ м^3/ч, \qquad (50)$$

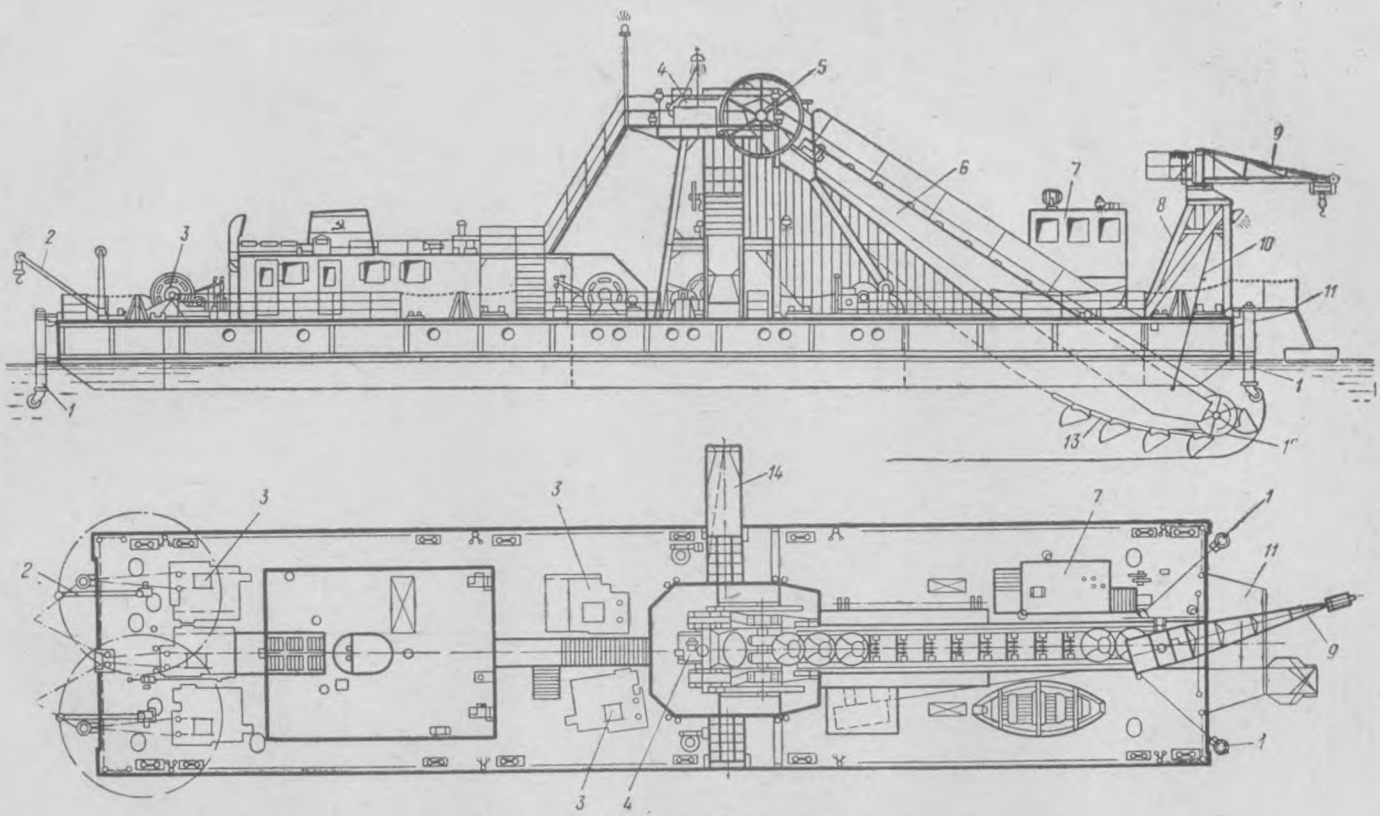


Рис. 20. Многочерпаковый земснаряд:
1 — трубы для подводного вывода троса; 2 — кранбалки; 3 — оперативные лебедки; 4 — электромотор черпаковой цепи; 5 — верхний барабан; 6 — черпаковая рама; 7 — пост управления; 8 — копер; 9 — кран; 10 — рамоподъемный трос; 11 — промерный мостик; 12 — нижний барабан; 13 — черпаковая цепь; 14 — грунтовый лоток

где $П_т$ — техническая производительность, $м^3/ч$;

$Т_{см}$ — продолжительность смены, $ч$;

$k_{вр}$ — коэффициент использования сменного рабочего времени.

Техническая производительность дноуглубительных снарядов различных типов при различных грунтовых условиях приводится в производственных нормах на дноуглубительные работы.

Землесосные снаряды. Для разработки легких несвязных грунтов с небольшими включениями наиболее целесообразно применять землесосные снаряды производительностью 80—3 000 $м^3/ч$ и более. Принцип работы землесосов по извлечению грунта заключается в отсасывании со дна акватории частиц грунта вместе с водой, с последующей подачей гидросмеси в трюмы специально оборудованных шаланд или барж, а также по пульпопроводам к месту укладки в дело или на подводную (береговую) свалку.

Основным рабочим органом землесоса является центробежный насос, создающий вакуум и всасывающий через приемную трубу («сосун») вместе с водой частицы грунта. Сосун шарнирно-гибким или скользящим соединением присоединяется к центробежному насосу и, в зависимости от заданной глубины забора грунта, может изменять свое положение (опускаться или подниматься) при помощи подъемного устройства. Глубина всасывания зависит от мощности землесоса, мощные землесосы могут извлекать грунт с глубин до 30 $м$.

Сосуны бывают различной формы и диаметром от 150 до 1 000 $мм$. По конструкции всасывающего устройства разделяются на сосуны: без рыхлителей (для легких, несвязных грунтов); с механическими рыхлителями (для плотных несвязных и связных грунтов); с гидравлическими рыхлителями (для легко размываемых грунтов), действующими на грунт малыми струями высоконапорной воды; с комбинированными рыхлителями — фрезерно-гидравлическими (рис. 21). Применение фрезерно-гидравлических рыхлителей значительно повышает производительность землесосов и расширяет область их применения, так как гидравлические насадки на ножах рыхлителя увеличивают сферу грунтозабора и препятствуют налипанию грунта на лопасти фрезы.

На землесосных снарядах возможно устанавливать от одного до четырех сосунов. Зев сосуна закрывается металлической решеткой для предотвращения попадания больших камней либо тонких и длинных металлических предметов, которые могут повредить рабочее колесо центробежного насоса.

Производительность землесоса в значительной степени зависит от положения сосуна по отношению к грунту, которое контролируется промерами при помощи вакуумметра и манометра насоса (рис. 22). Эти же приборы служат для непрерывного контроля за работой землесоса.

В зависимости от показания приборов, необходимо принимать те или иные меры. Падение показаний на вакуумметре и колебания показаний на манометре свидетельствуют об уменьшении по-

ступления грунта в отверстие сосуна. При этом необходимо увеличить скорость бокового перемещения снаряда или увеличить подачу его вперед, либо опустить сосуны (приближение грунтозабора). Падение показаний на вакуумметре и повышение показаний на манометре указывают на большой забор грунта, начало засорения напорной части трубопровода. В этом случае следует принять меры, обратные указанным выше.

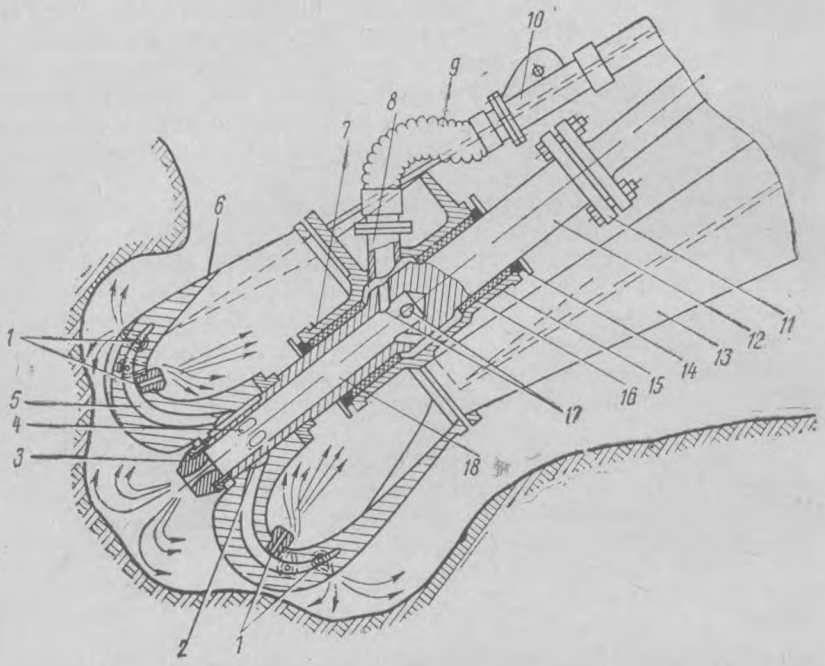


Рис. 21. Фрезерно-гидравлический разрыхлитель:
1 — насадка; 2 — распределительный коллектор; 3 — лобовой насадок; 4 — выходные каналы из полости вала; 5 — каналы ножевой фрезы; 6 — фрезерная головка; 7 — приемный коллектор головного подшипника; 8 — патрубок; 9 — резиновый шланг; 10 — напорный трубопровод водяного насоса; 11 — фланцевое соединение; 12 — вал; 13 — приемная часть всасывающей трубы; 14 — уплотнительный сальник; 15 — головной разъемный подшипник; 16 — вкладыш; 17 — входные каналы из коллектора во внутреннюю полость вала; 18 — пустотелый вал

Повышение показаний на вакуумметре и понижение показаний на манометре указывают на засорение отверстия сосуна, поэтому необходимо приподнять сосун над грунтом и, если эта мера не поможет, выровнять давление — очистить сосун от засорения крупными включениями.

Повышение показаний на вакуумметре и нормальные показания на манометре сигнализируют о начале засорения всасывающего отверстия. Одновременное повышение либо снижение показаний на обоих приборах может быть вызвано отклонением от нормального режима работы силовой установки.

Для контроля за ходом рабочего процесса землесоса на пост управления вынесены контрольно-измерительные приборы: вакуумметр, манометр, консистомер напорного трубопровода, глубиномер грунтозаборного устройства, тахометр главного двигателя, подачемер и скоростемер оперативных лебедок, тахометр фрезерного рыхлителя, манометр гидрорыхлительного насоса и др.

Современные дизель-электрические землесосы оборудованы системой автоматического регулирования грунтозабора с программным управлением — системой «Автоствор», обеспечивающей соблюдение габаритов прорези.

Дноуглубительный снаряд вместе с вспомогательными и обеспечивающими судами называется земкараваном.

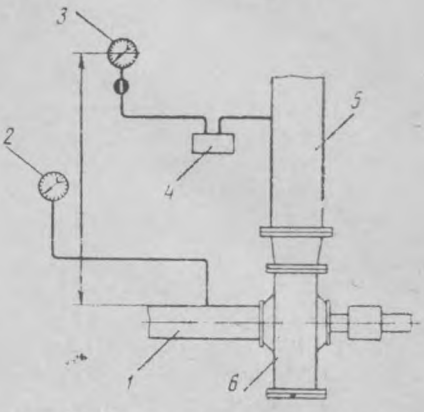


Рис. 22. Схема расположения вакуумметра и манометра:
1 — всасывающая труба; 2 — вакуумметр; 3 — манометр; 4 — отстойник; 5 — напорный трубопровод; 6 — насос

В состав земкаравана входят: земснаряд; грунтоотвозные шаланды (самоходные или несамоходные) для транспортирования извлеченного грунта к месту свалки или укладки грунта в дело; буксиры для перемещения несамоходных плавсредств; охранные буксиры (при работе на открытом рейде); суда для доставки горючего и пресной воды — «водолеи»); завозни, водолазный бот, плавучее общежитие — брандвахта; плавучие мастерские; понтоны для поддержки становой цепи; промерный катер и шлюпки, а при землесосном снаряде — также комплект плавучего трубопровода. Состав каравана определяется для каждого конкретного случая при проектировании дноуглубительных работ.

Для повышения производительности дноуглубительных снарядов важно определить и закрепить за ними нужное количество грунтоотвозных шаланд, т. е. избежать простоев снаряда в ожидании шаланд, а также простоев шаланд в ожидании погрузки. Несоблюдение этого условия приводит к удорожанию себестоимости работ.

При подсчете потребного количества шаланд необходимо учитывать: эксплуатационную производительность земснаряда в данных условиях; емкость трюмов шаланд; степень использования емкости трюмов в зависимости от категории грунта; затраты времени на загрузку грунта в шаланды, включая время на подход и швартовку к снаряду и отход от него; скорость хода (или буксировки) шаланд в данных условиях; расстояние до места свалки грунта; затраты времени на разгрузку грунта; время, необходимое для возвращения шаланды к земснаряду (скорость хода порожняком).

Для определенных типов земснарядов и шаланд эти данные приведены в производственных нормах на морские дноуглубительные работы.

Ориентировочно количество шаланд можно определить по формуле

$$n = \frac{q}{q_{ш}}, \tag{51}$$

где n — потребное количество шаланд, шт.;

q — часовая производительность земснаряда, $м^3$;

$q_{ш}$ — часовая производительность шаланды, $м^3$.

Для более точного определения потребного количества шаланд служат формулы:

а) при работе снаряда на один борт

$$\frac{S_{гр}}{v_{гр}} + \frac{S_{пор}}{v_{пор}} + t_{р} = \left(\frac{\varphi W}{q k_{пр}} + t_{подх} + t_{отх}\right)(n \quad ; \tag{52}$$

б) при работе снаряда на два борта

$$\frac{S_{гр}}{v_{гр}} + \frac{S_{пор}}{v_{пор}} + t_{р} + t_{подх} + t_{отх} = \frac{\varphi W}{q k_{пр}}(n - \quad), \tag{53}$$

где $S_{гр}, S_{пор}$ — расстояние от снаряда до места свалки и обратно, мили (или *км*);

$v_{гр}, v_{пор}$ — скорость шаланды в грузу и порожнем, узлы (или *км/ч*);

$t_{р}$ — время на разгрузку шаланды на свалке, *ч*;

$t_{подх}, t_{отх}$ — время на подход шаланды к снаряду и отход от него, *ч*;

W — емкость грунтового трюма шаланды, $м^3$;

q — производительность снаряда по объему грунта в плотном теле, $м^3/ч$;

$k_{пр}$ — коэффициент использования производительности снаряда;

n — число шаланд, шт.;

φ — коэффициент использования емкости грунтового трюма шаланд:

$$\varphi = \frac{k_{н}}{k_{р}},$$

здесь $k_{н}$ — коэффициент наполнения шаланды разрыхленным грунтом;

$k_{р}$ — коэффициент разрыхления грунта, находящегося в шаланде.

Из выражений (51) и (52) потребное количество шаланд составит: при работе снаряда на один борт

$$n = \frac{\frac{S_{гр}}{v_{гр}} + \frac{S_{пор}}{v_{пор}} + t_{р}}{\frac{\varphi W}{q k_{пр}} + t_{подх} + t_{отх}} + 1; \tag{54}$$

при работе на два борта

$$n=\frac{\left(\frac{S_{\text{гр}}}{\text{р}}+\frac{S_{\text{пор}}}{v_{\text{пор}}}+t_{\text{р}}+t_{\text{подх}}+t_{\text{отх}}\right)qk_{\text{пр}}}{\varphi W}+1. \qquad (55)$$

При комплектовании земкаравана следует стремиться к тому, чтобы суда, входящие в его состав, по своим габаритным размерам и техническим характеристикам были удобны для совместной работы. Все грунтоотвозные суда должны иметь такелаж и приспособления, предохраняющие корпуса судов от повреждения при швартовных операциях.

Для удобства подбора снарядов и шаланд введена специальная маркировка, которая содержит краткую характеристику основных типов земснарядов по следующим основным данным: первая буква указывает способ извлечения грунта (например, М — многочерпаковый снаряд; З — землесос; О — одночерпаковый снаряд); следующая за ней буква С означает самоходный снаряд; после тире обозначены способы удаления грунта (например, Ш — шаландовый, Р — рефулерный, Т — трюмный); цифры в числителе означают контрактовую производительность данного типа земснаряда в кубических метрах грунта за час чистой работы снаряда; цифры в знаменателе — число силовых установок, а после тире — их суммарную мощность; для самоотвозных землесосов после дроби указана емкость грунтового трюма в кубических метрах.

Например, маркировка МС-ШР $\frac{750}{3-2\,400}$ типа «Волхов» означает: многочерпаковый, самоходный, шаландовый и рефулерный снаряд, с контрактовой производительностью 750 *м*³/*ч*, с тремя силовыми установками общей мощностью 2 400 *л. с.*

Маркировка ЗС-ТР $\frac{3\,200}{3-7\,000}$=3 140 типа ЗС-20 означает: землесос самоходный, трюмно-рефулерный, с контрактовой производительностью 3 200 *м*³/*ч*, с тремя силовыми установками общей мощностью 7 000 *л. с.* и емкостью грунтового трюма 3 140 *м*³.

Шаланды обозначаются следующим образом: в числителе для самоходных и в строчку — для несамоходных шаланд цифрами обозначается емкость грунтового трюма шаланды до верха комингса в кубических метрах, исчисляемая для грунта в состоянии естественного залегания (в плотном теле). В знаменателе дроби — для самоходных шаланд цифрами обозначается число установленных машин и их суммарная мощность в лошадиных силах. Например, самоходная Ш-С $\frac{500}{2-600}$ — *л* или Ш-СД $\frac{400}{2-800}$ — *л*, несамоходные Ш-Г-400 или Ш-Л-500.

Для обеспечения бесперебойной и высокопроизводительной работы земкаравана необходимо до его прибытия на место выполнить подготовительные работы: инструментальную разбивку осевых и бровочных линий; установить створные знаки на разбивочных линиях, снабдить их устройствами излучения света в темное время суток; при работе вне пределов ясной видимости берегов установить

промежуточные плавучие вехи (или буи), освещаемые в темное время суток; расстояние между осевыми вехами (или буями) не должно превышать 50 *м*, а расцветка флажков или фонарей на вехах (буях) правой и левой бровок должна быть различной; произвести обследование дна акватории по всей площади дноуглубления (включая площади раскладки рабочих якорей) и удалить обнаруженные препятствия; обвеховать и при необходимости убрать подводные кабели, трубопроводы и другие устройства и сооружения; установить основную и вспомогательную водомерные рейки с привязкой их нулей к основному реперу; промерить глубины до дноуглубления и уточнить объем работ; при работе вблизи берега установить мертвые якоря; обвеховать места подводных свалок; установить обстановку судовых ходов к свалкам в соответствии с действующими правилами судоходства.

Кроме того, необходимо: согласовать зону возможного приближения дноуглубительного снаряда к устройствам или сооружениям (в том числе к береговым зданиям и сооружениям, попадающим в зону возможного обрушения бровок) с организацией, ведающей эксплуатацией этих устройств, сооружений или зданий; выбрать место свалки грунта и согласовать его с гидрографической службой и капитаном порта (службой пути); разработать и утвердить проект производства дноуглубительных работ.

До начала производства дноуглубительных работ заказчик должен передать подрядчику необходимую техническую документацию не позднее чем за три месяца.

Способ маневрирования дноуглубительного снаряда в процессе производства работ зависит от глубины и габаритов выемки, толщины снимаемого слоя грунта, условий и интенсивности судоходства на участке установки снаряда в створе прорези.

Многочерпаковые снаряды могут разрабатывать прорезь определенной ширины и длины только при возможности выполнять поступательное движение и боковые перемещения. Для этого снаряды устанавливаются по оси прорези, как правило, на шести якорях: переднем и заднем — становых, закладываемых вдоль оси прорези; двух кормовых и двух носовых, закладываемых за бровками прорези. Раскладка якорей производится завознями.

Перемещение снаряда в поперечном (относительно оси прорези) направлении называется папильонажем. В зависимости от характера перемещения снаряда различают следующие виды папильонажа (рис. 23): параллельный, веерообразный, крестообразный, комбинированный (багермейстерский).

Параллельный папильонаж применяют в тех случаях, когда глубина на бровках позволяет выводить снаряд за бровочные створы не менее чем на половину ширины снаряда. Применять разработку грунта этим способом на плотных глинистых грунтах и большой толщине срезаемого слоя не рекомендуется, так как при этом возможен сход черпаковой цепи с нижнего барабана.

Веерообразный папильонаж применяют в тех случаях, когда глубина на бровках меньше осадки снаряда. Снаряд пере-

мещается по линии, которую можно считать дугой окружности радиусом не менее 250 *м*.

Крестообразный папильонаж применяется при работе на узких прорезях и малых глубинах.

Комбинированный (багермейстерский) папильонаж применяется при интенсивном судоходстве на участке дноуглубительных работ. В этом виде папильонажа сочетаются параллельный и крестообразный папильонаж. Многочерпаковый снаряд,

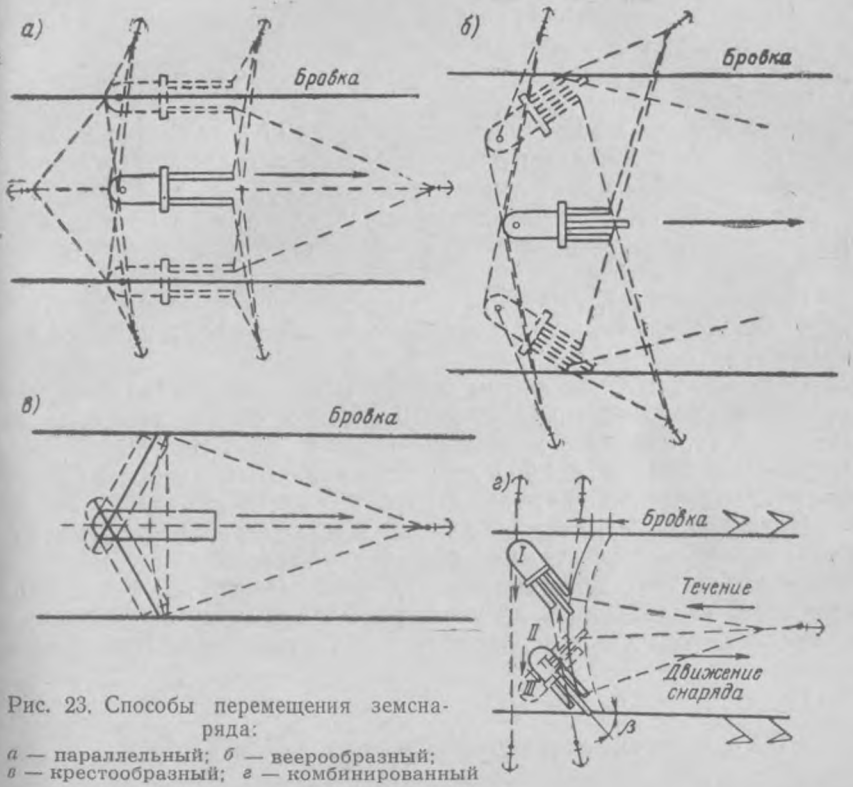


Рис. 23. Способы перемещения земснаряда:
а — параллельный; *б* — веерообразный; *в* — крестообразный; *г* — комбинированный

перемещаясь при папильонировании от бровки к бровке, срезает «папильонажную ленту», которая равна по ширине — величине подачи снаряда вперед, по толщине — толщине срезаемого слоя и по длине — ширине прорези. Скорость папильонирования зависит от конструкции снаряда и свойства грунта.

Землесосные снаряды могут пермещаться так же, как и многочерпаковые, но для них характерен траншейный способ производства работ, при котором снаряд передвигается по створу прорези при помощи двух якорей либо своим ходом.

На строительстве портов в защищенных от волнения акваториях для извлечения грунтов, при благоприятных условиях, могут быть

применены средства гидромеханизации — землесосные установки и плавучие землесосные снаряды, транспортирующие пульпу по трубопроводам на большие расстояния.

Землесосные установки представляют собой одноступенчатые центробежные насосы, приспособленные для перекачивания пульпы, установленные на раму металлического щита при перемещении по суше или на понтоны при перемещении по воде.

Землесосные установки подразделяются на забойные и перекачивающие. Забойные используются для забора пульпы, поступающей от гидромониторов в приямок (зумпф), и перемещения ее в отвал. Перекачивающая установка является стационарной и по существу выполняет функции насосной станции.

Плавучие землесосные несамоходные снаряды применяются для разработки и извлечения грунта из подводного забоя и транспортирования пульпы по плавучему и береговому пульпопроводам в отвал. Они предназначены для разработки песчаных, суглинистых, песчано-гравийных и текучих глинистых грунтов.

Плавучие землесосные снаряды разделяются по производительности, развиваемым напорам и по конструкции грунтозаборных устройств.

Производительность землесосных снарядов измеряется объемом перекаченной за 1 *ч* пульпы и количеством разработанного за то же время грунта.

Простейшим землесосным снарядом является снаряд типа 70-19 (8НЗ-М) производительностью 70 $м^3/ч$ и развиваемым напором 19 *м вод. ст.* наиболее мощным — снаряд типа 1000-80 производительностью по грунту 1 000 $м^3/ч$ и развиваемым напором 80 *м вод. ст.*, разрабатывающий грунт на глубинах до 15 *м*.

Недостатком землесосных установок и снарядов является большое потребление электроэнергии (например, общая установочная мощность землесосного снаряда 1 000-80 равна 5 130 *квт*). Однако стоимость разработки 1 $м^3$ грунта землесосными снарядами, как правило, ниже, чем при разработке другими средствами дноуглубления.

§ 21. Технология дноуглубительных работ

Подсчет объемов дноуглубительных работ выполняется по результатам промеров глубин и нивелирования сухого берега до начала дноуглубительных работ и после их окончания.

До начала дноуглубительных работ промерная партия производит разбивку котлована на поперечники и выполняет промеры глубин.

Для дноуглубительных работ под гидротехнические сооружения поперечники разбивают через 10 *м*. Промеры по поперечникам выполняются на участке запроектированного котлована — через 1 *м*, над откосами — через 2 *м* и на бермах — через 5 *м*. Промеры выполняются со специальных промерных ботов при помощи мерного троса лотом или футштоком с промерного понтона (рис. 24). Про-

меры могут выполняться при волнении на акватории не свыше 2 баллов и с точностью до 10 *см*. На больших участках промеры можно выполнять эхолотом с самозаписывающим устройством.

Объем дноуглубительных работ под гидротехнические сооружения определяется по вычерченным профилям (рис. 25), а при выполнении ремонтного черпания или дноуглубления акватории — на основании плана участка дноуглубления, на котором нанесена разность глубин в каждой промерной точке.

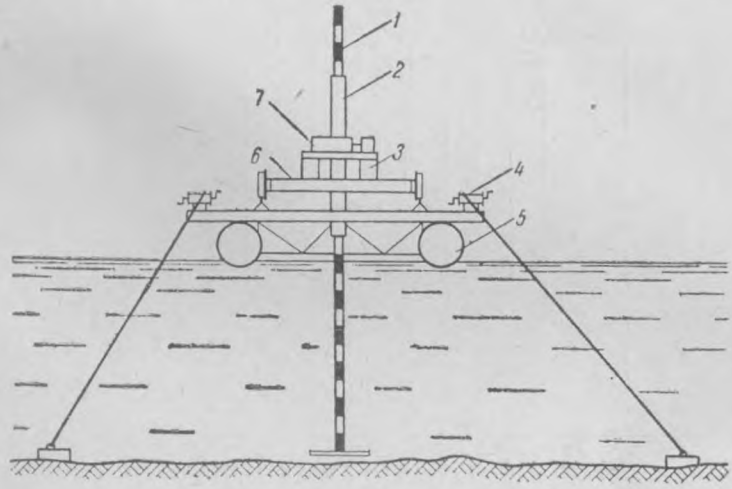


Рис. 24. Промерный понтон:
1 — футшток; 2 — направляющая труба; 3 — опорная площадка; 4 — лебедки; 5 — поплавок понтона; 6 — передвижная тележка; 7 — редуктор

Для определения объема извлеченного грунта сначала вычисляют площадь промерного профиля

$$S=\left(\frac{h_1}{2}+h_2+h_3+\ldots+h_{n-1}+\frac{h_n}{2}\right)l \ м^2, \qquad (56)$$

откуда

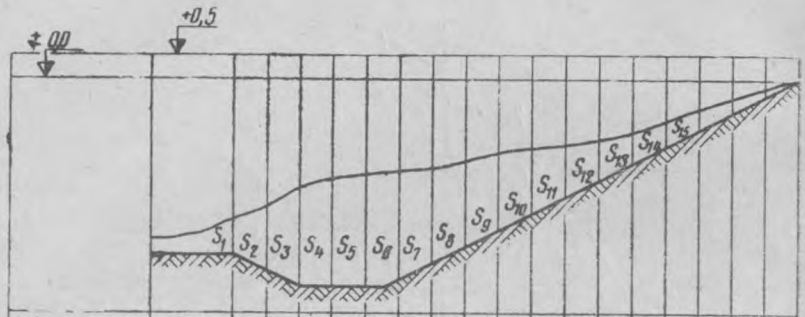
$$V=\left(\frac{S_1}{2}+S_2+S_3+\ldots+S_{n-1}+\frac{S_n}{2}\right)L \ м^3, \qquad (57)$$

где h — разность между глубинами в точках промеров, *м*;
l — расстояние между промерными точками на профиле, *м*;
L — расстояние между профилями, *м*.

При подсчете выполненных дноуглубительных работ учитывается вся кубатура разработанного грунта, в пределах проектных габаритов, с учетом допусков на перебор грунта в соответствии с ТУ (см. табл. 9).

Недоборы грунта на выемках под гидротехнические сооружения не допускаются. При переборе, превышающем допуски, засыпка грунтом производится подразделениями технического флота, допустившего перебор.

Соблюдение габаритов подводных котлованов и прорезей имеет первостепенное значение, особенно при устройстве выемок под гидротехнические сооружения. Поэтому величина опускания грунтозаборного устройства назначается с таким расчетом, чтобы при выемке грунта не нарушался плотный подстилающий слой, являющийся основанием сооружения, а также обеспечивалась устойчивость подводного и надводного откоса.



Расстояния	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Черные отметки	-10	-9	-8,6	-7	-6,8	-6,4	-6	-5,6	-5	-5	-5	-4,2	-3,9	-3,6	-3	-2,4	-1,6	-1
Красные отметки	11	-11	-12	-13	-13	-13	-12,4	11,4	-10,4	-9,4	-8,4	-7,4	-6,4	-5,4	-4,4	-3,4	-2,4	-1,4
Фактические отметки																		

Рис. 25. Промерный поперечник

Разработка котлована производится послойно, толщина снимаемого слоя не должна превышать 2 *м*. Послойная разработка грунта должна выполняться таким образом, чтобы обеспечить проектные откосы (рис. 26). Однако даже при самой тщательной работе снаряда практически невозможно выдержать совершенно точно проектные размеры котлованов. Техническими условиями предусматриваются допуски на чистоту разработки грунта по глубине при производстве работ.

Таблица 9

Тип снаряда	Техническая производительность снаряда, $м^3/ч$	Допускаемый перебор грунта, *м*	
		при обычной точности	при повышенной точности
Многочерпаковый	До 500	0,20	0,10
»	Более 500	0,30	0,15
Папильонажный земснаряд	Все типы	0,40	0,20
Одночерпаковый и грейферный . . .	До 300	0,50	0,25

Примечание. Приведенные в табл. 9 допуски относятся к разработке грунтов без включений. При наличии их допуски увеличиваются в зависимости от размеров включений.

Допуски на чистоту разработки траншей по ширине рабочей прорези в каждую сторону не должны превышать: при ремонтном черпании — 2 *м*; при черпании на объектах капитального строительства — 3 *м*; на надводных берегах — 1 *м*.

Рабочая глубина грунтозабора принимается равной сумме проектной глубины и багермейстерского запаса, который устанавливается с учетом провеса черпаковой цепи, просора грунта из черпаков

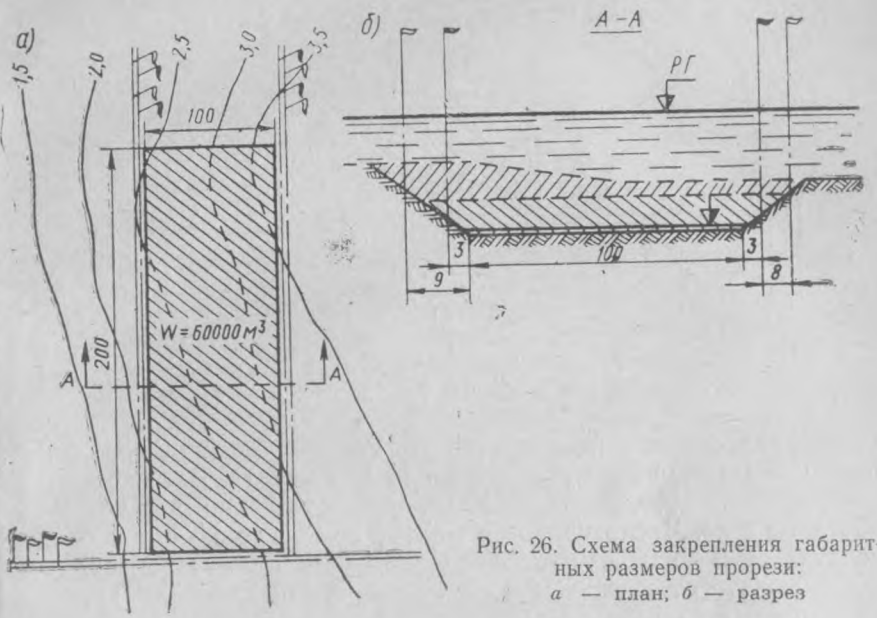


Рис. 26. Схема закрепления габаритных размеров прорези:
а — план; *б* — разрез

или шаланд, а также заносимости котлована. Ставить шаланды под загрузку со стороны выработанной прорези не разрешается.

Производство дноуглубительных работ вблизи существующих сооружений в каждом отдельном случае должно быть обусловлено проектом.

При разработке прочных скальных грунтов, не поддающихся разработке черпаковыми снарядами, прибегают к рыхлению скального грунта механическим или взрывным способом. Механическое рыхление выполняют тяжелыми долотами для разрушения больших по толщине слоев скального грунта на сравнительно крупные обломки или пневматическими молотками для разрушения скальной породы на малые фракции.

Скалодробильный снаряд с механическим рыхлителем (рис. 27) представляет собой судно, в средней части которого устроен колодец с амортизирующей обоймой для предотвращения горизонтальных ударов. Долото может перемещаться в торцевую часть снаряда. В пределах верхней трети долото изготавливается полым, чтобы приблизить центр тяжести к наконечнику. Вес долота достигает

30 *т*; оно подвешивается на тросе диаметром до 50 *мм*. Поднимается долото при помощи механической лебедки. Падение долота осуществляется путем выключения барабана лебедки. Снаряд перемещается на участке работ при помощи папильонажных лебедок и якорей. При глубинах до 9 *м* долото производит 45—50 ударов в час, производительность на граните 3—7 *м*^{3}*/ч*, известняке — 10—20 *м*^{3}*/ч*, песчанике — 15—30 *м*^{3}*/ч*.

Скалодробильный снаряд с пневматическим молотом представляет собой одиночный или спаренный понтон с устройством для пе-

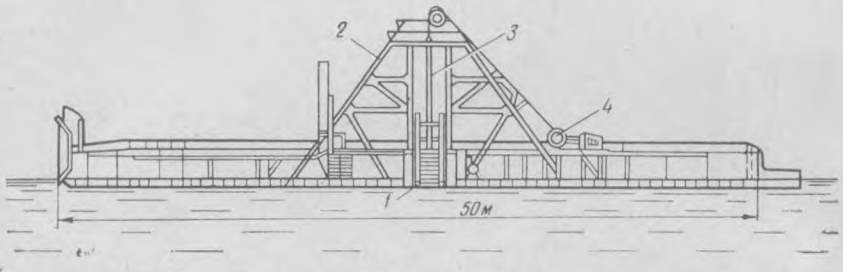


Рис. 27. Скалодробильный агрегат:
1 — колодец; 2 — ферма; 3 — долото; 4 — лебедка

ремещения снаряда и молотов в процессе дробления породы. На одном снаряде монтируется один или два молота. Вес пневматических молотов 1800, 3500 и 6000 *кг*, соответственно вес долот 220, 435 и 1200 *кг*. Число ударов в минуту от 215 до 1000 при расходе воздуха от 8 до 20 *м*^{3}*/мин* давлением 6—7 *атм*. Производительность молота от 5 до 20 *м*^{3}*/ч*. Толщина разрыхленного грунта за один проход до 1,5 *м*.

Механическое рыхление скальных пород целесообразно применять там, где не допускается использовать более экономичный взрывной способ, например вблизи от гидротехнических и береговых сооружений, в местах прокладки кабелей, трубопроводов и т. п.

Рыхление и разработка скальных пород под водой взрывами осуществляются двумя способами: наружным (накладными зарядами) и внутренним (шпуровыми или скважинными зарядами). По форме заряды могут быть сосредоточенными: в форме шара, куба и цилиндра, высотой не более пяти диаметров, и удлиненными, когда длина превышает поперечное сечение больше чем в пять раз.

Наиболее эффективны внутренние заряды, у которых бóльшая часть энергии взрыва затрачивается на разрушение породы; у накладных зарядов бóльшая часть энергии расходуется непроизводительно, возрастает удельный расход ВВ и, кроме того, наносится большой вред рыбному хозяйству. Применять накладные заряды можно только при небольших объемах работ с обязательным разрешением Государственного рыбного надзора.

Перед началом подводных взрывных работ необходимо снять слабый слой наносных грунтов, прикрывающих скалу.

Для производства взрывов внутренними зарядами необходимо пробурить шпуры или скважины для зарядов. Расположение и глубина шпуров (скважин) определяются проектом. Перед бурением водолаз очищает место от наносов и обломков породы при помощи гидромонитора и удерживает конец бура специальной скобой до тех пор, пока не будет пробурено 2—5 *см* шпура. Пробуренные шпуры (скважины) очищают от шлама и пробок струей сжатого воздуха при помощи трубки, вводимой в шпур. На конце трубки устроен вентиль для открытия и закрытия подачи воздуха. Чтобы предот-

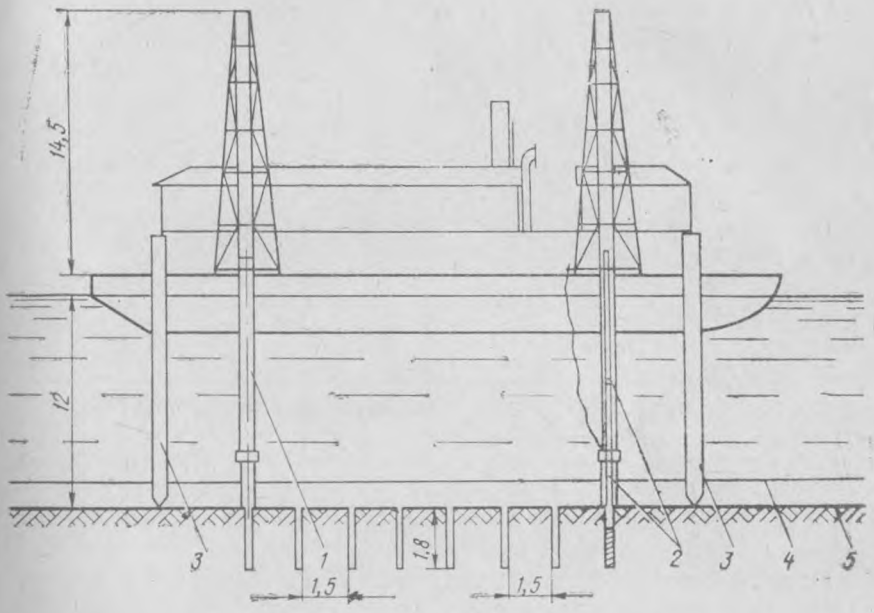


Рис. 28. Схема буровой плавучей установки:
1 — обсадная труба; 2 — трубчатая буровая штанга; 3 — опоры; 4 — песчаные наносы; 5 — скала

вратить засорение и облегчить нахождение очищенных шпуров, в них вставляют деревянные вешки.

Шпуры (скважины) бурят при помощи перфоратора или станка канатно-ударного бурения с понтона или со льда. Понтон перемещается по фронту бурения при помощи папильонажных лебедок. Понтон для бурения нескольких рядов шпуров с одной стоянки приведен на рис. 28.

Для подводных взрывов применяются патронированные ВВ — аммониты, тротил и др. Накладные заряды весом 80 *кг* и более изготавливаются из пироксилиновых порохов.

Вес внутреннего заряда для нормального выброса и рыхления скальных грунтов определяется по формуле

$$Q = K_в W^3, \qquad (58)$$

где Q — вес заряда, *кг*;

$K_в$ — удельный расход ВВ, *кг/м³*;

W — линия наименьшего сопротивления, *м*.

Если разрыхленный скальный грунт удаляется специально оборудованным много- или одночерпаковым штанговым снарядом, вес) зарядов можно определить по формуле

$$Q=0{,}33K_в W^3. \qquad (59$$

Вес накладного заряда определяется по формуле

$$Q=K_н W_р^3, \qquad (60)$$

где $K_н$ — удельный расход ВВ для накладного заряда, *кг/м³*;

$W_р$ — величина, равная полуторной глубине рыхления.

Эффективность рыхления скального основания зависит от глубины. Если глубина воды H меньше $2h$ (где h — глубина воды над разрушаемым слоем скалы), то вес заряда следует увеличивать при отношении $\frac{H}{2h}=0{,}7$ — на 25%; при отношении 0,35 — на 50%. Ледяной покров усиливает действие заряда.

Величины $K_в$ и $K_н$ зависят от свойств разрушаемой породы (табл. 10).

Таблица 10

Горные породы	Группа грунта	$K_в$, *кг/м³*	$K_н$, *кг/м³*
Известняк-ракушечник	V	1,5—1,7	25—35
Песчаник, сцементированный глиной, сланцы, известняки, мергель	VI	1,3—1,8	30—40
Доломит, известняки, песчаник известковый	VII—VIII	2,0—2,2	35—40
Гранит	VII— X	2,0—2,5	40—80

При производстве взрывных работ необходимо предпринимать все меры, чтобы не допустить нарушения структуры грунтового основания ниже проектной отметки выемки, а также повреждения расположенных вблизи от места взрыва существующих сооружений, их элементов и плавединиц.

Безопасное расстояние от места подводного взрыва до ближайшего объекта ориентировочно определяется формулой

$$L_{без}=25\sqrt{H}\,\frac{1}{\sqrt{h}},$$

где $L_{без}$ — безопасное расстояние от места взрыва, *м*;

H — вес заряда, *кг*;

h — глубина погружения заряда в воду, *м*.

Для защиты подводных частей сооружений, расположенных на расстоянии, несколько меньшем безопасного, можно использовать специальное устройство для гашения энергии ударной волны. При помощи этого устройства, работающего по принципу пневматического волнолома, создается завеса из воздушных пузырьков перед сооружением. Для этой цели на дно траншеи укладывают систему

перфорированных труб диаметром 200 *мм*, соединенных с компрессором.

Приемка выполненных дноуглубительных работ осуществляется заказчиком в присутствии представителей строительной организации и земкаравана на основании данных о промерах глубин. Сетка исполнительных промеров должна соответствовать сетке предварительных промеров. Исполнительные промеры должны быть выполнены не позднее чем через 10 суток после окончания работ.

При приемке должна быть предъявлена следующая документация: журналы промеров глубин, акт водолазного обследования; план котлована с нанесением границ сдаваемого участка, проектных и фактических отметок поверхности котлована, координат основных точек линий разбивки котлована, привязанных к основным линиям сооружения; исполнительные поперечные профили котлована; характеристика грунтов в основании и сопоставление их с проектными характеристиками; акт промежуточной приемки, разбивки и закрепления оси котлована и его границ.

На основании документов, при соответствии всех размеров выемки рабочим чертежам и требованиям технических условий, составляется акт о приемке котлована (акт на скрытые работы), который дает право на продолжение строительства и выполнение последующих работ.

§ 22. Образование территорий

При строительстве транспортных гидротехнических сооружений часто бывает необходимо образовать новые прибрежные территории.

Работы по образованию территорий могут быть осуществлены одним из следующих способов: сухим — отсыпкой грунта, доставляемого к месту укладки в сооружение, на автомашинах, на средствах водного или железнодорожного транспорта; гидромеханизированным (мокрым) — намывом (рефулированием) и смешанным способом, когда одна часть объема грунта укладывается намывом, а другая отсыпкой.

Перед началом работ по созданию или подъему территории должны быть выполнены разбивочные работы.

Отсыпку или намыв грунта разрешается производить после того, как основание подготовлено в соответствии с проектом и техническими условиями, т. е. очищено от посторонних предметов, мусора, растительного слоя грунта и т. п. Подготовленное основание принимается специальной комиссией с составлением акта на скрытые работы. Эта же комиссия принимает все выполненные подготовительные работы.

Для образования территорий, заполнения пазух сооружений грунтом, устройства земляных плотин, дамб и перемычек применяются качественные, преимущественно песчаные, грунты, но также скальные, песчано-гравелистые, гравелистые или галечные. Связные грунты — глинистые и суглинистые — применяются редко, так

как при этом требуется принимать специальные меры, чтобы исключить возможность деформации (больших осадок) грунта под эксплуатационными нагрузками.

В проекте сооружения должны быть определены конкретные подводные или надводные карьеры для добычи требуемого объема грунта, а также указаны способ укладки и степень уплотнения грунта. Отсыпку грунта следует начинать с пониженных участков.



Рис. 29. Виброуплотнитель ВУУП-4

Отсыпка песчаного грунта в воду. Она выполняется пионерным способом с участием транспортных средств (автосамосвалов, скреперов, большегрузных тракторных тележек и т. п.) и бульдозеров. В этом случае дополнительное уплотнение отсыпи обычно не требуется, но при необходимости применяются виброуплотнитель ВНИИГС ВУУП-4 (рис. 29) и гидровибратор (рис. 30).

Отсыпка грунта в надводную часть насыпи производится слоями. Толщина слоя назначается в зависимости от влажности и вида грунта, а также типа грунтоуплотняющего механизированного средства и колеблется в диапазоне 0,1—0,2 *м*.

Уплотнение грунтов. Оно может быть выполнено различными способами:

укаткой (статический способ) с применением: прицепных, полуприцепных и самоходных катков (гладких, кулачковых, с фигурным профилем и катков на пневматическом ходу); транспортных средств: автомобилей-самосвалов и бортовых, прицепов-землевозов; землеройно-транспортных машин: тракторов, бульдозеров и скреперов;

трамбованием с применением механических трамбовок: пневматических, электрических с бензиновым двигателем и взрывного действия; навесных плит на экскаваторе (кране) или на тракторе; трамбующих машин: дизель-трамбующих и мотылевых;

вибрированием с применением: поверхностных, подвесных, прицепных и самоходных виброплит и виброуплотнителей; глубинных гидровибраторов С-629 и др.;

комбинированным воздействием с применением: виброкатков, грунтоуплотнителей-грунторазравнителей, грунтоуплотнителей-увлажнителей, гидровиброуплотнителей-грунтозасыпателей, скреперов-катков, грейдеров-катков и др.

Однородные связные и несвязные грунты уплотняют грунтоуплотняющими средствами в несколько проходок (ударов): для несвязных грунтов 2—6, для связных — 4—6.

Чтобы обеспечить поточность ведения работ по образованию территории способом отсыпки грунта, всю площадь нужно разбить на участки (карты), на которых должны последовательно выполняться все процессы по укладке, разравниванию и уплотнению грунта, т. е., если на одной карте производится уплотнение грунта, на другой — планировка, на третьей — отсыпка грунта.

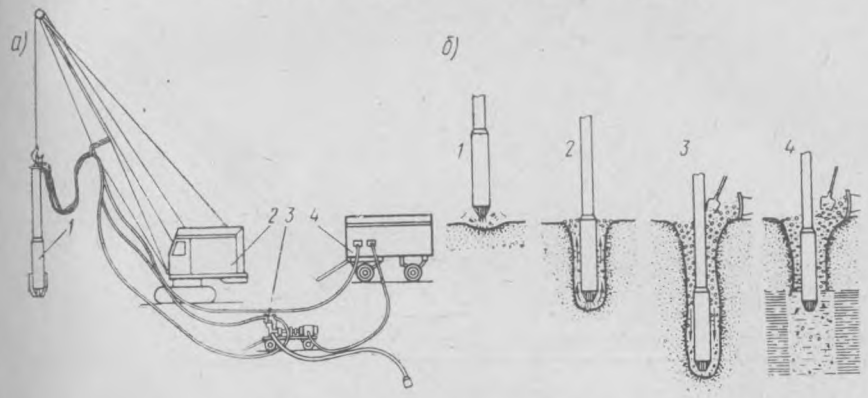


Рис. 30. Уплотнитель песчаного грунта:

а — автономное оборудование для гидровибрационного уплотнения: 1 — гидровибратор; 2 — гусеничный кран; 3 — насосная станция; 4 — передвижная электростанция; б — последовательность гидровиброуплотнения: 1 — начало погружения; 2 — погружение под действием собственного веса гидровибратора с подачей воды через нижнее сопло; 3 — конец погружения (вода подается через верхние сопла); 4 — извлечение гидровибратора с подачей воды через верхние сопла

Площадь карты определяется из условий сменной производительности ведущей машины и толщины слоя отсыпки

$$S=\frac{П_э}{h}\ м^2, \qquad (61)$$

где $П_э$ — сменная производительность ведущей машины, $м^3$;

h — толщина слоя отсыпки грунта, $м$.

В зимних условиях (при отрицательных температурах воздуха) отсыпаемый грунт должен быть талым и непереувлажненным. Дополнительное увлажнение несвязных грунтов в этот период года не требуется. Интенсивность укладки, планировка и уплотнение грунта должны быть такими, чтобы исключить образование мерзлой корки, смерзшихся комьев, льда и перемешивания грунта со снегом. Лучший способ уплотнения в зимнее время — трамбование больших слоев грунта.

Гидромеханизированный способ наиболее эффективен, так как является комплексно-механизированным процессом. Этот способ позволяет одновременно и непрерывно осуществлять разработку, гидротранспорт и укладку грунта в виде пульпы (гид-

росмеси), обеспечивает качественную укладку грунта при естественном его самоуплотнении, а также имеет сравнительно малые трудоемкость и себестоимость работ. К недостаткам способа относится ограниченная возможность транспортирования грунта по пульпопроводу на большие расстояния, особенно в зимний период в районах с низкой температурой воздуха.

Поэтому в портовом гидротехническом строительстве для образования и подъема территорий способ рефулирования нашел наибольшее применение.

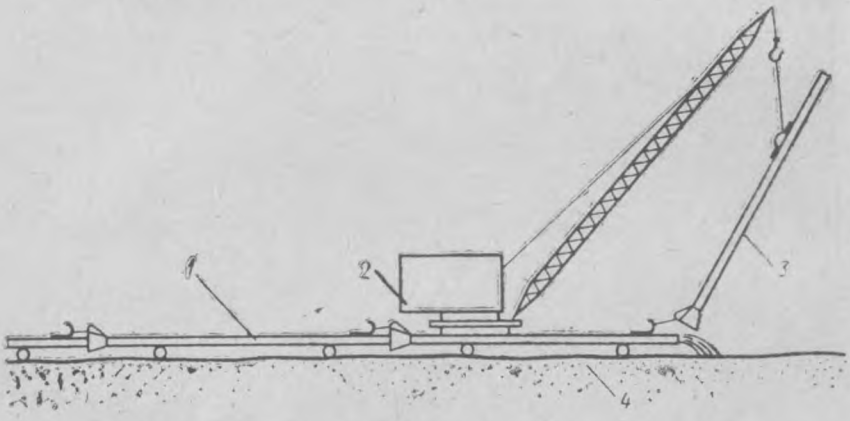


Рис. 31. Схема укладки труб:
1 — пульпопровод; 2 — кран; 3 — наращиваемая труба; 4 — намытый грунт

Разработка и доставка грунта для намыва территории могут быть осуществлены по схемам:

грунт добывается на подводном карьере многочерпаковым земснарядом, грузится в шаланды с глухим днищем либо в баржи, а разгрузка грунта и транспортирование пульпы производятся рефулерным шаландоразгружателем;

грунт разрабатывается землесосом и подается к месту намыва по плавучему и береговому пульпопроводам;

грунт разрабатывается и подается на берег самоотвозным землесосом;

грунт разрабатывается на береговых карьерах гидромониторами и по пульпопроводу подается на карты намыва.

Укладка грунта, в зависимости от конфигурации намываемого сооружения и физико-механических свойств грунта, может осуществляться через торец трубы или через выпуски и отверстия. В зависимости от толщины намываемого слоя грунта применяются два способа намыва: эстакадный (при большой толщине намываемого слоя), когда пульпопровод располагают на специально сооруженной эстакаде, и безэстакадный, при котором пульпопровод укладывают непосредственно на намываемый грунт и наращивают при помощи быстроразъемных соединений в процессе намыва (рис. 31).

Участки, на которых проводится намыв, разбиваются на отдельные карты со средней длиной 200 *м*. Размеры карт назначаются в зависимости от интенсивности намыва (рис. 32).

Наиболее ответственным на береговых работах при намыве является устройство обвалования (ограждения) карт (участков, секций) намываемой территории. Самым распространенным типом ограждений являются земляные валы, которые возводятся сразу на

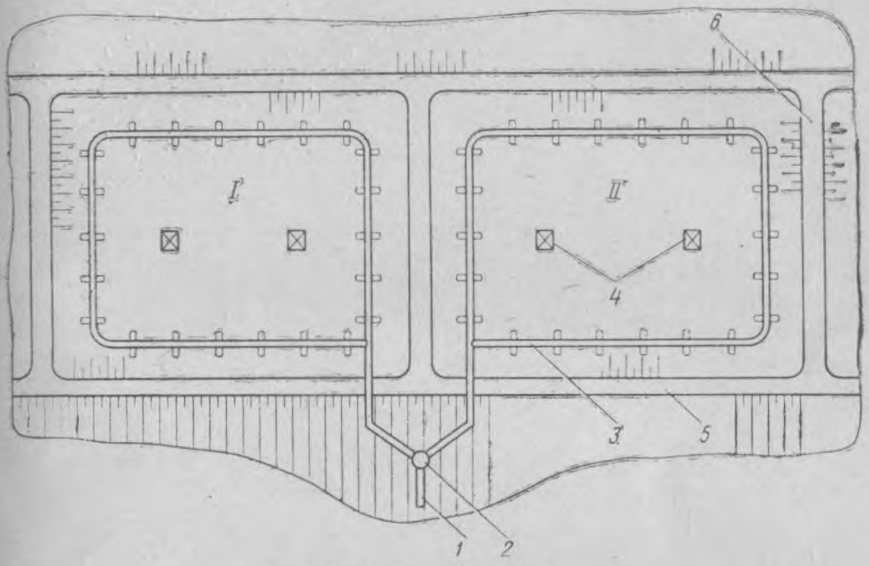


Рис. 32. *I—II* — карты намыва:
1 — магистральный пульпопровод; 2 — переключатель; 3 — закольцованный распределительный пульпопровод; 4 — сбросные колодцы; 5 — дамбы попутного обвалования; 6 — поперечные дамбы обвалования

их полную высоту либо в несколько очередей по мере подъема территории (рис. 33). Отсыпку вала следует производить послойно с уплотнением каждого слоя; откосы валов должны быть устойчивыми. В стесненных условиях или при устройстве перемычек ограждения могут устраиваться из двухрядных стенок.

До начала намыва, в целях предупреждения растекания гидросмеси, устраивается первичное обвалование, а в процессе намыва— попутное из намытого грунта. Обвалование служит также и для того, чтобы создавать бассейн (прудок), в котором отстаивается пульпа. Воду, освобожденную от грунта (осветленную), выпускают из бассейна через водосливные устройства.

Территория, образованная намывом песчаных грунтов, имеет незначительные осадки (до 2%), и через несколько дней на ней можно выполнять строительно-монтажные работы.

Водосливы в земляных валах устраиваются в виде деревянных шондорных колодцев (рис. 34) либо закладкой в тело вала на определенной отметке труб необходимого сечения. Во избежание

усиленной фильтрации и размыва обвалования по стенке трубы устраивают поперечные противофильтрационные диафрагмы (рис. 35). Если осуществить сброс осветленных вод самотеком невозмож-

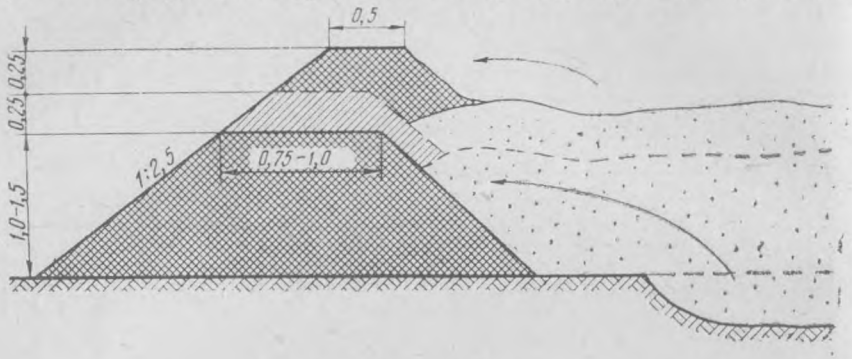


Рис. 33. Устройство обвалования

но, а также при необходимости использовать эти воды для работы гидромониторов или землесосов, их откачивают из зумпфов (приямков) центробежными насосами.

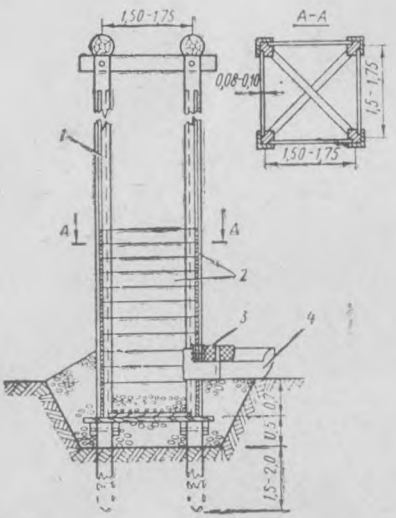


Рис. 34. Шондорный деревянный колодец:

1 — деревянные стойки с пазами; 2 — шондоры; 3 — закрепление трубы; 4 — водоотводная труба

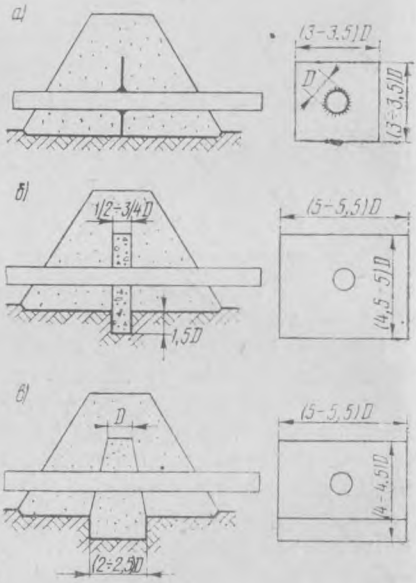
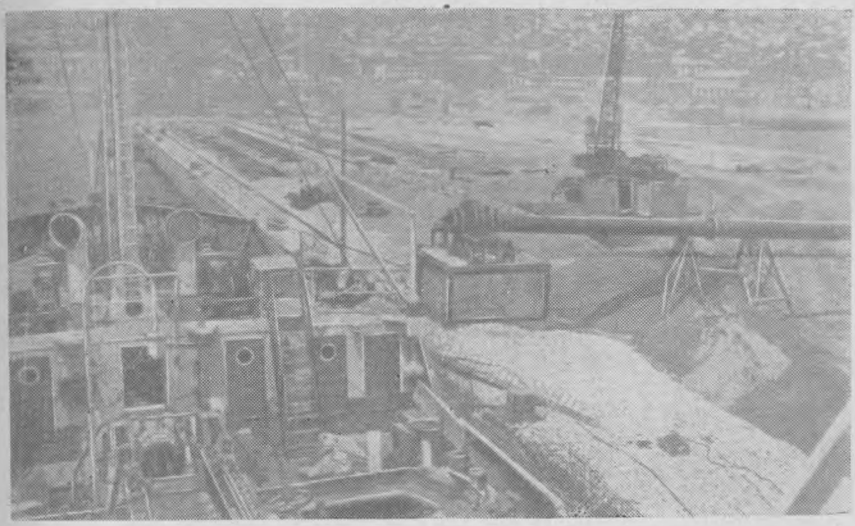


Рис. 35. Противофильтрационные диафрагмы:

а — металлическая; б — бетонная; в — глиняная

Водосбросные устройства должны обладать достаточной пропускной способностью, иметь прочную конструкцию и позволять регулировать скорости и объемы сбрасываемой воды.

а)



б)

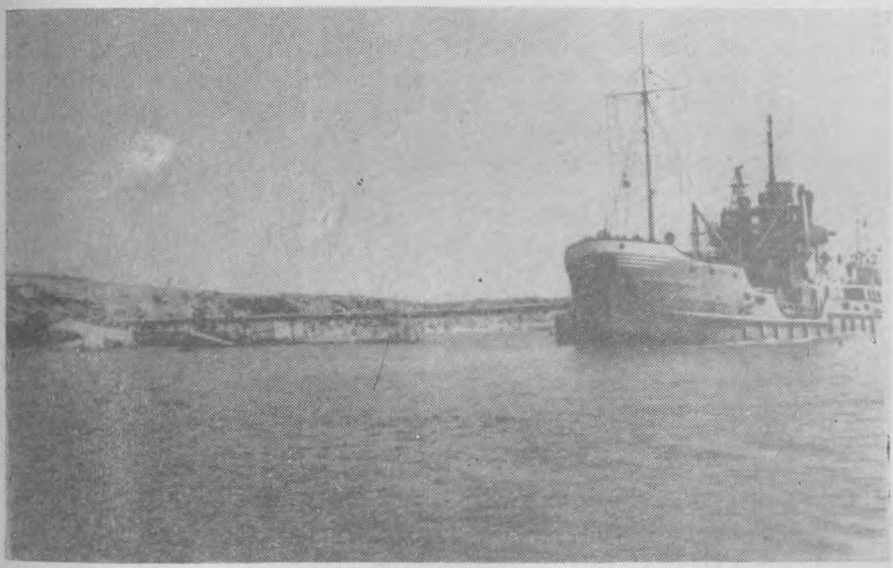
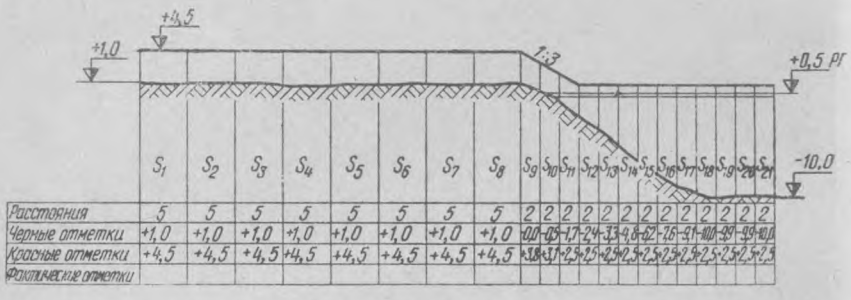


Рис. 36. Соединение берегового пульпопровода с землесосом:
а — на строящемся причале; б — на опорах, вынесенных в море

При заполнении пазух и образовании территории за стенками причальных сооружений, если для свободного выхода воды имеются необходимые условия, водосбросные сооружения не устраиваются. Чаще всего намыв производится с помощью самоотвозного землесоса, который лагом швартуется к построенной части стенки. В этих случаях конец напорного трубопровода землесоса подсоединяется к концу берегового пульпопровода (рис. 36).

Работы по заполнению пазух за стенками причальных сооружений требуют особого внимания, так как в процессе намыва грунта на стенки воздействуют значительные нагрузки. На практике имели место случаи, когда заанкеренные стенки деформировались из-за



Расстояния	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Черные отметки	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	-1,0	-1,5	-1,7	-2,4	-3,3	-4,6	-6,2	-7,6	-9,1	-10,0	-9,9	-10,0
Красные отметки	+4,5	+4,5	+4,5	+4,5	+4,5	+4,5	+4,5	+4,5	+3,8	+3,7	+2,9	+2,5	+2,9	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5	+2,5
Фактические отметки																				

Рис. 37. Поперечник для подсчета объемов работ (при намыве)

быстрого подъема отметки насыщенного водой грунта, при недостаточной пригрузке тылового анкерного ряда или в результате образования больших скоростей течения пульпы, размыва анкерных устройств и разрушения обратных фильтров. Поэтому рекомендуется в самом начале намыва создать в береговой части сооружения резерв грунта и по мере готовности конструкции к заполнению пазухи перемещать грунт из резерва бульдозером вдоль сооружения, пригружая, в первую очередь, анкерный тыловой ряд.

При создании тыловых территорий за сооружениями организуется инструментальный контроль за осадками территории и состоянием сооружения. При обнаружении деформаций или смещений сооружения работы по засыпке или намыву должны быть немедленно остановлены. Работы можно возобновлять только после выяснения и устранения причин, вызвавших деформации или смещения, и ликвидации их последствий.

Перед началом работ по образованию территорий, независимо от способа производства работ, должны быть выполнены предварительные промеры глубин и нивелирование территории по поперечникам через 10 *м* для определения объема работ (рис. 37). После окончания работ выполняются исполнительные промеры. Сетки исполнительных промеров и нивелировки должны быть такие же, как и при предварительных промерах.

При уточнении объема работ по намыву территории необходимо учитывать потери грунта на унос волнением и течением (если грунт

в процессе намыва подвергается воздействию волнения и течения), на осадку (уплотнение) и другие потери, указанные в производственных нормах на дноуглубительные и рефулерные работы.

При намыве территорий допускаются отклонения от проектных отметок на +0,1 *м*.

В процессе производства работ по образованию территорий ведется журнал работ.

В зимних условиях, при отрицательных температурах воздуха, возможно намывать только быстродренирующие грунты — крупнозернистый песок, гальку и гравий.

Для подготовки пульпопровода к работе нужно укрепить задвижки, обеспечить плотность соединений между звеньями труб, установить дополнительные водовыпуски. При длительных перерывах в работе пульпопровод необходимо утеплить на всем протяжении.

§ 23. Разработка грунта гидромониторами

При производстве работ, связанных с образованием территорий, для срезки или намыва грунта до требуемой отметки в надводных условиях могут быть использованы водобойные снаряды — гидромониторы.

Разработка (размыв) грунта гидромонитором производится компактной направленной струей воды, выбрасываемой из насадки гидромонитора под давлением от 5 до 35 *атм* со скоростью до 100 *м/сек*. При ударе струи воды о грунт нарушается сцепление между частицами, грунт разрушается, насыщается водой и превращается в пульпу, которая транспортируется к месту укладки либо в отвал самотеком по направляющим лоткам или при помощи землесоса.

Вода к гидромонитору подается по трубопроводам от насосных станций: стационарных, передвижных или плавучих.

Гидромонитор (рис. 38) состоит из нижнего неподвижного и верхнего подвижного стальных колен, ствола, насадки. К нижнему колену присоединяется напорный трубопровод. Нижние и верхние колена соединены между собой при помощи подвижного (шарнирного) фланцевого соединения, обеспечивающего горизонтальное перемещение ствола. Вертикальный шарнир соединения верхнего колена и ствола позволяет поворачивать ствол в вертикальной плоскости на угол до 60°. Ствол конической формы имеет внутренние направляющие ребра, препятствующие вращению струи. Струя направляется в требуемую точку забоя при помощи водила.

Отечественная промышленность выпускает гидромониторы производительностью до 2000 $м^3/ч$ и более с ручным или дистанционным управлением, в том числе закрытые бронированными колпаками и подвесные, смонтированные на стреле крана.

Водопроизводительность гидромонитора зависит от диаметра насадки и напора струи

$$Q = 3{,}297 d^2 \sqrt{H} \quad м^3/сек, \tag{62}$$

где d —внутренний диаметр насадки, *м*;

H —рабочий напор на вылете струи, *м вод. ст.*

Производительность гидромонитора возрастает по мере увеличения угла между струей и стенкой забоя, а также высоты забоя, так как при большой высоте его происходит обрушение масс грунта, а затраты энергии и воды сохраняются такими же, как и при малой высоте забоя. Производительность гидромонитора, а следовательно, и интенсивность размыва значительно увеличиваются при уменьшении расстояния от насадки гидромонитора до стенки забоя, так как при этом не происходит потери напора по длине струи. Наибольшего приближения струи к стенке забоя можно добиться при работе гидромонитором ближнего боя (ГББ) с дистанционным управлением.

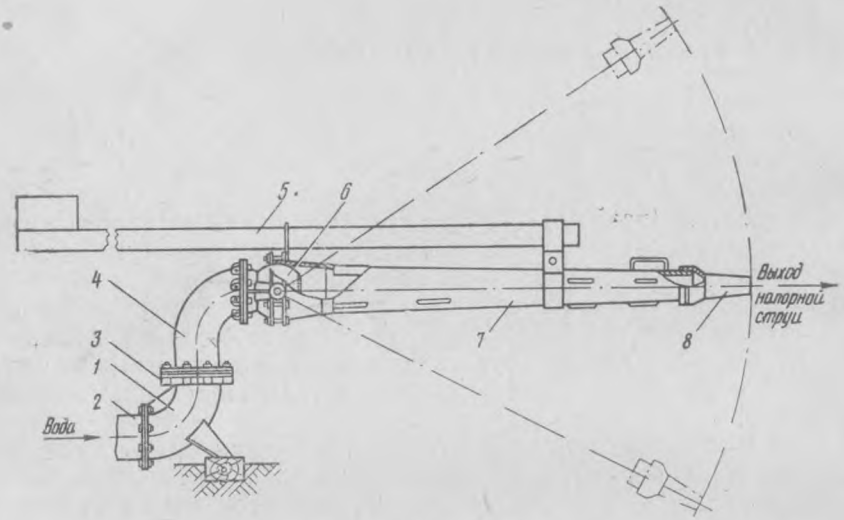


Рис. 38. Гидромонитор:
1 — неподвижное стальное колено; 2 — напорный трубопровод; 3 — фланцевое соединение; 4 — подвижное колено; 5 — водило; 6 — вертикальный шарнир; 7 — ствол; 8 — насадка

Наиболее высокая производительность гидромониторов при размыве несвязных грунтов.

Потребная производительность гидромониторной установки для размыва заданного объема грунта в заданный срок определяется по формуле

$$Q' = 1{,}1\frac{Vq}{tk_{\text{и}}} \quad м^3/сек, \tag{63}$$

где V — объем грунта, подлежащего размыву, $м^3$;

q — удельный расход воды, $м^3$, на размыв 1 $м^3$ грунта (в соответствии с ЕНиР);

t — заданный срок работы по размыву, *ч*;

$k_и$ — коэффициент использования гидромонитора во времени ($k_и = 0{,}4 \div 0{,}8$).

Необходимое количество гидромониторов

$$n_2 = \frac{Q'}{Q}, \tag{64}$$

где Q — производительность одного гидромонитора, *м³/сек*.

Различают четыре способа размыва грунта гидромониторами (рис. 39). Разработка грунта косым забоем производится двумя гидромониторами, направленными под углом друг к другу.

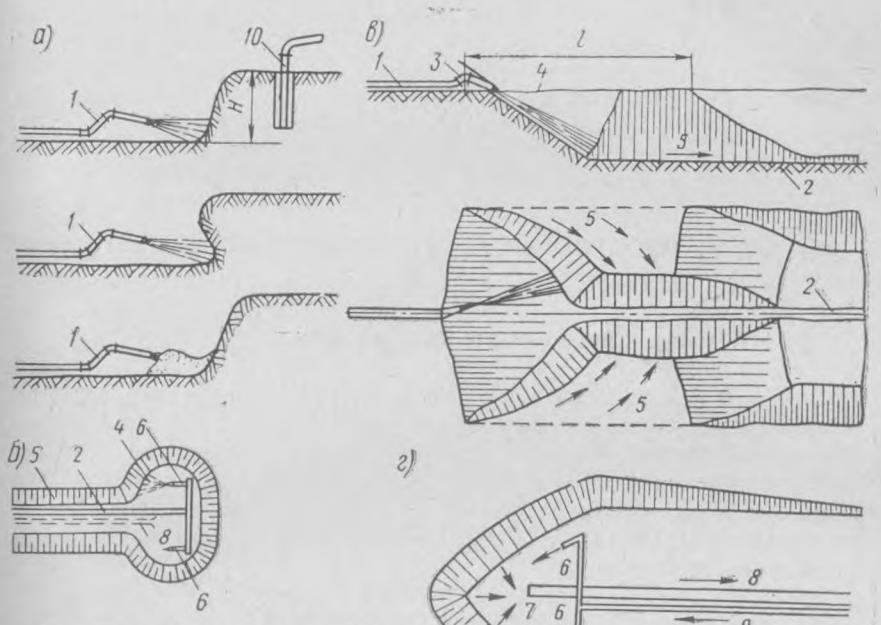


Рис. 39. Способы размыва грунта:
а — встречный забой; б — попутный забой; в — разработка грунта сверху вниз; г — косой забой

Для безнапорного транспорта пульпы устраиваются лотки или канавы с уклоном, обеспечивающим необходимую скорость движения пульпы, при которой частицы грунта не будут оседать на дно. В связи с этим они должны иметь как можно меньше поворотов, так как на поворотах резко снижается скорость.

При напорном транспорте пульпа перекачивается по трубам (пульпопроводам) одноступенчатыми центробежными грунтовыми насосами (землесосами), устройство которых позволяет пропускать вместе с пульпой небольшие камни и комья грунта.

Гидромониторная разработка грунта осуществляется уступами, количество которых определяется проектом. Как правило, разработка грунта производится путем подрезки уступа и обрушения его с последующим смывом в колодец (зумпф). Для безопасности работы расстояние гидромониторов от бровки уступа должно быть равно: для песка — высоте уступа, для лёссовидных грунтов—1,2 высоты уступа.

Все линии электропередач должны прокладываться вне радиуса действия струи гидромонитора.

В забое должно находиться не менее двух гидромониторов (один резервный).

Каждый гидромонитор должен быть испытан и иметь паспорт. На рабочем трубопроводе, на расстоянии не более 10 *м* от гидромонитора, должна быть установлена задвижка для прекращения подачи воды в аварийных случаях.

Разработка грунта гидромониторами должна осуществляться в соответствии с проектом производства работ, действующими Техническими условиями и правилами техники безопасности.

Глава V. ИЗГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

§ 24. Бетонные элементы и конструкции

Бетонами называются искусственные каменные материалы, получаемые в результате затвердения смеси вяжущего (цемента), воды и заполнителей (песка и щебня), взятых в определенной пропорции. Гидротехнический бетон применяется для изготовления сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструктивных элементов, работающих в подводной и надводной зонах и зоне переменного уровня воды.

Гидротехнические бетоны относятся к тяжелым бетонам и подразделяются: по пределу прочности при сжатии на семь марок (100, 150, 200, 250, 300, 400 и 500), по водонепроницаемости, контролируемой давлением воды (4, 6, 8, 12 *кгс/см*^{2}), на четыре марки — $В_4$, $В_6$, $В_8$, $В_{12}$, по степени морозостойкости (в циклах замораживания и оттаивания) на четыре марки — Мрз-100, Мрз-150, Мрз-200 и Мрз-300.

Отличительной особенностью гидротехнического бетона является его повышенная плотность и, как следствие, повышенные стойкость и водонепроницаемость.

В качестве вяжущего для получения гидротехнического бетона применяется портландцемент и его разновидности; для бетона, работающего в химически агрессивной среде, — сульфатостойкий портландцемент.

Марки цементов должны превышать требуемые марки прочности бетона. Например, для изготовления бетона марки 300 требу-

ется цемент марки 400—500, а бетона марки 400 — цемент марки 500—600.

Для экономии вяжущего и создания жесткого скелета бетона применяются мелкие и крупные заполнители. В качестве мелкого заполнителя для гидротехнического бетона используются естественные и искусственные средне- и крупнозернистые пески. Использование мелкозернистых песков приводит к значительному перерасходу цемента. Пески должны быть чистые (содержание глинистых и пылевидных примесей в песке для бетона зоны переменного уровня, работающего в тяжелых гидрометеорологических условиях, не допускается более 1%, а для остальных бетонов — более 2%), без отдельных комьев глины. В качестве крупного заполнителя для гидротехнического бетона используется морозостойкий естественный и искусственный щебень фракций крупностью 5—10, 10—20, 20—40 и 40—70 *мм*.

При хранении составляющих бетона нельзя допускать загрязнения материала, перемешивания цементов и фракций щебня.

Для бетонных элементов, работающих в тяжелых гидрометеорологических условиях в зоне переменного уровня, марка по прочности назначается не ниже 250, по водонепроницаемости — не ниже B_6, по морозостойкости—не ниже Мрз-300 с обязательным применением теплогидроизоляции. Для увеличения морозостойкости бетона используются воздухововлекающие, газообразующие и пластифицирующие добавки.

Подвижность бетонной смеси по осадке конуса задается в зависимости от способа уплотнения бетона (чтобы в процессе уплотнения не происходило водоотделение), температуры наружного воздуха и времени, необходимого для транспортирования смеси от места приготовления до места укладки. Рекомендуется использовать жесткие смеси с осадкой конуса в пределах 2—4 *см*.

Для обеспечения высокой плотности и других заданных технических свойств бетона необходимо правильно устанавливать водоцементное отношение (В/Ц), которое, в зависимости от условий работы бетона в сооружении, находится в пределах 0,42—0,55.

Бетонная смесь приготовляется в бетоносмесителях со свободным падением материала (емкость барабана 250, 425 и 1200 *л*) и с принудительным перемешиванием (емкость барабана 250, 500 и 1000 *л*). Дозировка составляющих и воды производится по весу автоматически с помощью дозаторов. Продолжительность механического перемешивания в бетономешалках со свободным падением материала, в зависимости от требуемой подвижности бетонной смеси и емкости барабана, составляет 45—150 *сек*.

Производство сборных бетонных элементов для портового гидротехнического строительства организуется на механизированных полигонах. Они разделяются:

по номенклатуре выпуска изделий на универсальные — для изготовления изделий широкой номенклатуры и специализированные — для выпуска больших серий изделий ограниченной номен-

клатуры, в том числе парки изготовления обыкновенных и фигурных массивов;

по назначению и составу сооружений: на комплексные, организуемые в виде самостоятельных стационарных предприятий, включающие все вспомогательные производства и службы; призаводские, создаваемые при заводах строительных деталей, предназначенные для изготовления элементов и конструкций большого габарита, и построечные (приобъектные), расположенные вблизи от строящихся сооружений из крупноразмерных элементов.

Полигоны размещаются на открытых площадках и, как правило, непосредственно в прибрежной зоне.

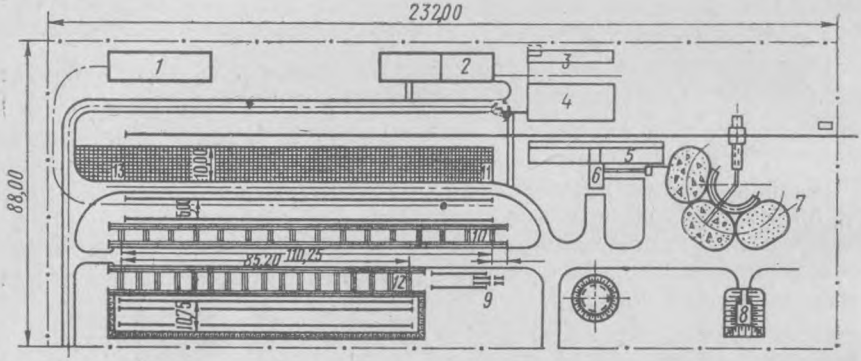


Рис. 40. Схема полигона для изготовления сборных железобетонных конструкций производительностью 10 000 $м^3$ в год:

1 — арматурная мастерская; 2 — котельная и бытовые помещения; 3 — площадка для золы; 4 — склад угля; 5 — склад цемента; 6 — бетоносмесительная установка; 7 — склад заполнителей; 8 — склад горючих и смазочных материалов; 9 — вибровакуумная установка; 10 — стенд для формования и термовлажностной обработки железобетонных конструкций; 11 — склад готовой продукции; 12 — стенд с установкой для формования и термовлажностной обработки многопустотных панелей; 13 — склад бортовой опалубки

В состав комплексного полигона входят: бетоносмесительный узел, склады заполнителей и цемента, мастерская для изготовления и ремонта форм, технологические линии формования изделий, склад готовой продукции (парк хранения), материальный склад, административно-бытовые помещения, лаборатория, инженерные сети для обеспечения полигона электроэнергией и водой и др. В зависимости от местных условий и номенклатуры изделий состав полигона может меняться.

Призаводские и построечные полигоны имеют в своем составе: технологические линии формования изделий (стенды, крановое и бетоноукладочное оборудование), склад готовой продукции (парк хранения), необходимые коммуникации. В некоторых случаях на этих полигонах размещают бетоносмесительное отделение со складами цемента и заполнителей ограниченной емкости (рис. 40).

На рис. 41 приведена схема полигона для изготовления тетраподов.

Исходными данными для проектирования полигонов, в том числе и парков изготовления массивов, служат количество и объем бетонных элементов, подлежащих изготовлению в заданные сроки. На основе этих данных расчетным путем определяются основные характеристики полигона: производственная мощность и емкость, от которых зависят основные параметры полигона, а также потребность в ресурсах.

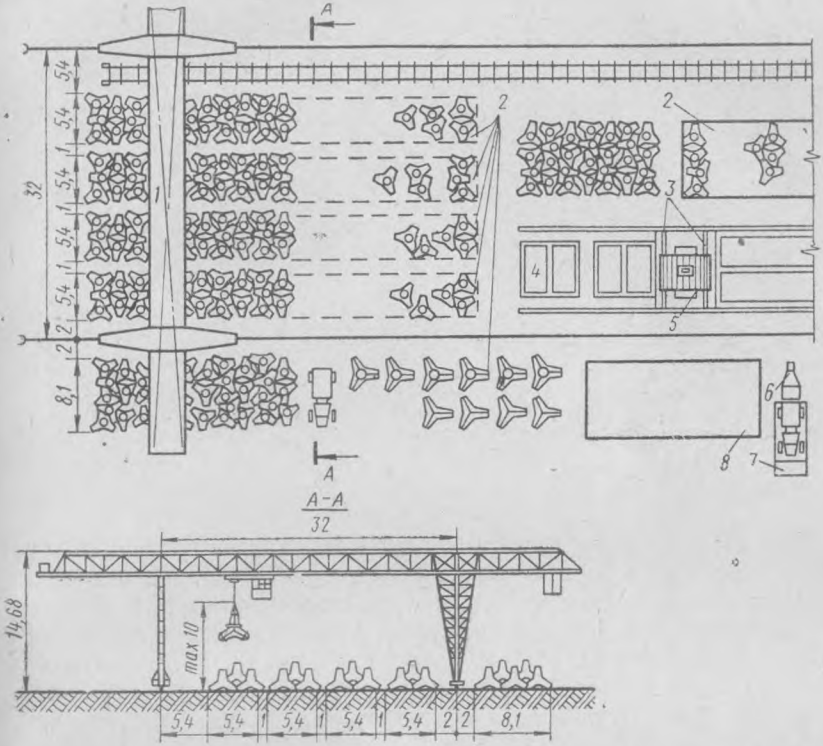


Рис. 41. Схема полигона для изготовления тетраподов весом 5 *т*:
1 — козловый кран ККУ-7,5; 2 — площадки для разборки и сборки форм; 3 — перемещающаяся площадка с бункером; 4 — пропарочные камеры; 5 — вибростол; 6 — бадья емкостью 2 м³; 7 — место для приемки бетонной смеси; 8 — площадка для хранения тетраподов

Изготовление бетонных элементов на полигонах (в парках изготовления массивов), как правило, производится по стендовой технологии. Стенд представляет собой площадку с ровной поверхностью покрытия, исключающую необходимость устраивать днище формы (опалубки). Стендовая технология производства характеризуется тем, что изделия формуются и твердеют на стационарных постах без перемещения в процессе технологического цикла. Все материалы, бетонная смесь и механизмы, необходимые для фор-

мовки, твердения, распалубки, съема и перемещения изделий со стенда, подаются к посту.

Достоинством стендовой технологии производства является простота оборудования и его универсальность, относительно малые первоначальные затраты, а также возможность быстрой организации производства крупноразмерных изделий; недостатком — низкий съем продукции с единицы площади, особенно в тех случаях, когда полигон совмещен со складом хранения готовых элементов.

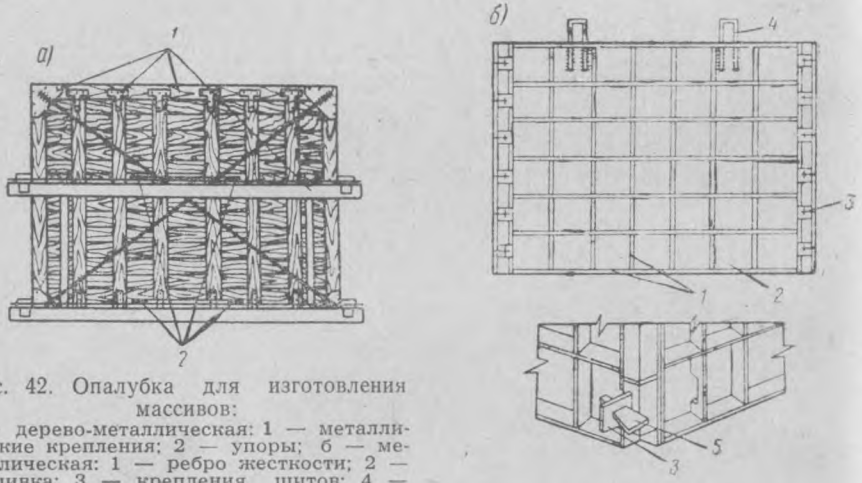


Рис. 42. Опалубка для изготовления массивов:
а — дерево-металлическая: 1 — металлические крепления; 2 — упоры; б — металлическая: 1 — ребро жесткости; 2 — обшивка; 3 — крепления щитов; 4 — подъемные петли; 5 — клинья

Для изготовления сборных бетонных элементов используется сборно-разборная опалубка (рис. 42). Обыкновенные массивы весом до 50 *т* формуются, преимущественно, в деревянной или дерево-металлической опалубке, а массивы весом более 50 *т* — в металлической опалубке с водопоглощающей обшивкой, состоящей из стенок (бортов), устанавливаемых на стенд. Тетраподы изготовляются в металлической разъемной опалубке, состоящей из двух или трех частей (рис. 43).

При конструировании опалубки необходимо предусматривать возможность ее многократного использования (оборачиваемости) и обеспечение правильного геометрического очертания изделия, с размерами в пределах заданных допусков, за счет ее жесткости и неизменяемости в процессе укладки, уплотнения и твердения бетонной смеси.

Перед установкой щиты опалубки очищают от остатков схватившегося и приставшего к поверхности бетона. При сборке форм массивов сначала устанавливают продольные борта, затем поперечные, а после скрепления бортов — опалубку ключевых шахт (рис. 44).

Перед укладкой в форму бетонной смеси, для уменьшения сцепления бетона с опалубкой, на поверхность последней наносится

смазка из раствора нефтепродуктов (солидольно-соляровая по объему 1 : 1; 1 : 2; 1 : 4; 1 : 5; солидол и автол в керосине 1 : 1 : 1; автол отработанный и др).

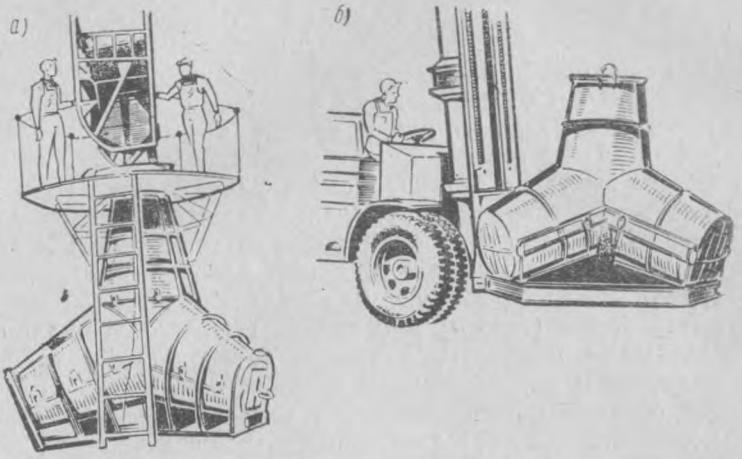


Рис. 43. Бетонирование тетраподов:
а — укладка бетона; б — транспортирование формы

Собранную и подготовленную форму проверяют при участии мастера и бригадира, ответственных за эксплуатацию формы. При проверке устанавливают ее соответствие проектным размерам, прямолинейность, ровность и чистоту внутренних плоскостей, а также правильность расстояния между осями опалубки ключевых отверстий.

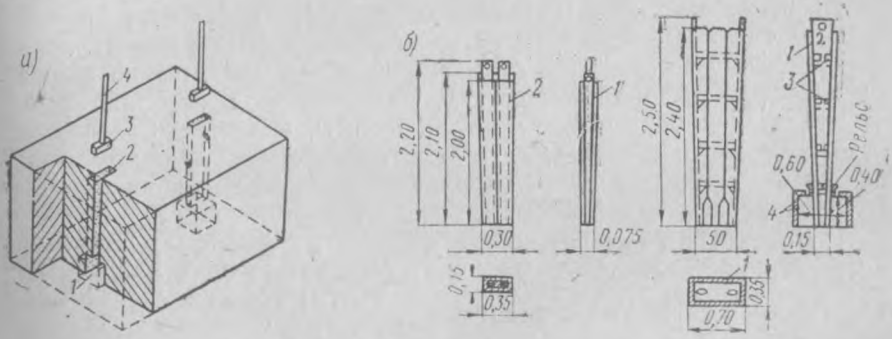


Рис. 44. Устройство ключевых шахт:
а — общий вид; 1 — полость для разворота ключа; 2 — ключевая шахта; 3 — головка ключа; 4 — штанги ключа; б — ключевые пробки; 1 — лицевая грань; 2 — клин; 3 — ребра жесткости; 4 — ключевой ящик

Способы транспортирования бетонной смеси к месту укладки в подготовленные формы должны исключать возможность нарушения однородности и заданной подвижности смеси, расслоения ее

и потери цементного раствора. Транспортирование смеси от места ее приготовления до места укладки должно осуществляться с наименьшим количеством перегрузок в течение 20—30 *мин*. Бетонную смесь перевозят в кузовах автосамосвалов, бадьях, ковшах, поддонах, в ковшах автопогрузчиков и др. Емкости, предназначенные для перевозки бетонной смеси, необходимо систематически очищать от налипших и затвердевших частиц бетона, промывать водой не реже чем через каждые 4 *ч* и при всех перерывах в работе по перевозке. Засыпать днище кузова автосамосвала слоем песка перед загрузкой его бетонной смесью запрещается.

В формы массивов бетонная смесь укладывается горизонтальными слоями постоянной высоты, зависящей от способа уплотнения смеси. Так, при внутреннем вибрировании толщина слоя бетона не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора, при поверхностном — 250 *мм*. Для укладки бетонной смеси используются бадьи (ковши) или поддоны (грузовые парашюты) и грузоподъемный механизм, а также бетононасосы, транспортеры — питатели и автопогрузчики.

Бетонирование производится без технологических перерывов во времени с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Укладка каждого последующего слоя бетона должна заканчиваться до начала схватывания нижележащего слоя. Промежутки времени между укладкой в форму одного слоя бетона и перекрытием его следующим слоем не должны превышать: в теплое время года — 1 *ч*, в холодное — 1,5—2 *ч*. При продолжительности перерыва, превышающей эти сроки, бетонирование должно быть прекращено. Возобновление бетонирования допускается только по достижении ранее уложенного слоя бетона прочности не менее 25 *кгс/см*^{2} и после тщательной подготовки места бетонирования.

В процессе укладки бетонной смеси в нее добавляют рваный камень, так называемый «изюм», распределяемый равномерно по всему объему бетона. При этом общий объем «изюма» не должен превышать 25% объема массива. Укладываемая бетонная смесь уплотняется вибраторами. В углах формы, у внешних поверхностей массивов и в первом слое уплотнение смеси должно выполняться особенно тщательно. Верхнюю грань массива обрабатывают поверхностным вибратором.

По окончании бетонирования массива на верхней поверхности несмываемой краской наносят его порядковый номер и тип, а под ними дату изготовления, например $\frac{47\text{-Т-III}}{20.\ V—1971}$.

Через 7—10 *ч* после окончания бетонирования массивов пробки (опалубку) для образования ключевых шахт приподнимают на 3—5 *см* и осторожно раскачивают, чтобы разрушить сцепление их с бетоном и свободно извлечь при распалубке.

Бетонирование тетраподов большого веса (более 5 *т*) выполняется непосредственно на стенде. Предварительно внутреннюю поверхность металлической опалубки покрывают смазкой, устанав-

ливают армокаркас и секции формы скрепляют откидными скобами. Бетонная смесь в форму подается при помощи крана и бадьи через открытый торец рога, направленного вверх. Уплотняется смесь высокочастотным вибратором с гибким валом и вибраторами, прикрепленными к наружным граням формы.

Технология изготовления тетраподов весом до 5 *т* отличается от описанной тем, что они бетонируются в два приема по поточно-агрегатной технологической схеме.

Сначала готовую форму, состоящую из нижней и верхней секций, автопогрузчиком (см. рис. 43) подают к раздаточному

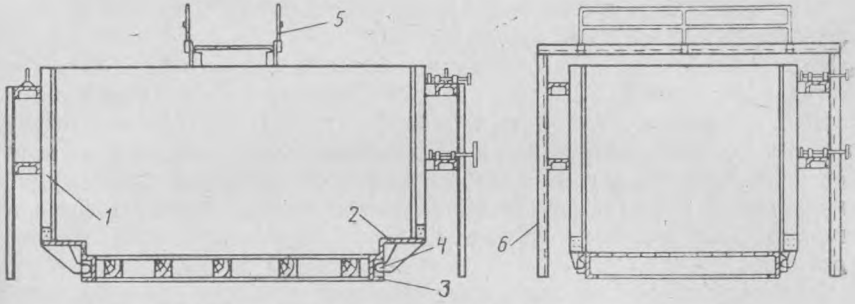


Рис. 45. Опалубка для изготовления строповых массивов:

1 — деревянные щиты; 2 — пазообразователь; 3 — шарнир; 4 — рама поддона; 5 — съемная площадка с ограждением; 6 — стойка

бункеру бетоносмесительного узла и заполняют бетонной смесью. Затем форму устанавливают на вибростол с частотой колебаний 3000 *кол/сек* и амплитудой колебаний 0,35 *мм*. После вибрирования в течение 2 *мин* форму дополняют бетоном и повторяют процесс вибрирования. По окончании бетонирования форму доставляют на стенд для пропаривания или естественного вызревания бетона. На торцевой поверхности каждого тетрапода должны быть нанесены маркировочные знаки (номер, тип и дата изготовления).

Технология формования бетонных плит и ступенчатых массивов для береговых укреплений, берменных массивов и других бетонных элементов не отличается от технологии изготовления массивов и осуществляется в деревянной, деревометаллической или металлической опалубке (в зависимости от размера партии изделий).

При изготовлении так называемых «строповых» массивов после сборки формы в ее полость взамен опалубки для ключевых шахт устанавливаются ящики для образования заплечиков на двух гранях массива или устраивается специальная форма (рис. 45).

В зимних условиях для формования изделий с естественным вызреванием бетона используются различные способы утепления опалубки и уложенного бетона. Температура бетонной смеси,

укладываемой в формы в холодное время года, должна быть не ниже +5°С.

При бетонировании крупноразмерных элементов с большим объемом бетона используется способ «термоса», который основан на принципе использования тепла, выделяемого бетоном при его твердении (гидротации). Для сохранения тепла, образующегося в результате экзотермических свойств цемента, необходимо устраивать утепленную опалубку. При расчете теплопроводности опалубки учитывается максимальная возможная отрицательная температура окружающей среды в период бетонирования. Бетонная смесь для укладки в форму приготовляется на подогретых составляющих (вода, песок, щебень) до температуры 60—80°С. По окончании бетонирования верхняя поверхность элемента должна быть немедленно накрыта матами.

Использовать при изготовлении бетонных элементов для портовых гидротехнических сооружений холодные бетоны (бетонные смеси с добавками хлористых солей, поташа) не допускается.

В процессе бетонирования элементов ответственность и контроль за качеством материалов, дозировкой, приготовлением, транспортировкой и укладкой бетонной смеси возлагаются на технический персонал полигона (или стройки), работников лаборатории и технадзор.

Чтобы создать благоприятные условия для твердения уложенного бетона и защитить его от повреждений, резких изменений температуры, атмосферных осадков и ненормальных усадок, необходимо поверхности элементов укрывать рогожей, камышитовыми матами или мешками и поливать в жаркое время года в течение 28 суток.

Общий срок выдерживания на воздухе бетонных массивов должен составлять 60 суток, других сборных бетонных элементов — 45 суток.

Снимать боковую опалубку с массивов и других бетонных элементов разрешается при положительных температурах воздуха после того, как достигнута прочность бетона не менее 50 *кгс/см*^{2}, при отрицательных температурах — после набора бетоном 100% проектной прочности.

Опалубка ключевых шахт разбирается (вытаскивается) при достижении бетоном прочности 25 *кгс/см*^{2}, а опалубка строповых ящиков — только при достижении бетоном 100% проектной прочности. После вытаскивания опалубки ключевых шахт отверстия закрываются щитами.

Подъем и перемещение сборных бетонных элементов на склад (парк хранения) разрешается после достижения ими 70% проектной прочности.

Простейший парк хранения массивов небольшой емкости организуется обычно вдоль бровки естественного откоса территории или на причальном, оградительном, сооружении в радиусе действия плавучего крана. Парки хранения массивов большой емкости устраиваются в непосредственной близости от парка

изготовления (полигона), являясь его продолжением. Парки оборудуются самостоятельными подъемными средствами: стреловыми или козловыми консольными кранами либо обслуживаются средствами парка изготовления, перемещающимися из одного парка в другой, или плавучими кранами.

В парке хранения массивы можно укладывать непосредственно на грунт, спланированный по всей площади парка под одну отметку, или на песчаную (гравелистую) подсыпку толщиной до 50 *см*. В зависимости от несущей способности основания и габаритов подъемных средств массивы могут укладываться в 1—3 яруса одиночными или сдвоенными в плане рядами с промежутками между рядами, соответственно, 0,6 и 0,9 *м*.

Подъем, перемещение и другие операции с массивами осуществляются специальными приспособлениями и устройствами, обеспечивающими надежное, удобное и простое захватывание и освобождение массива. Для выполнения всех операций с массивами весом до 100 *т* используются металлические траверсы с парными стальными ключами Т-образной формы, свободно вращающиеся вокруг своей оси (рис. 46).

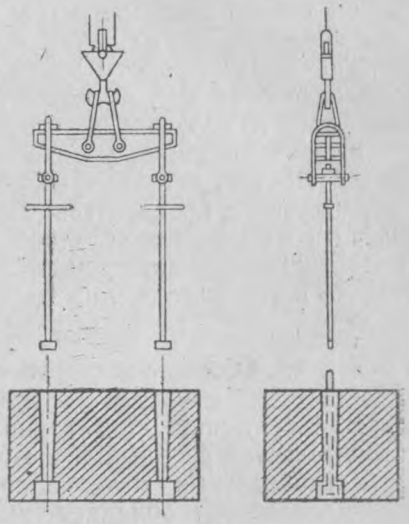


Рис. 46. Схема ключей и ключевых отверстий для операций с массивами

В настоящее время разработаны и внедряются клещевые и клиновые захваты для подъема, перемещения и установки массивов.

При изготовлении массивов и тетраподов ведутся журнал бетонных работ и журнал их изготовления. Рабочие чертежи элементов, данные о результатах испытания образцов бетона (кубиков 20××20×20 *см*), вяжущего, заполнителей и воды служат основанием для комиссионной приемки готовых изделий, если при наружном осмотре дефектов не обнаружено. Комиссия фиксирует в акте номера предъявленных элементов, данные о составе бетона и результаты испытания бетонных образцов, способы транспортировки и укладки бетонной смеси, результаты наружного осмотра изделий, соответствие фактических размеров изделий проектным, нарушение допусков, фактическое расположение закладных частей, ключевых шахт и т. п., сроки распалубки и ухода за изделиями, даты подъема и перемещения изделий на склад, заключение о качестве изделий и решение о допустимости использования их в дело.

На каждое изделие, признанное комиссией пригодным для использования, перед отправкой к месту строительства выписывается

специальный паспорт, в котором указываются: изготовитель, дата выпуска, тип, фактическая марка бетона по прочности при сжатии, марки бетона по водонепроницаемости и морозостойкости и др.

При изготовлении бетонных изделий необходимо соблюдать технику безопасности труда. Рабочие-бетонщики должны иметь спецодежду и спецобувь. Территории полигона и склада должны содержаться в чистоте, а проходы и проезды свободными. При работе в темное время суток все рабочие места должны освещаться в соответствии с нормами. Применяемые для грузовых и транспортных операций машины и механизмы допускаются к эксплуатации только после регистрации и освидетельствования в инспекции котлонадзора или Регистра.

Такелажные работы могут выполнять рабочие, прошедшие специальное обучение, выдержавшие испытание в квалификационной комиссии и получившие соответствующее удостоверение.

Особое внимание уделяется состоянию подъемных приспособлений: тросов, петель, траверс и т. п., прочность которых должна периодически проверяться. Предельный вес груза не должен превышать паспортной грузоподъемности крана. Переключение проводов, подсоединение электроинструмента должны выполняться только после выключения тока дежурным электриком.

§ 25. Сборные железобетонные элементы

В современном индустриальном портовом гидротехническом строительстве сборный железобетон стал одним из основных видов строительных материалов.

Железобетон обладает высокой сопротивляемостью статическим и динамическим нагрузкам. Совместная работа арматурной стали и бетона обеспечивается наличием прочного сцепления между поверхностью арматурных стержней и соприкасающимся с ней бетоном, а также близкими значениями температурных коэффициентов линейного расширения стали (0,000012) и бетона (0,00001), что исключает нарушение сцепления между арматурой и бетоном при температурных деформациях железобетона.

Железобетон, применяемый для гидротехнического строительства, по сравнению с другими материалами обладает наибольшей долговечностью, т. е. способностью под воздействием различных агрессивных факторов и эксплуатационных нагрузок в течение длительного периода сохранять необходимые структурные и физико-механические свойства.

Для придания железобетонным элементам необходимой долговечности для работы в различных климатических условиях осуществляется комплекс мероприятий, включающий применение: материалов, наиболее стойких в заданных условиях работы в сооружении; технологии изготовления и уплотнения бетонной смеси, способствующей получению наиболее качественного бетона в изготовляемом элементе, а также дополнительных мероприятий по

тепло- и гидроизоляции элементов, работающих в зоне переменного уровня.

В качестве теплогидроизоляции железобетонных изделий применяется битумно-шлаковая смесь (БШС), которую наносят на готовые изделия или прикрепляют к ним в виде плит.

Для повышения долговечности изделий, работающих в тяжелых условиях, применяются также полимерные покрытия из мастик, красок и шпаклевок, приготовленных на основе эпоксидных смол или битума, а также пропитка готовых изделий битумом.

Для элементов конструкций, попадающих при работе в две или три зоны (например, свай, шпунта и т. п.), состав бетона назначается как для зоны переменного уровня.

Номенклатуру цементов, применяемых для изготовления элементов, работающих в зоне переменного уровня и в подводной зоне, целесообразно ограничить двумя видами: сульфатостойкими цементами и портландцементами умеренной экзотермии.

Для повышения качества бетона в последние годы стали применяться различные добавки, вводимые в бетонную смесь при изготовлении. К ним относятся: сульфато-спиртовая барда (ССБ), оказывающая на жесткую бетонную смесь пластифицирующее воздействие, что улучшает укладываемость бетона и позволяет снизить водоцементное отношение (В/Ц) при подборе состава бетона; воздухововлекающая добавка (СНВ) в виде абиетата натрия, оказывающая на бетонную смесь сильное воздухововлекающее и слабопластифицирующее воздействие; газообразующая добавка (ГКЖ-94) в виде кремнийорганической жидкости, оказывающая на бетонную смесь газообразующее воздействие.

Как показал многолетний опыт работы треста «Черноморгидрострой», применение комплексной добавки, состоящей из смеси ССБ и СНВ, повышает морозостойкость бетона, позволяет снизить расход цемента (до 4%) и увеличить выход бетона за счет вовлечения в смесь воздуха (до 5%), обеспечивая тем самым не только улучшение качества бетона, но и получение экономического эффекта.

Примерный расход цемента, составляющих и добавок на 1 $м^3$ бетона марки 300, Мрз-200, пластичностью 3—4 *см* следующий:

Цемента марки 400	350 *кг*
Песка	655 „
Щебня	1225 „
Воды	149 *л* (при В/Ц=0,42)
ССБ (0,1% веса цемента)	3,5 *кг*
СНВ (0,05% веса цемента)	1,75 „
АН (0,005% веса цемента)	1,75 „

Схема введения комплексной добавки в бетонную смесь приведена на рис. 47.

Важное значение для повышения долговечности изделий имеет также массовое изготовление предварительно напряженного железобетона. Его использование сокращает расход стали, цемента

и заполнителей, позволяет снизить вес конструкций по сравнению с конструкциями из обычного железобетона.

В элементах, изготовленных из предварительно напряженного железобетона, до приложения к ним эксплуатационных нагрузок, искусственно, в процессе изготовления, создается внутреннее растяжение арматуры и значительное сжатие бетона. Арматурная сталь при изготовлении элементов специальными приспособлениями, о которых будет сказано ниже, растягивается до определенного предела и закрепляется в растянутом состоянии до формования изделия. В силу упругих свойств стали арматура после прекращения действия растяжения стремится сократиться до первоначальных размеров по длине, что вызывает возникновение в затвердевшем бетоне, уложенном в форму, сжимающих напряжений. Преднапряженный железобетон обладает по сравнению с обычным железобетоном повышенной трещиностойкостью.

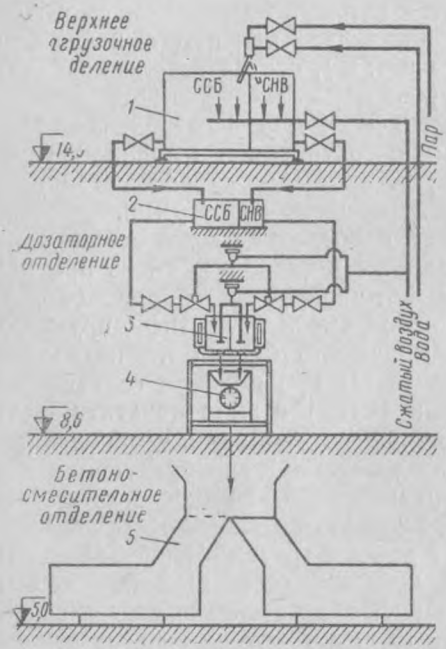


Рис. 47. Схема установки оборудования для введения в бетон комплексной добавки ССБ+СНВ:

1 — бак для растворения добавок ССБ и СНВ; 2 — расходный бачок емкостью 400 л; 3 — автоматический дозатор растворов добавок ССБ и СНВ; 4 — дозатор воды АВДЖ-425; 5 — бетономешалка принудительного перемешивания типа С-356

Сборные железобетонные элементы для портового гидротехнического строительства — это, как правило, крупногабаритные или длинномерные изделия значительного веса (плиты верхнего строения, лицевые и фундаментные плиты набережных уголкового профиля, сваи различных сечений, ригели и т. п.). Эти изделия изготавливаются на заводах ЖБК (на призаводских полигонах), на комплексных или на приобъектных полигонах. Производство сборных железобетонных элементов организуется по одному из трех способов: стендовому, поточно-агрегатному и поточно-конвейерному.

При стендовом способе изготовления элементов все операции технологического процесса проводятся на стационарных стендах-камерах. Изделия, в процессе их формования и до приобретения бетоном необходимой прочности, остаются в неподвижном положении, на месте, а технологическое оборудование и обслуживающие его рабочие звенья последовательно перемещаются от одной формы на стенде к другой. Стендовая организация

производства предусматривает возможность применения стационарных металлических и железобетонных форм: матриц, металлических и железобетонных групповых форм-стендов.

Поточно-агрегатный способ характеризуется тем, что отдельные технологические операции по изготовлению изделий выполняются на различных рабочих постах. Формы с изделиями перемещаются от поста к посту подъемно-транспортными механизмами с остановкой, необходимой для выполнения каждой операции. Этот способ наиболее целесообразен для мелкосерийного производства и позволяет рационально использовать производственные площади.

Поточно-конвейерный способ является развитием агрегатного способа. При таком способе изготовления изделий определенного типа и размеров технологический процесс максимально расчленяется на операции, которые одновременно выполняются на рабочих постах. Изделия изготовляются в передвижных формах-вагонетках (поддонах-тележках), перемещающихся по рельсовым путям.

Основное условие конвейерного производства — это ритмичность выполнения всех операций процесса. Для этого необходимо, чтобы по продолжительности все операции были равны. Тогда через равный промежуток времени ($\approx$10—15 *мин*) формы-вагонетки перемещаются с одного поста на другой. Поточно-конвейерный способ весьма эффективен и дает возможность организовать поточное производство большой мощности.

В производстве железобетонных изделий для портового гидротехнического строительства наибольшее распространение получил стендовый способ. Стенды входят в состав поточно-агрегатных линий заводов в виде отдельных технологических линий, пролетов или полигонов либо организуются в составе комплексного или приобъектного полигона.

Изготовление сборных железобетонных изделий, независимо от принятой технологической схемы состоит из следующих составляющих процессов: заготовки, транспортирования и хранения сырья; изготовления армокаркасов; приготовления бетонной смеси; формования изделий; пропаривания изделий для ускорения процесса твердения и набора прочности; распалубки и доводки изделий; ухода за отформованными изделиями; складирования и хранения готовых изделий.

Из перечисленных технологических процессов особо важная роль отводится формованию изделий, так как от этого в значительной степени зависят качество, себестоимость изделий и трудовые затраты.

Процесс формования складывается из основных операций: подготовка форм (очистка, смазка, сборка и раскрепление); укладка армокаркасов, закладных частей, подъемных петель (рымов); предварительное натяжение рабочей арматуры (если изделие готовится из преднапряженного железобетона), укладка, разравнивание и уплотнение бетонной смеси, заглаживание лицевой поверх-

ности; извлечение пустообразователей (если образование пустот в изделии предусмотрено проектом).

От принятого способа уплотнения бетонной смеси зависит способ формования изделий. В современной практике заводского производства сборных железобетонных изделий применяются: вибрирование, прессование и центрифугирование.

Способ вибрирования разделяется на: внутреннее вибрирование, когда вибратор располагается в толще формуемого изделия и передает колебания на ограниченный слой бетонной смеси; наружное вибрирование, при котором колебание вибратора передается через участок поверхности изделия (уплотнение бетонной смеси поверхностными вибраторами, виброрейками, вибронасадками, виброштампами, виброщитами); объемное вибрирование, при котором одновременное уплотнение всей бетонной смеси изделия осуществляется на виброплощадках.

Способ прессования применяется при массовом производстве однотипных изделий с помощью вибропрессовальных станков. Для сокращения продолжительности процесса уплотнения жестких бетонных смесей (в сочетании с прессованием одновременно или последовательно) смесь уплотняется вибрированием. Такие сочетания называются виброштампованием, вибропрессованием или вибропрокатом и являются разновидностями способа прессования.

Виброштампование является наружным вибрированием с пригрузом; оно может также совмещаться с внутренним или объемным вибрированием.

Вибропрокат осуществляется непрерывным формованием предварительно уплотненных жестких бетонных смесей на мелких заполнителях путем прессования.

Способ центрифугирования, основанный на использовании центробежных сил, применяется для изготовления оболочек, труб и других подобных изделий (подробно см. § 26).

Для дополнительного уплотнения бетонной смеси в процессе вибрирования иногда применяется способ вакуумирования для отсоса из бетонной смеси избыточной воды и воздуха, в целях создания повышенной прочности и плотности бетона в поверхностном слое. Вакуумирование (рис. 48) может быть осуществлено с помощью вакуумнасоса и специальной опалубки, состоящей из металлических щитов со штуцерами для отсоса воды и воздуха, из металлических сеток с постепенно уменьшающимися ячейками и бязи, натянутой на щиты со стороны, прилегающей к поверхности бетона. Для отсоса воды с поверхности бетона также применяют так называемую абсорбирующую опалубку. Это обычная опалубка, к внутренней поверхности которой прикрепляется влагопоглощающий картон или бумага.

Наиболее трудоемкие операции при формовании изделий — укладка бетонной смеси в опалубку (форму), распределение и уплотнение бетона и выравнивание открытых поверхностей изделия. Эти операции на современных заводах и полигонах выполняются бетоноукладочными машинами с различными типами поворотных и

неповоротных питателей и устройствами для распределения, уплотнения и заглаживания поверхности бетона.

Арматурная сталь для изготовления железобетонных элементов должна иметь заводской сертификат с указанием марки стали, номера ГОСТа и другие данные. При отсутствии сертификата обязательно производится испытание образцов стали, отобранных из полученной партии для установления марки, свойств стали и соответствия качественных показателей требованиям ГОСТа. Технические показатели арматурной стали, применяемой для изготовления железобетонных изделий для портового гидротехнического строительства, приведены в табл. 11.

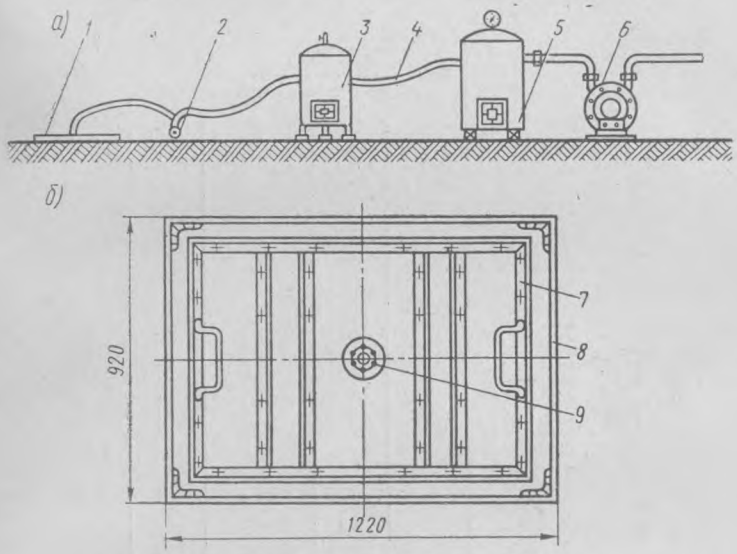


Рис. 48. Схема вакуумирования бетона:
а — вид сбоку; б — устройство вакуум-щита;
1 — щит; 2 — коллектор; 3 — пыле- и водосборник; 4 — шланг; 5 — воздухосборник; 6 — вакуум-насос; 7 — рамка из угловой стали; 8 — бортик для закрепления проволочных сеток; 9 — патрубок для соединения с вакуум-установкой

Арматурная сталь должна храниться под навесом в штабелях на прокладках или на стеллажах, рассортированная по классам, диаметрам и партиям с сохранением заводских бирок.

Механическая обработка стали для арматуры и изготовления каркасов выполняется в арматурных цехах или на специально оборудованных участках. Обработка стали производится на приводных станках различного назначения. При малых объемах работ на приобъектных полигонах применяются ручные ножницы и ручные станки для гнутья арматурных стержней.

Заготовка арматуры производится обычно поточным методом с расчленением технологического процесса на очистку, правку, стыковку и резку. Арматура, предназначенная для предварительного натяжения, подвергается дополнительным операциям: высадке упо-

ров на концах стержней и упрочнению вытяжкой. Сталь, поступающую в бухтах, правят и режут на автоматических правильно-отрезных станках. Правка стержней арматуры малых диаметров выполняется вручную на верстаке между штырями плиты, а стержней большого диаметра — на станках для гнутья арматуры. Стержни очищают стальными щетками вручную или с помощью щеток с приводом от электроинструментов. Торцы стержней, предназначенных для стыковой контактной сварки, выравнивают и зачищают на абразивных кругах. Прутковую сталь разрезают на приводных станках, при этом арматурщик должен держать прутки так, чтобы расстояние от рук до ножа было не менее 20 *см*.

Таблица 11

Сталь	Технические показатели				Угол загиба образцов, *град* (*c*—толщина оправки; *d*—диаметр стержня)
	Диаметр, *мм*	Предел текучести, *кгс/см²*	Временное сопротивление разрыву, *кгс/см²*	Относительное удлинение, %	
Горячекатаная арматурная сталь:					
класса А-I Ст. 3	6—40	2400	3 800	25	180°; $c=0{,}5\ d$
класса А-II Ст. 5	10—90	3000	5 000	19	180°; $c=3d$
класса А-III Ст. 25Г2С, Ст. 35ГС . .	6—40	4000	6 000	14	90°; $c=3d$
класса А-IV Ст. 30×Г2С	10—32	6000	9 000	6	45°; $c=3d$*
Упрочненная вытяжкой горячекатаная арматурная сталь:					
класса $A\text{-}II_в$ Ст. 5	10—90	4500	5 000	8	90°; $c=3d$
класса $A\ III_в$ Ст. 25Г2С Ст. 35ГС . .	6—40	5500	6 000	6	45°; $c=3d$*
Стальная проволока (низкоуглеродистая) холоднотянутая:					
класса В-I Ст. 3	3—10	—	5 500—4 500	25—22	180°; $c=2-0{,}5d$
Стальная проволока высокопрочная:					
класса В-II круглая . . .	2,5—8	—	20 000—14 000	—	180°; $c=d$ 20—30 *мм*
класса Вр-II периодического профиля	2,5—8	—	18 000—12 000	—	180°; $c=d$* 7,5—15 *мм*

* Для преднапряженного железобетона.

Гнутье арматурных стержней для изготовления вязаных сеток и армокаркасов производится на приводных станках.

Сборка плоских каркасов (сеток) выполняется на одно- и многоточечных сварочных машинах. Затем их собирают в пространственные каркасы путем сварки электроклещами или вяз-

ки проволокой. При сборке каркасов используются специальные шаблоны-кондукторы и верстаки-кондукторы (рис. 49).

После сборки пространственного каркаса производится разметка, установка и закрепление на каркасе закладных частей. Подъемные петли должны изготавливаться из стали класса А-I. Готовые армокаркасы перемещают при помощи жесткой траверсы.

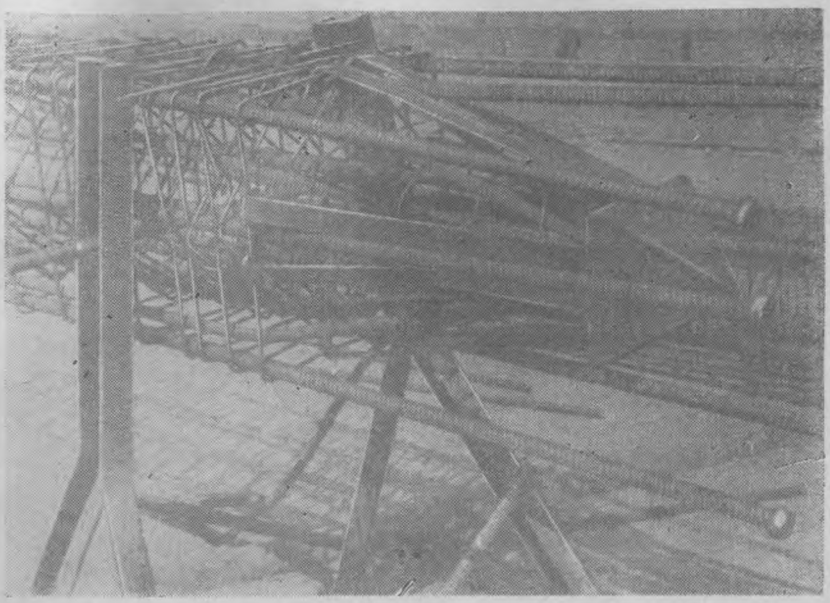


Рис. 49. Верстак для изготовления армокаркасов для призматических свай

При замене арматуры (при отсутствии стержней требуемого по проекту сечения) необходимо строго придерживаться указаний технических условий, касающихся расстояний между стержнями, при сохранении суммарного рабочего сечения арматуры, предусмотренного проектом, с учетом класса стали.

Отклонения размеров армокаркасов от проектных не должны превышать допуски, указанные в ТУ: расстояния между продольными стержнями ± 5 *мм;* расстояния между хомутами ± 10 *мм*; величина защитного слоя $\pm$ 5 *мм*; расположение подъемных петель от продольной оси элемента ± 20 *мм*.

Изготовленные армокаркасы устанавливают в опалубку целиком (рис. 50) или отдельными блоками, стыкуемыми между собой. Иногда армирование изделий производится из отдельных, заранее заготовленных стержней; при этом стержни диаметром до 16 *мм* скрепляются проволокой, а диаметром от 16 *мм* и выше — прихваткой путем сварки, а все пересечения с углами хомутов — перевязкой или прихваткой.

Установленную в опалубку арматуру (армокаркас) необходимо предохранять от повреждений, загрязнений и смещений в процессе бетонирования. Чтобы обеспечить защитный слой требуемого размера, к армокаркасу подвязывают бетонные подкладки (сухари) толщиной, равной высоте защитного слоя. Соответствие качества, размеров и расположения армокаркасов, закладных частей и опалубки требованиям проектов фиксируется в акте комиссии, производившей освидетельствование перед формованием изделия.

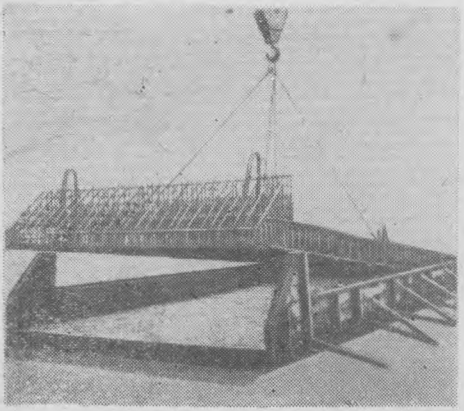


Рис. 50. Укладка армокаркаса в опалубку

Для изготовления изделий с предварительным натяжением арматуры применяется упрочненная арматура. Упрочнение арматурной стали производится способами вытяжки или волочения. Холодное упрочнение вытяжкой заключается в том, что арматурные стержни, заделанные в зажимы специальной установки, растягиваются до определенного предела. Требуемое относительное удлинение арматуры из стали марок 25Г2С составляет 3,5%, для стали 35ГС—4,5%, а для стали Ст. 5 — 5,5%. Вытяжку производят с помощью гидродомкратов, электролебедок или грузовых устройств с контролем напряжения и удлинения. Контролируемое напряжение для стали класса А-IIв 4500 *кгс/см*^{2}; стали класса А-IIIв 5500 *кгс/см*^{2}.

Волочение применяется для арматурных стержней из стали класса А-I (Ст. 3) гладкого профиля и заключается в протяжке арматурной стали через коническое отверстие фильеры (втулку) с постепенным уменьшением диаметра стержня (проволоки).

Упрочнение повышает предел текучести стали (в зависимости от способа упрочнения, марок и диаметров стали) и позволяет снизить расход стали.

Стенды для изготовления предварительно напряженных железобетонных элементов (призматических свай, шпунта, плит верхнего строения, ригелей и др.) представляют собой пропарочную многосекционную камеру длиной 30—60 *м*, имеющую на торцах упорные устройства. Камера состоит из продольных железобетонных балок, поперечных металлических упорных балок, на которых смонтированы устройства для крепления напрягаемых арматурных стержней и передачи усилий от гидродомкратов. Для подачи пара камеры оборудованы паропроводом из перфорированных труб, а для их герметичности — съемными крышками и водяными (гидравлическими) затворами. Для стока конденсата в бетонном днище камеры устраивается трап. В зависимости от числа продольных балок ка-

мера может иметь 2—6 самостоятельных секций и более, обеспечивающих поточность изготовления элементов, так как секции камеры используются независимо одна от другой.

Натяжение арматуры может осуществляться механическим способом с помощью механических устройств и приспособлений, электротермическим либо электротермомеханическим способом. Натяжение арматуры в изделиях для портового гидротехнического строительства производится, как правило, механическим способом с использованием гидравлических или винтовых домкратов, грузовых устройств, машин для непрерывной навивки, лебедок с динамометрами и т. д. Напряжения передаются на поперечные балки стенда-камеры либо на форму изделия.

Электротермический способ основан на свойстве стали удлиняться при нагреве до 250—300°С в процессе пропускания через стержни электрического тока.

Электротермомеханический способ, в котором используется как механическое, так и термическое натяжение, применяется главным образом при непрерывной навивке арматуры.

В качестве механических приспособлений наиболее часто применяются гидравлические домкраты для одиночного и группового натяжения арматурных стержней. Применение гидродомкратов для одиночного (индивидуального) натяжения стержней не обеспечивает одинаковых усилий во всех стержнях конструктивного элемента и связано с многодельностью и большими затратами времени.

Натяжение арматурных стержней групповым способом производится следующим образом. Арматурные стержни крепятся к балке-траверсе, которая присоединяется к двум—четырем мощным гидродомкратам. Они перемещают балку-траверсу и тем самым натягивают стержни до заданного усилия, контролируемого по манометрам. При достижении необходимого напряжения усилие передается при помощи гаек тяговых болтов на поперечные балки стенда. Групповой способ также не обеспечивает создание одинаковых усилий в стержнях, так как недостаточная точность заготовок, податливость балки-траверсы и местные искривления стержней вызывают неравномерность натяжения.

В тресте «Черноморгидрострой» разработан и внедрен в производство гидроагрегат (комбайн) для предварительного натяжения арматуры, позволяющий производить одновременное (групповое) индивидуальное натяжение арматурных стержней. Этот комбайн нашел широкое применение при изготовлении свай, шпунта и других изделий, так как способ индивидуально-группового натяжения исключает недостатки, присущие другим способам. При таком способе каждый арматурный стержень при помощи инвентарной тяги и сухарной муфты соединяется со штоком домкрата, присоединенного к общему коллектору, в который от насосной станции под давлением поступает жидкость. По закону сообщающихся сосудов во всех домкратах, присоединенных к коллектору, давление сохраняется одинаковое, несмотря на то, что величина, на которую перемещаются штоки гидродомкратов, будет разной. Натяжение осу-

ществляется в три этапа: первый — монтажное натяжение на величину 40—50% заданного; второй — увеличение натяжения до 110% и выдержка в течение 8—10 *мин*; третий — уменьшение натяжения до заданной величины и передача его при помощи упорных гаек на поперечные балки стенда. После этого комбайн отключают от натянутых стержней и по рельсовому пути он перемещается к следующей камере тепловой обработки.

Величина натяжения арматуры с учетом потерь (от усадки и ползучести бетона, ползучести стали, податливости анкерных устройств и др.) должна равняться 0,9 предела текучести арматурной стали (см. табл. 11).

Металлические формы для изготовления сборных железобетонных деталей и конструкций разделяются на две основные группы: формы для изделий с ненапрягаемой арматурой и формы для изделий с предварительным напряжением арматуры.

В зависимости от технологии изготовления изделий формы могут быть переносными, передвижными и стационарными.

По конструкции они разделяются на формы: с откидывающимися бортами; со съемной борт-оснасткой; неразъемные с технологическими уклонами граней.

По назначению различают формы индивидуальные и групповые (для нескольких одинаковых изделий).

Формы для изготовления изделий из преднапряженного железобетона разделяются на: силовые, воспринимающие усилия натяжения арматуры до момента достижения бетоном проектной прочности, и для стендов, где усилия от натяжения арматуры передаются на упоры стенда (например, формы для изготовления свай, шпунта и т. п).

Перед формованием изделия опалубка и арматура должны быть очищены от пыли и грязи, мусора, масляных пятен и отслаивающейся ржавчины; поверхности деревянной опалубки, прилегающие к бетону, — увлажнены; щели в деревянной опалубке, не затянувшиеся после поливки, — тщательно заделаны.

В формы бетонная смесь должна укладываться способами, не допускающими расслоения бетона. Спуск бетонной смеси свободным падением с высоты более *3 м* запрещается.

В узкие формы высотой до 50 *см* бетонная смесь укладывается наклонными (косыми) слоями на всю высоту сечения. В формы массивных элементов бетонная смесь укладывается горизонтальными слоями одинаковой толщины без технологических перерывов и с последовательным направлением укладки в одну и ту же сторону во всех слоях. При этом укладка каждого последующего слоя должна заканчиваться до начала схватывания бетона предыдущего слоя.

Укладываемая бетонная смесь уплотняется вибраторами. По роду привода вибраторы разделяются на электромеханические, электромагнитные и пневматические. Наибольшее применение получили электромеханические вибраторы, имеющие электрический привод и механизм, создающий колебания за счет вращения не-

уравновешенных дебалансов. Эти вибраторы по способу передачи колебаний бетонной смеси разделяются на внутренние (глубинные), поверхностные и наружные (рис. 51).

Внутренние вибраторы своим рабочим органом погружаются в бетонную смесь вертикально и передают колебания во все стороны в радиусе 10—40 *см*. При внутреннем вибрировании толщина слоя бетона назначается в пределах 1,25 длины рабочей части вибратора. Внутренние вибраторы с гибким валом применяются для уплотнения бетонной смеси в густоармированных конструкциях и имеют сменные наконечники диаметром 36, 51 и 76 *мм*. Вибробулава внутренняя (типа И-50) применяется для уплотнения бетонной смеси с осадкой конуса 3—8 *см* при максимальной крупности заполнителя 80 *мм* и шагом арматуры не менее 120 *мм*.

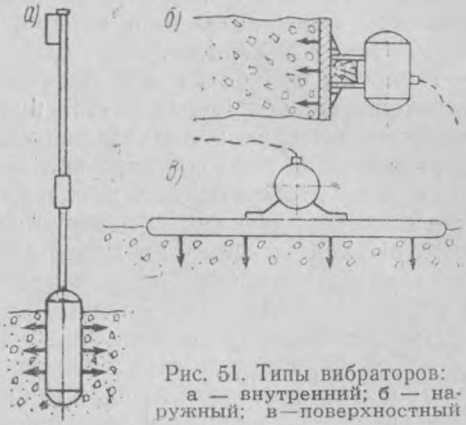


Рис. 51. Типы вибраторов: а — внутренний; б — наружный; в — поверхностный

Поверхностные вибраторы применяются для уплотнения поверхностного слоя бетона толщиной 20—30 *см* или изделия такой же толщины. Рабочим органом служит металлическая площадка или балка (рейка).

Наружные вибраторы применяются для уплотнения слоя бетона, прилегающего к форме. Они прикрепляются с внешней стороны формы и передают свои колебания через ее стенки.

Уплотнение бетонной смеси должно производиться с соблюдением следующих основных требований.

1. Шаг перестановки внутренних вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса их действия. Шаг перестановки поверхностного вибратора должен обеспечивать перекрытие площадкой вибратора границы площади уже провибрированного участка.

2. Опирание вибраторов в процессе уплотнения на рабочую арматуру не допускается.

3. Режим уплотнения и интенсивность вибрирования должны подбираться в зависимости от жесткости бетонной смеси.

4. Продолжительность вибрирования на каждой позиции должна обеспечить достаточное уплотнение бетонной смеси, основными признаками которого служат: прекращение ее оседания и появление цементного молока на поверхности.

5. Диаметр рабочей части внутреннего вибратора не должен превышать 0,75 расстояния в свету между стержнями арматуры.

6. Уплотнение бетонной смеси у опалубки и закладных частей должно выполняться особенно тщательно.

Верхнюю открытую поверхность свежеуложенной и уплотненной

бетонной смеси заглаживают до требуемого класса шероховатости.

Для обеспечения высокого качества изделия бетон должен затвердевать при положительной температуре и при постоянной влажности. До приобретения бетоном заданных проектом свойств необходимо соблюдать режим ухода и выдерживать в течение 45 суток, если изделие не прошло тепловой обработки, и 15 суток — после тепловой обработки при положительной температуре воздуха не ниже +10°С с укрытием и увлажнением. Если выдерживание производится при температуре ниже +10°С, но не ниже +2°С, допускается выдерживание в течение эквивалентной продолжительности, равной 150 *град/ч.*

Тепловая обработка железобетонных изделий для портового гидротехнического строительства производится в безнапорных пропарочных камерах периодического действия (процесс обработки прерывается на периоды загрузки и выгрузки изделий).

Теплоносителем служит пар, поступающий в камеру через проложенные по дну камеры перфорированные трубы. Если источник тепла вырабатывает сухой пар с давлением более 0,5 *атм,* то пар предварительно пропускают через слой воды высотой не менее 20 *см.*

Прогрев изделий должен строго выполняться по установленному лабораторией режиму. Каждая камера тепловой обработки должна быть оснащена надежно работающей аппаратурой для автоматического контроля и регулирования режима тепловлажностной обработки изделия. До начала пропаривания отформованное изделие должно выдерживаться при температуре не ниже +15°С в течение 4 *ч.* Затем температура в камере постепенно повышается со скоростью 10 *град/ч,* пока не достигнет температуры изотермического прогрева +70°С. Продолжительность прогрева в среде насыщенного влагой воздуха при относительной влажности, близкой к 100%, в зависимости от вида цемента и конструктивных особенностей изделия, устанавливается опытным путем из расчета достижения бетоном прочности к концу процесса пропаривания не менее 70% от проектной марки по прочности при сжатии.

Скорость снижения температуры после окончания процесса тепловой обработки до температуры, при которой производится разгрузка камеры, не должна превышать 10—12 *град/ч.* Разгрузку камеры можно выполнять при перепаде температуры в изделии и в окружающем воздухе не более 15°С.

Отпуск напряженной арматуры и съем со стенда производятся только по достижении бетоном 70% прочности. Отпуск арматуры производится с применением клиновых или подобных устройств, обеспечивающих постепенную передачу обжатия на бетон.

Для хранения пропаренных изделий должны быть созданы нормальные температурно-влажностные условия. При отрицательных температурах наружного воздуха такие изделия, как сваи, шпунт и подобные, из камер пропаривания перемещают в камеры-тепляки, где их необходимо непрерывно поливать в течение 15 суток при температуре в камере +10°С.

Полную распалубку железобетонных изделий, твердеющих на воздухе, можно выполнять после достижения бетоном не менее 70% марочной прочности, а изделий, прошедших тепловую обработку при извлечении из камеры.

Контроль за качеством бетона и производством работ по изготовлению железобетонных изделий должен быть систематическим и осуществляться в строгом соответствии с действующими нормативными документами.

При контроле качества бетона проверяют: качество составляющих бетон материалов; работы дозировочных устройств; бетоносмесительные установки; подвижность и воздухосодержание бетонной смеси при ее приготовлении, транспортировании и укладке бетона; сроки распалубливания, правильность ухода за бетоном, а также качество изготовленных железобетонных изделий. Необходимо постоянно следить за точностью дозировки, так как при пониженном содержании добавки не будет получен эффект от введения ее в бетонную смесь, а повышенное содержание может привести к резкому снижению прочности бетона.

Контроль за прочностью уложенного бетона производится путем испытания образцов, хранившихся в условиях твердения бетона в изделиях и в нормальных воздушно-влажных условиях. Количество контрольных образцов бетона при изготовлении железобетонных изделий должно быть не менее 9 штук.

При определении прочности бетона в изделиях с предварительным напряжением арматуры к моменту передачи напряжений на бетон должно быть испытано еще не менее трех образцов.

Допускаемые отклонения размеров сборных железобетонных изделий (кроме шпунта и свай) не должны превышать величин, указанных в табл. 12.

Таблица 12

Наименование отклонений	Допускаемая величина отклонений, *мм*
Отклонения в линейных размерах (по длине, ширине и высоте) в интервалах проектных размеров изделий, *мм*:	
до 1 500	±3
свыше 1 500 „ 2 500	±4
„ 2 500 „ 4 500	±5
„ 4 500 „ 9 000	±7
„ 9 000 „ 15 000	±11
„ 15 000 „ 21 000	±13
Максимально допустимая стрела кривизны (выпуклости или вогнутости) граней, приходящаяся на 1 *м* длины или ширины сборного железобетонного элемента:	
для граней, соприкасающихся с другими элементами	5
для свободных граней	10
Отклонения в размерах расстояний между подъемными петлями (скобами) при расстоянии между ними, *м*:	
до 3	±30
более 3	±50

В табл. 13 приведены допускаемые отклонения размеров железобетонных шпунта и свай.

Таблица 13

Наименование отклонения	Допускаемая величина отклонения *мм*, для	
	шпунта	свай
Отклонения в размерах:		
по длине (при длине более 10 *м*)	±0,5%	±50
по размерам поперечного сечения	±5	+5—0
по размерам гребня	+0—5	—
по размерам паза	+5—0	—
в смещении острия от центра	±10	±10
в толщине защитного слоя	+5—0	+5—0
в кривизне по длине	Не более 0,001 длины	Не более 0,001 длины

Каждое изделие принимает комиссия. До приемки изделия не допускается производить дополнительную затирку его поверхности, заделку каверн, неровностей и отколов.

Отпускная прочность бетона сборных железобетонных изделий должна составлять не менее 100% марочной прочности.

§ 26. Центрифугированные преднапряженные железобетонные оболочки

В основу изготовления железобетонных оболочек диаметром 1,2 и 1,6 *м* методом центрифугирования положено использование центробежных сил для распределения и уплотнения бетонной смеси внутри формы оболочки при ее вращении со скоростью 170—190 *об/мин*.

В процессе центрифугирования бетонная смесь под действием центробежных сил и вибрации, возникающей от собственных колебаний формы, ударов и толчков опорных элементов (роликов) центрифуги, прижимается к стенке формы с силой 0,8—0,9 *кгс/см*^{2} (8—9 *тс/м*^{2}). При этом из бетонной смеси отжимаются воздух, вода, легкие примеси (шлам) и структура бетона становится однородной и плотной.

Прочность, водонепроницаемость и морозостойкость центрифугированного бетона значительно выше, чем бетона, уплотненного другими способами.

Звенья центрифугированных оболочек изготавливаются на полигоне (рис. 52) по поточно-агрегатной технологической схеме.

В арматурном цехе на стыкосварочных агрегатах МСМУ-150 контактным способом стыкуют арматурные стержни из стали класса А-III марки 25Г2С диаметром 18—28 *мм*. По рольгангам стержни подаются к гидравлическим ножницам С-445 М, где разрезаются на заданную длину.

Упрочнение стержней путем вытяжки осуществляется при помощи гидродомкратов на стенде упрочнения СМ-513Б; контролируемое напряжение при упрочнении 5500 *кгс/см*^{2}. Затем приваривают-

ся нарезные наконечники для крепления стержней к инвентарным фланцам формы.

Арматурный каркас состоит из продольных вспомогательных стержней диаметром 10 *мм* класса А-I с приваренной к ним спиральной арматурой диаметром 8 *мм*. Пространственный цилиндрический каркас изготовляется на специальном агрегате СКО (рис. 53) следующим способом. 12 продольных стержней закладывают в

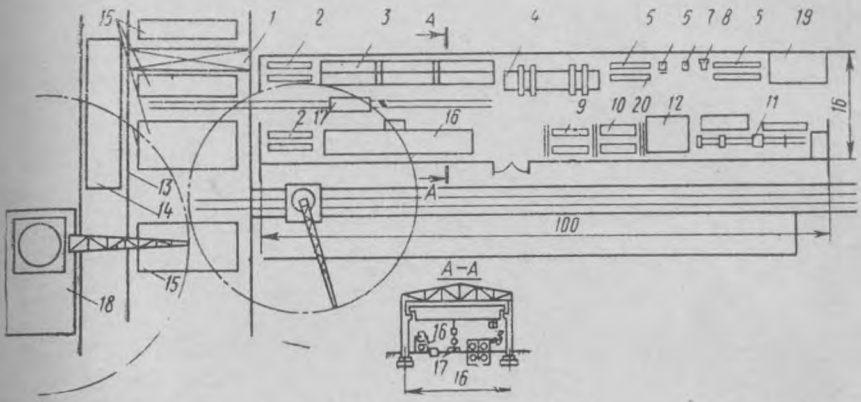


Рис. 52. План цеха по изготовлению центрифугированных свай-оболочек производительностью 10 тыс. $м^3$ в год:

1 — мостовой кран грузоподъемностью 30 т; 2 — стенды для распалубки звеньев свай; 3 — пропарочные камеры; 4 — стенд для сборки форм; 5 — рольганг; 6 — пресс-ножницы; 7 — станок для контактной сварки; 8 — наждачный станок; 9 —собранные формы; 10 — стенд для сварки фланцев; 11 — полуавтомат для изготовления армокаркасов; 12 — склад армокаркасов; 13 — путь для передвижения мостового крана; 14 — склад состыкованных свай; 15 — склад звеньев свай; 16 — центрифуга; 17 — самоходная тележка для вывозки звеньев свай-оболочек; 18 — плавкран; 19 — склад арматуры; 20 — стеллаж для заготовленных армостержней

трубки-кассеты (барабаны) агрегата и концы их закрепляют на диске тяговой каретки, которая по мере навивки передвигается параллельно оси барабана при помощи ролико-втулочной цепи. Проволоку-катанку для спиральной навивки подают из бухты к контактно-сварочному барабану через правильное устройство, а конец проволоки закрепляют на одном из продольных стержней. При вращении сварочного барабана места пересечений продольной и спиральной арматуры попадают под ролики сварочной головки. После навивки и приварки спиральной арматуры, установки рабочих фланцев звена оболочки готовый каркас снимают с агрегата.

Для создания защитного слоя бетона к каркасу (по периметру через 0,5 *м* и по длине через 1 *м*) подвязывают бетонные «сухари». Каркас подают на пост сборки и укладывают в очищенную и смазанную нижнюю полуформу звена оболочки и затем устанавливают верхнюю полуформу (рис. 54), которая крепится к нижней откидными болтами (52 шт.). Болты закрепляются при помощи электрических (пневматических) гайковертов.

На собранную форму надевают бандажи и закрепляют стяжными болтами. К торцам формы крепят инвентарные фланцы, от-

верстия которых совмещают с отверстиями рабочих фланцев. Через эти отверстия заводят 24 стержня рабочей арматуры и крепят к инвентарным фланцам гайками. После этого форму устанавливают на пост предварительного напряжения рабочей арматуры

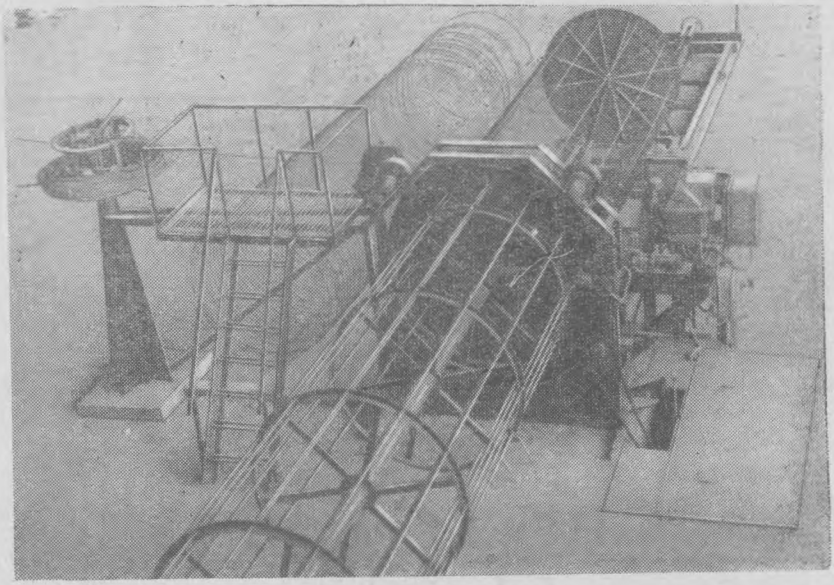


Рис. 53. Агрегат СКО для навивки спиральной арматуры и сварки армокаркасов

(рис. 55) — гидроагрегат КО-4 или КО-9. Рабочая арматура напрягается до усилия, равного 0,9 предела текучести ($\sigma_{тв}$ для стали 25Г2С равна 4950 *кгс/см*^{2}). Равномерность натяжения арматуры обеспечивается 24 индивидуальными гидродомкратами, присоединенными к одному коллектору. Благодаря этому каждый стержень рабочей арматуры натягивается до заданного усилия.

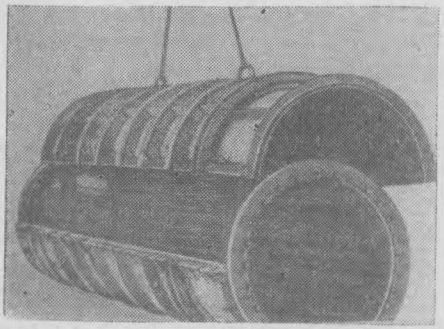


Рис. 54. Установка верхней металлической полуформы

Натяжение арматуры контролируется электроконтактным манометром, который отключает насосную станцию при достижении требуемого давления. Манометр присоединен к коллектору через демпфер, что исключает резкие колебания стрелки. Усилия в стержнях на форму (до набора 70% прочности бетоном) передаются при помощи сгонных гаек в агрегате КО-4 и многозаходных винтов в агрегате КО-9.

Краткая техническая характеристика гидроагрегата КО-9:

Гидродомкраты

Наибольшее усилие на штоке, *тс*	30
Наибольший ход поршня, *мм*	100
Диаметр поршня, *мм*	100
Наибольшее рабочее давление в цилиндре, *кгс/см²*	300
Гидродомкраты, шт.	24

Насосная станция НСП-400М

Наиболь шее давление, развиваемое насосом, *кгс/см²*	300
Производительность, *л/мин*	1,6
Мощность электродвигателя, *квт*	2,8
Число оборотов электродвигателя, *об/мин*	1420

С поста натяжения форма краном перемещается на пост сварки, где концы стержней рабочей арматуры приваривают к рабочим фланцам. Затем форму устанавливают на катки центрифуги (рис. 56) и в течение 2—3 *мин* она прокручивается вхолостую; при этом

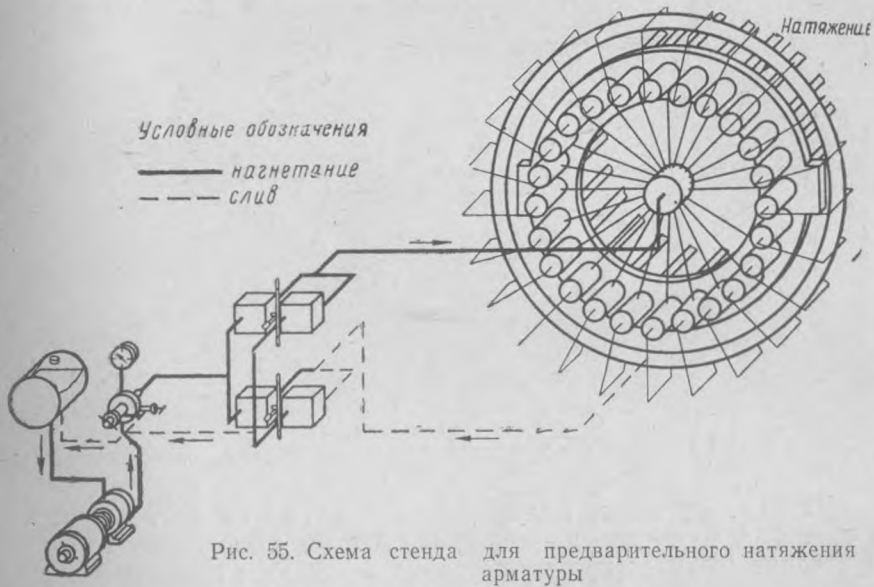


Рис. 55. Схема стенда для предварительного натяжения арматуры

проверяют плотность болтового крепления бандажей и полуформ. После этого форму закрывают раздвижными секциями ограждения.

Бетонная смесь укладывается в форму с двух сторон самоходными бетоноукладчиками с ложечными питателями при работе центрифуги на первой скорости.

После укладки бетона центрифугу переводят последовательно на вторую и третью скорости (77 и 102 *об/мин*) и она работает 2—3 *мин*, затем включают четвертую—рабочую скорость (170 *об/мин*), при которой происходит уплотнение бетонной смеси в течение 20—25 *мин*. После этого скорость центрифуги постепенно уменьшают до полной остановки и из формы сливают образовавшийся шлам.

Чтобы ускорить процесс набора прочности центрифугированным бетоном, отформованное звено оболочки краном перемещают в пропарочную камеру (см. § 25).

После тепловой обработки звено оболочки перемещают на пост распалубки, где снимают гайки с концов напряженных стержней для передачи напряжения на бетон, срезают нарезные концы стержней, снимают инвентарные фланцы и освобождают готовое звено оболочки от формы.

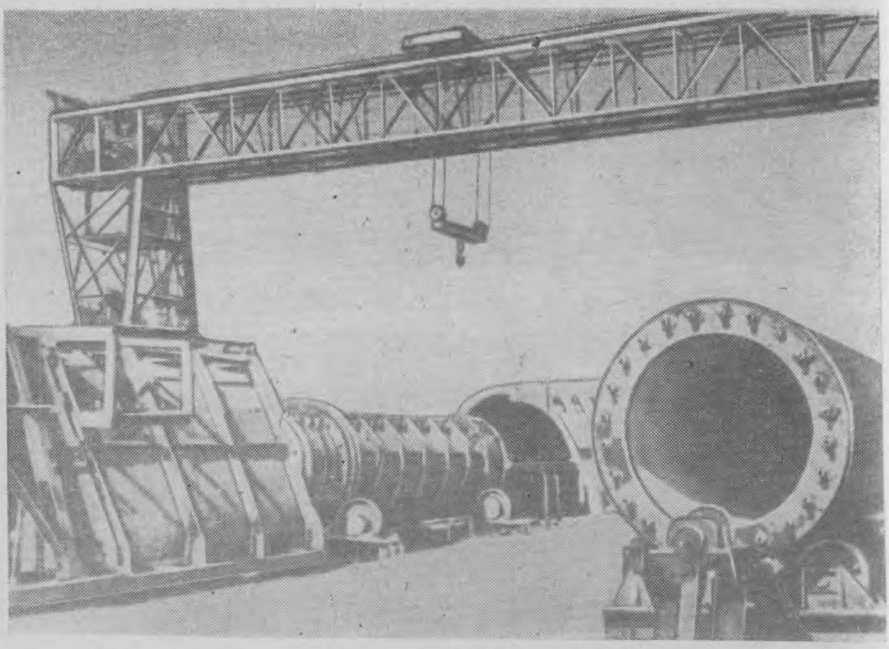


Рис. 56. Полигон для изготовления центрифугированных оболочек

Размонтированные полуформы подаются на пост подготовки форм, а звено оболочки — на склад готовой продукции. На складе в течение 15 суток при температуре не ниже +10°С необходимо увлажнять наружную поверхность бетона.

Для изготовления оболочек применяется бетон марки 400, Мрз-200, В-8 с осадкой конуса 2—3 *см*. Примерный расход составляющих на 1 $м^3$ бетона:

Цемент сульфатостойкий марки 400	450 *кг*
Песок	570 „
Щебень фракции 10—20 *мм*	510 „
Щебень фракции 20—40 *мм*	760 „
Вода	160 *л*

В качестве пластификатора в бетонную смесь вводится добавка ССБ в количестве 0,15% веса цемента (см. § 25).

Звенья оболочек изготовляются длиной 4 и 8 *м*, из них составляют колонны (сваи) — оболочки проектной длины — на специальном стенде для стыкования (рис. 57). Стенд состоит из четырех неподвижных и одной подвижной роликовых опор. На таком стенде можно стыковать оболочку общей длиной 32 *м*.

На стенд укладываются звенья оболочки с парными рабочими фланцами, что в значительной степени облегчает их стыковку. При стыковке необходимо соблюдать соосность всех звеньев, поворот звеньев для выверки соосности и подгонки фланцев к сварке (а также во время сварки) осуществляется при помощи двух приводов, состоящих из электромотора и редуктора.

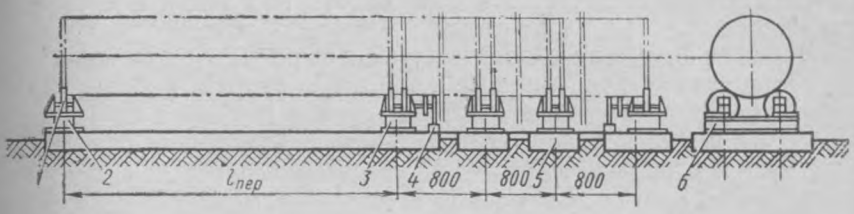


Рис. 57. Стенд для стыкования звеньев свай-оболочек:
1 — катки; 2 — подвижная опора; 3 — опора с приводом; 4 — приводной электродвигатель; 5 — фундамент опоры; 6 — рама опоры

На торцах стыкуемых рабочих фланцев нужно срезать кромку — подготовить к сварке V-образным швом. Сварка должна вестись прерывистым швом в несколько приемов для уменьшения нагревания фланцев и во избежание образования трещин на стыке бетона и металла. Электросварка стыков выполняется полуавтоматами или вручную.

Гидроизоляция стыков выполняется в соответствии с проектом двумя способами:

1) очищенный от ржавчины и грязи металл стыка покрывают слоем сурика, затем бензобитумной мастикой и обертывают слоем джутового полотна, которое также покрывают слоем мастики, после этого стык обертывают еще одним слоем полотна и покрывают слоем мастики; поверх гидроизоляции устраивают защитный кожух;

2) очищенный стык покрывают слоем сурика, обматывают проволочной сеткой, на которую при помощи цемент-пушки С-320 наносят торкретбетон.

Готовые звенья оболочки маркируют (например, $\frac{\text{С№36}}{27\ \text{II}—72\ \text{г.}}$, что означает: звено оболочки № 36 изготовлено 27/II—1972 г.).

На каждое изготовленное звено оболочки составляется паспорт, в котором указывается его номер, дата изготовления, марка бетона по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и другие данные.

§ 27. Состав водолазной станции и водолазное снаряжение

В процессе возведения морских гидротехнических сооружений часть строительно-монтажных работ осуществляется в подводных условиях. Подводно-технические работы выполняются водолазными станциями. В состав водолазной станции входят водолазное снаряжение и оборудование; личный состав состоит из трех водолазов; по квалификации они делятся на три класса. Как правило, водолаз 1-го класса назначается старшиной водолазной станции и имеет право руководить водолазными спусками на глубины до 60 *м*.

Каждый водолаз имеет личную книжку водолаза, в которой отмечается количество часов работы под водой и другие сведения.

Водолаз 3-го класса должен уметь выполнять под водой слесарно-плотничные, такелажные и земляные работы; работы, связанные с укладкой подводного бетона; грубое ровнение поверхностей каменных и щебеночных отсыпей; осмотр дна акватории, подводных частей сооружений и другие несложные работы. Кроме того, водолаз 3-го класса должен уметь устранять мелкие неисправности в водолазном снаряжении и оборудовании, а также оказывать первую помощь при водолазных заболеваниях.

Водолаз 2-го класса должен уметь выполнять работы по обследованию подводных частей сооружений; укладке подводных трубопроводов и кабелей; тщательному и весьма тщательному ровнению поверхностей каменных и щебеночных отсыпей; укладке массивов, фундаментных плит набережных уголкового профиля и другие монтажные работы, связанные с возведением сооружений различных типов, а также аналогичные по сложности работы.

Водолаз 1-го класса должен уметь выполнять работы по одной из дополнительных специальностей (подводного резчика, сварщика, взрывника); составлять эскизы подводных частей сооружений и снимать шаблоны при их повреждениях; составлять планшеты глубин; производить разметку положений котлованов, постелей, тоннелей, а также другие сложные подводно-технические работы.

Продолжительность рабочего дня водолазной станции 6 *ч*, каждый водолаз должен работать под водой не более 2 *ч*. Обязанности личного состава водолазной станции во время производства работы распределяются следующим образом: один из водолазов находится под водой, второй — у спускового трапа на обслуживании шланга и сигнального конца, третий — у телефона, осуществляя одновременно контроль за подачей воздуха.

Нормальными условиями для выполнения подводно-технических работ на морях, реках и озерах считаются: скорость течения воды до 0,5 *м/сек*; волнение не выше двух баллов (высота волны от гребня до ее основания не более 0,5 *м*); глубина воды от 2,5 до 13 *м*; радиус видимости не менее 4 *м*; передвижение водолаза на грунте свободное (грунт плотный); температура воды не ниже 12°С (работа водолаза в летней рубахе). Если фактические условия работы от-

личаются от указанных, в нормы выработки водолазов вводятся поправочные коэффициенты (см. ЕНиР-4-3).

Для обслуживания водолазной станции, в зависимости от типа оборудования, за ней закрепляется обслуживающий персонал — качальщики на помпе или моторист компрессора, матросы. Все надводные работы по строповке сборных элементов, подаче камня, щебня, бетона в мешках под воду и другие вспомогательные работы выполняются специально выделенными для этой цели и проинструктированными береговыми рабочими, имеющими опыт работы с водолазами.

В зависимости от места производства работ водолазные станции размещаются на берегу или на плавучих средствах. При производстве работ в открытом море — на морских водолазных ботах (ВМ), на открытом рейде вблизи от берега — на рейдовых водолазных ботах (ВРД), на закрытых акваториях и реках — на речных водолазных ботах (ВР) самоходных и несамоходных.

Водолазные боты, как правило, оснащены компрессорами для подачи воздуха водолазам. Воздух проходит через специальные фильтры компрессора как с всасывающей, так и с нагнетательной стороны. Очищенный воздух пропускается через специальное устройство для охлаждения. В период эксплуатации компрессора фильтры необходимо систематически промывать, а пробы воздуха сдавать на анализ в лабораторию.

Очищенный и охлажденный воздух из компрессора поступает сначала в баллоны — ресиверы, служащие емкостью для хранения необходимого запаса воздуха (на случай аварийной остановки компрессора), затем по трубопроводам — на воздухо-распределительный щит. Щит оборудован двумя-тремя рожками подключения воздушных шлангов для одновременного снабжения воздухом двух или трех водолазов, манометрами входа и выхода воздуха и вентилями. С помощью вентилей водолаз, находящийся у телефона, регулирует давление воздуха, подаваемого водолазам в зависимости от глубины их погружения, определяемой по показаниям манометров.

В шлем водолаза воздух поступает по специальному резиновому шлангу. Шланги выпускаются отдельными коленами длиной по 20 *м* двух видов: спиральные с внутренним диаметром 14 *мм* и наружным — 36 *мм;* бесспиральные — диаметром, соответственно, 14 и 30 *мм*. Шланги рассчитаны на давление 25 *атм*, что соответствует давлению столба воды высотой 250 *м*.

Колена шланга соединяются между собой разъемными или неразъемными шланговыми соединениями, изготовленными из латуни или нержавеющей стали. На концы каждого колена шланга накладываются бензели из мягкой латунной проволоки диаметром 1,5—2 *мм*, удерживающие соединительный ниппель от выскальзывания.

Водолазное снаряжение. Для ведения трудоемких подводных работ чаще всего применяется вентилируемое снаряжение. Основные части снаряжения: шлем, манишка и водолазная рубаха, которые соединяются между собой при помощи болтов с гайками или ба-

рашками. В зависимости от количества болтов вентилируемое снаряжение подразделяется на трех- и двенадцатиболтовое.

Трехболтовое снаряжение предназначено для спусков на глубины до 60 *м*; двенадцатиболтовое — на малые глубины.

Водолазная рубаха трехболтового снаряжения (рис. 58) изготовляется из плотной трехслойной прорезиненной ткани с накладками из тифтика в местах наибольшего износа (на коленях, локтях, пахе и подошвах). Для стравливания отработанного воздуха рубахи снабжены травящими автоматическими воздушными клапанами, расположенными на груди и на спине. Клапаны включаются в работу, когда давление воздуха в скафандре превышает наружное давление воды.

Двенадцатиболтовая рубаха от-

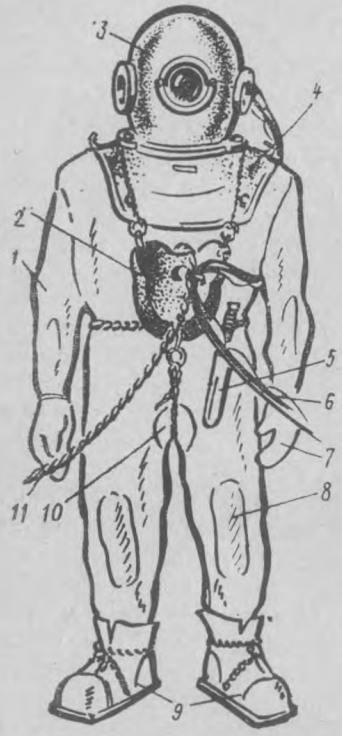


Рис. 58. Трехболтовое водолазное снаряжение:

1 — водолазная рубаха; 2 — водолазный груз; 3 — шлем; 4 — манишка; 5 — водолазный нож; 6 — шланг с телефонным кабелем; 7 — рукавица; 8 — наколенники; 9 — водолазные галоши; 10 — леи; 11 — сигнальный конец

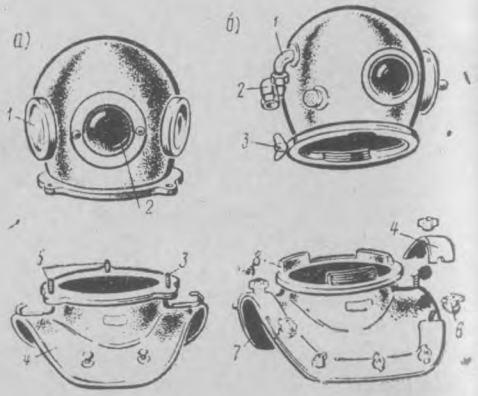


Рис. 59. Устройство шлема и манишки:
а — трехболтового снаряжения:

1 — боковой иллюминатор; 2 — передний иллюминатор; 3 — резиновая прокладка; 4 — манишка; 5 — болты; б — двенадцатиболтового снаряжения: 1 — воздушный ввод; 2 — телефонный ввод; 3 — стопор шлемового замка; 4 — прижимная планка; 6 — крепительные барашки; 7 — манишка; 8 — секторный шлемовый замок

личается от трехболтовой тем, что изнутри фланца в нее вклеен воротник, предотвращающий попадание внутрь рубахи воды, которая может просачиваться в местах соединения фланца с манишкой. Травящих клапанов на двенадцатиболтовой рубахе обычно не ставят, так как снаряжение используется для спусков на малые глубины.

Летние водолазные рубахи изготовляются без рукавиц, но с эластичными тугими манжетами, зимние — с рукавицами. Хранят рубахи в вертикальном положении на специальных вешалках при положительной температуре 5—20°С в помещении.

Головной шлем трехболтового снаряжения (рис. 59) изготовляется из красной меди с луженой внутренней поверхностью. Шлем герметически соединяется с водолазной рубахой и предназначен для защиты головы водолаза от ударов, для впуска, вентиляции и выпуска воздуха. На внешней стороне шлема расположен воздушно-телефонный рожок для ввода воздушного шланга и телефонного кабеля. В шлем вмонтирован головной клапан для принудительного стравливания воздуха. Внутри шлема размещены микрофон и телефон. Шлем оборудован тремя иллюминаторами, из которых передний — съемный (на резьбе). Толщина иллюминаторных стекол 14 *мм*.

В нижней части шлема находится латунный фланец, при помощи которого шлем присоединяется к манишке.

Манишка, так же как и шлем, изготовляется из листовой красной меди и внутри имеет луженую поверхность. В верхней части манишка имеет фланец такой же, как у шлема. Шлем крепится к манишке тремя болтами. При экипировке водолаза между фланцами шлема и манишки прокладывается резиновый фланец водолазной рубахи.

В отличие от трехболтового в шлеме двенадцатиболтового снаряжения в нижней части установлен фланец с замком с выступами. По периметру манишки установлены 12 болтов, служащих для ее соединения с водолазной рубахой.

Водолазные галоши изготавливаются из толстой прорезиненной материи или из кожи; задники и носки галош имеют оковку из латуни или красной меди. К деревянным стелькам галош на шурупах крепятся свинцовые или чугунные подошвы. Вес одной галоши 9—10,5 *кг*.

Водолазные грузы, спинные и нагрудные, служат для погашения положительной плавучести водолаза под водой. Они изготовляются из свинца или чугуна общим весом 16—18 *кг*. Грузы соединены между собой брасами (концами), с помощью которых они навешиваются на манишку водолаза. Спинной груз имеет нижний брас, который пропускается между ногами водолаза и крепится к нагрудному грузу.

Сигнальный конец предназначен для спуска и подъема водолаза, а также для подачи условных сигналов: наверх — от водолаза и сверху под воду — к водолазу. Он изготовляется из четырехпрядного пенькового каната окружностью 65—75 *мм*, или капронового окружностью 30—50 *мм*, длиной более 100 *м*. Сигнальный конец иногда заменяется кабель-сигналом.

Теплое шерстяное белье — свитер или фуфайка, рейтузы, шерстяные чулки, перчатки и фески предохраняют водолазов от охлаждения; в зимнее время в комплект белья включается меховой жилет и меховые чулки.

Водолазная станция. Она оснащается телефонной двух-трехпроводной аппаратурой, позволяющей осуществлять двустороннюю связь одновременно двух водолазов, работающих под водой, между собой и с водолазным ботом.

Для увеличения освещенности рабочего места и радиуса видимости водолаза используются светильники типа ПФ-1-2 мощностью 500—1000 *вт* или установка ППС-1000, в состав которой входит лампа накаливания СЦ-82 мощностью 1000 *вт*. Инструменты, с которыми водолазам приходится работать под водой, окрашиваются в белый цвет.

Кроме водолазных станций, размещаемых на плавсредствах, иногда используются береговые станции, оснащенные помпами с ручным или электрическим приводом. Помпы служат для подачи воздуха водолазу, работающему на глубине до 20 *м*. В зимнее время береговые станции могут размещаться на льду, непосредственно у места производства работ.

В последние годы некоторые виды подводно-технических работ, в частности, обследовательские, выполняют аквалангисты, прошедшие специальную подготовку. Они имеют легководолазное снаряжение, работающее на сжатом воздухе, типа АВМ-1М, «Украина» и др. Производительность труда аквалангистов на обследовательских работах выше, чем у водолазов, работающих в мягких скафандрах.

§ 28. Водолазное обследование дна акватории и подводных частей сооружений

Водолазные обследования проводятся с целью: поиска подводных препятствий и затонувших предметов, мешающих нормальной и безопасной эксплуатации флота, производству дноуглубительных работ, строительству или ремонту оснований сооружений; определения характеристики грунта и состояния дна акватории, откосов и дна канала до и после черпания, взрывных и других работ; определения границ планового расположения котлованов и траншей; состояния дна и откосов подводного котлована под строящееся сооружение; получения необходимых данных о состоянии сооружения в процессе строительства, эксплуатации или ремонта; получения исходных данных для проектирования строительства или ремонта сооружений.

Водолазное обследование осуществляется по заранее составленной программе, в которой указываются: цель обследования; перечень участков акватории, сооружения, устройства или их части и конструктивные элементы, подлежащие осмотру; основные задачи и требования, предъявляемые к обследованию и материалам, получаемым в результате обследования; очередность и сроки выполнения программы.

Обследования должны выполнять опытные водолазы, хорошо знакомые с конструкциями сооружений и методами работы. Перед началом работы личный состав водолазной станции обязан изучить программу обследования, техническую документацию на объект об-

следования (схемы, планы и т. п.), измерить глубины, скорость и направление течения, а также ознакомиться с гидрометеорологическим режимом в районе обследования и, при наличии приливно-отливных течений, составить график их цикличности.

Руководитель водолазного обследования должен вести рабочий журнал, в котором последовательно отмечаются результаты всех обследований и контрольных наблюдений (проверок) в процессе их выполнения и по окончании работ.

Результаты обследований фиксируются также на чертежах, схемах, а в необходимых случаях на кадрах фото-, теле- или киносъемки и подтверждаются специальным актом, который подписывают руководитель работ и личный состав водолазной станции, производившей обследование.

В зависимости от цели обследования, местных гидрологических условий и объема работ в программе обследования дна акватории назначается способ выполнения работ. Обследование дна акватории, в зависимости от типа водолазного снаряжения, может производиться круговым или линейным способом.

При круговом способе обследования небольших площадей с водолазного бота на дно акватории опускается груз (балластина). К нему крепится ходовой проводник (конец), обычно капроновый, длиной 15—20 *м*, предварительно размеченный мусингами (узлами). Расстояние между мусингами равняется двум радиусам видимости водолаза под водой. Радиус видимости определяется с помощью шара диаметром 30 *см*, окрашенного в белый цвет. Максимальное расстояние, с которого водолаз отчетливо видит белый шар, опущенный в воду, считается радиусом видимости.

Водолаз держится за ходовой проводник и обходит по кругу небольшую площадь, осматривая поверхность дна справа и слева от себя, и протравливает дно ходовым проводником. Пройдя круг, водолаз переходит к следующему мусингу и движется в обратном направлении по большему кругу. Водолаз осматривает таким образом площадь круга радиусом, равным длине ходового проводника. По окончании обследования участка водолазный бот перемещается на другой. Каждый последующий участок обследования должен перекрывать часть площади смежного с ним, уже обследованного участка, что обеспечивает сплошной (без пропусков) осмотр дна акватории в заданных границах, обозначенных плавучими буями.

Круговой способ обследования позволяет водолазу свободно перемещаться по грунту и поддерживать непрерывную связь с водолазным ботом. Обнаружив затонувший предмет (препятствие), водолаз немедленно сообщает об этом по телефону и закрепляет в месте нахождения предмета пронумерованную веху или буй. Водолаз, находящийся у телефона на палубе бота, по получении сообщения записывает в журнал характеристику предмета (препятствия), номер установленной вехи и наносит на план-схему положение предмета, с привязкой его координат к неподвижным знакам или точкам. Координаты и габариты предметов определяют при помощи футштока, мерной рейки и других приспособлений.

Линейный способ обследования применяется при необходимости более детального осмотра дна акватории. С помощью буев акватория разбивается на квадраты размером 60×60 *м*, а последние, в свою очередь, разбиваются на дне акватории, с помощью балластных грузов и белых концов, на поперечники с расстоянием между ними, равным двум радиусам видимости водолаза в данных условиях. Водолаз, передвигаясь вдоль закрепленных концов, осматривает дно акватории справа и слева от себя. О всех обнаруженных предметах (препятствиях) водолаз сообщает по телефону, а также зарисовывает предмет и его местоположение на алюминиевой или плексиглазовой пластинке и закрепляет номерную веху.

В процессе обхода водолаз осматривает и берет пробы поверхностного слоя грунта, а при необходимости производит зондирование грунта специальным щупом длиной 1,5—2 *м*. При погружении щупа в грунт водолаз должен обращать внимание на прилагаемое им усилие, глубину и скорость погружения щупа в грунт. Результаты зондирования фиксируются в журнале водолазных работ, что дает возможность получить ориентировочную характеристику грунта. Места зондирования отмечаются на плане-схеме водолазного обследования. Порядок обследования, взятия проб и зондирования грунта определяется программой.

В тех случаях, когда не требуются зондирование грунта и подробные данные, большие площади дна акватории обследуются при помощи придонного трала, прикрепленного к двум катерам. Водолазы, находящиеся на одном из катеров, осуществляют контроль за тралением и при зацеплении трала осматривают препятствия, устанавливают номерную веху и освобождают трал.

На рис. 60,*а* показана схема последовательной перекладки ходового конца при обследовании участка дна акватории шириной 50—70 *м*.

При этом способе на боковых границах обследуемой полосы на грунт укладываются направляющие концы, а затем поперек полосы ходовой трос с прикрепленными к нему тремя балластинами с буйками. Два водолаза, спустившись с бота, подходят к средней балластине и по ходовому концу расходятся в разные стороны (положение *I*). Дойдя до крайних балластин, водолазы, перенося их вдоль направляющих концов на 2—6 *м*, возвращаются по ходовому концу к средней балластине (положение *II*), переносят ее вперед и расходятся к крайним балластинам (положение *III*), затем переносят вперед крайние балластины (положение *IV*) и повторяют движение по этой схеме. Передвигаясь по ходовому концу, водолазы тщательно осматривают дно акватории в пределах видимости, а при переносах ходового конца — протраливают полосу.

В условиях хорошей видимости и ровного рельефа дна для обследования используются подвесные беседки (рис. 60,*б*). На водолазном боте поперек кормы укладывают и закрепляют деревянный брус длиной 6 *м*, на концах которого подвешивают две беседки. Водолазы опускаются на беседках под воду и на высоте 1—1,5 *м* от грунта при движении бота вдоль полосы осматривают дно справа и

слева на расстоянии 3—4 *м*. Ширина полосы обследования назначается, обычно, в пределах до 10 *м*. При таком способе обследования нельзя получить подробные данные, но за короткий срок возможно обследовать большую площадь дна акватории.

Обследование в условиях слабой видимости небольших участков дна акватории можно выполнять при помощи пенькового троса длиной 40—50 *м*, перемещаемого двумя водолазами. В аналогичных условиях, при ровном рельефе дна, может быть применен способ по-

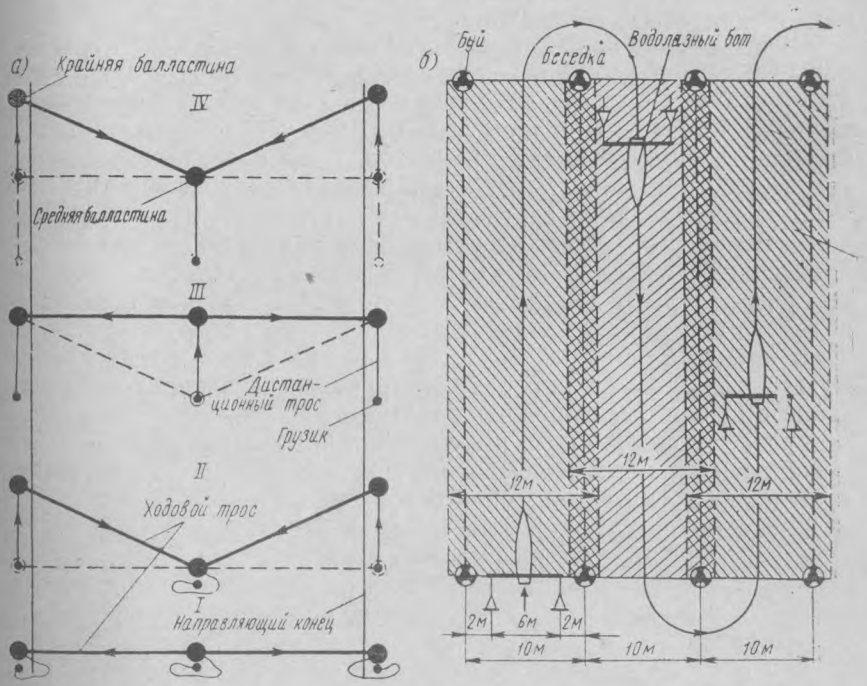


Рис. 60. Водолазное обследование акватории:
а — схема перекладки ходового конца; б — водолазное обследование при помощи подвесной беседки

следовательного осмотра дна акватории, разбитого на полосы шириной 6—8 *м*. Один или два водолаза размещаются на подвешенном к корме движущегося водолазного бота узкоколейном рельсе.

Поиск взрывоопасных предметов, заглубленных в грунт до 1,5 *м*, осуществляется с помощью специальных технических средств.

Особенно тщательное водолазное обследование дна акватории производится непосредственно у действующих гидротехнических сооружений и устройств.

Для лучшей ориентации водолазов и повышения точности привязки результатов обследования стенок из массивов, ряжей, шпунта и других сооружений лицевые поверхности их предварительно разделяют на участки. Для этой цели перед началом осмотра на

сооружении разбивают пикетаж (или поперечники), переносимый с помощью мерительных тросов с мусингами под воду. На каждом тросе закрепляется бирка с указанием номера пикета. Эти тросы одновременно служат ходовыми концами.

Перед производством водолазного обследования сооружения все конструктивные элементы в подводной части (массивы, сваи, шпунтины и т. п.) на плане-схеме обследования, составленном на основании исполнительного чертежа строительства или технического паспорта сооружения, нумеруются, что позволяет точнее фиксировать результаты обследования.

Обследование подводных частей сооружения в целом или их отдельных частей должно, как правило, проводиться с охватом всей доступной для осмотра водолазу подводной поверхности конструктивных элементов. При этом должно быть установлено фактическое состояние конструктивных элементов. Если поверхности элементов загрязнены или закрыты грунтом, водолаз должен очистить их.

При обследовании вертикальных поверхностей конструкций водолаз перемещается по ходовому концу или на подвесной беседке и производит необходимые замеры, сообщая по телефону местоположение, размеры и характер дефектов. Направление перемещения водолаза при осмотре зависит от конструкции сооружения.

В процессе осмотра сооружения водолаз производит необходимую проверку состояния всех конструктивных элементов в соответствии с программой обследования:

при осмотре бетонных и железобетонных элементов — местоположение и размеры изломов, каверн, раковин, поверхностных повреждений, трещин, отслоений бетона и др.;

при осмотре каменных постелей — профиль постели, наличие сдвигов, выпучин, ила, разрушение откосов и др.;

при осмотре массивной кладки — расстройство или сдвиг кладки, величину швов между массивами, положение кладки относительно вертикали и др.;

при осмотре эстакад — состояние опор (свай-оболочек и др.), т. е. наличие коррозионных участков, повреждений и т. п., состояние продольных, поперечных и наклонных связей, состояние подпричального откоса и сопряжение его с территорией, уклон, сползание, захламленность откоса и др.;

при осмотре лицевых стенок больверков из шпунта и свай — наличие выпучин, щелей, разрывов между шпунтинами, отклонение стенки от вертикальной плоскости и др.;

при осмотре кладки берменных и бордюрных массивов — наличие сдвигов, сползаний отдельных массивов и др.;

при осмотре стенок из ряжей — состояние каждого ряжа, наличие разрушений, деформаций, переломов отдельных элементов рубки, выпадение креплений и др.

Наиболее тщательно конструктивные элементы должны обследоваться в зоне переменного уровня воды. В этой зоне необходимо проверить плотность и прочность поверхности бетона, определить на обнажившейся арматуре и на поверхности элементов из металла

размеры коррозионных участков, выяснить наличие древоточцев, грибков и признаков гниения на деревянных элементах.

Для обследований подводных частей сооружений используются различные измерительные инструменты и приспособления: футшток, измерительный трос (для определения ширины берм), угломер (для измерения углов наклона элементов), ватерпас (для определения положения элементов в горизонтальной плоскости), угольник, мерная линейка и др.

В последние годы подводные зоны причальных сооружений из бетона и железобетона обследуются с использованием импульсного

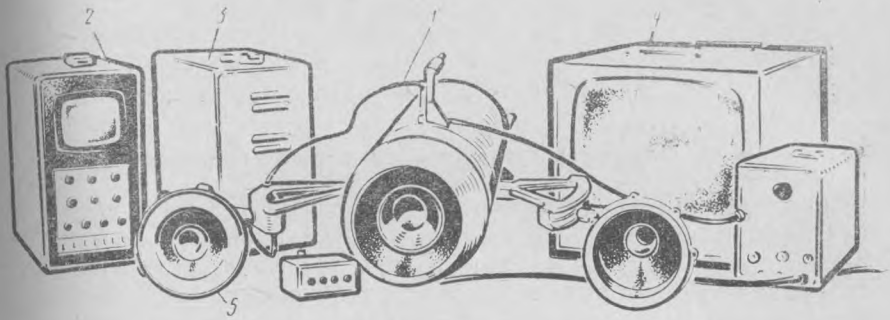


Рис. 61. Устройство подводной телевизионной установки:
1 — телевизионная камера; 2 — осциллограф; 3 — усилитель; 4 — телевизор; 5 — герметические прожектора

акустического метода, позволяющего достаточно точно оценить состояние материала сооружения. Этот метод базируется на определении времени распространения упругих волн через участок конструктивного элемента или сооружения. Считая, что наибольшие по величине значения скорости упругих волн соответствуют хорошему состоянию бетона, по их снижению определяют участки с нарушенной структурой бетона.

Также находят применение измерительные приборы-датчики — уклономер с базой 30×30 *см* и измеритель швов — имеющие дистанционный пункт регистрации на специальном пульте. Для обнаружения подводных трубопроводов и кабелей применяется прибор «Поиск-1» и др.

Для производства обследовательских работ все чаще в водолазной практике используются телевизионная аппаратура, фото- и кинокамеры. Качество обследования с передачей или фиксацией изображения на пленке во многом зависит от конструкции аппаратуры, прозрачности воды, изменяющейся по глубине, и освещенности места съемок под водой. В Советском Союзе создано несколько типов подводной телевизионной аппаратуры. На рис. 61 показана телевизионная установка, которая может быть использована на глубинах до 100 *м*.

Наиболее современные типы подводной телевизионной аппаратуры — установки ППТУ ЦНИИСа «Краб-1» и «Краб-2». Установка ППТУ применяется не только на обследовательских работах, но и на строительстве сооружений для контроля качества работ и управления подводными операциями (см. § 45).

В аппаратуре подводного телевидения используется промышленная система замкнутого типа. В условиях плохой видимости (менее 0,5 *м*) теленаблюдение производится с использованием просветляющей насадки (приставки). В период проведения обследования оператор может производить фотосъемку с экрана видеоконтрольного устройства.

Подводные кино- и фотосъемки выполняются с помощью камер с короткофокусными и широкоугольными объективами, позволяющими снимать с близких расстояний. Съемка может производиться на обычную и цветную пленку. Наибольший эффект съемки достигается на глубинах до 10 *м* на дистанции от объекта 1—5 *м*.

§ 29. Подводные земляные и взрывные работы

Земляные работы выполняются водолазами только в случаях, когда их нельзя произвести другими более экономичными и высокопроизводительными способами. Подводные гидромеханизированные земляные работы выполняются при необходимости образования узких траншей малого объема; отмыва грунта от затонувших предметов и элементов подводных частей сооружений для осмотра; очистки поверхностей каменных отсыпей от илистых отложений и наносов; подготовки оснований для укладки подводного бетона; замыва грунта в траншеи и другие выемки; подмыва грунта под кабелями, трубопроводами и анкерными железобетонными плитами для опускания их в грунт на требуемую глубину; для выравнивания поверхностей оснований и откосов выемок после дноуглубления и др.

Для размыва грунта под водой используются гидромониторы. Они разделяются на два типа: ручные гидропульты и механизированные гидромониторные установки.

Гидропульты снабжаются водой, поступающей из высоконапорных (80—150 *м вод. ст.*) центробежных многоступенчатых насосов производительностью 70—120 $м^3/ч$ по резиновым напорным шлангам. Гидропульты оснащены сменными одноструйными насадками внутренним диаметром 15—30 *мм*.

Перед началом работы с гидропультом, для погашения реактивной силы напорной струи воды, к шлангу на расстоянии 1,5—2 *м* от насадки водолаз прикрепляет балласт весом 40—60 *кг*.

В последнее время широко применяются безреактивные гидропульты, не требующие балластировки. Эти гидропульты облегчают труд водолазов, способствуют повышению производительности их труда, но в некоторых случаях за счет обратных струй увеличивают объем работы. Гидропульты портативны и позволяют водолазу размывать грунт в стесненных условиях.

Автономные центробежные насосы размещаются на плавсредствах — понтонах или баржах, на берегу, а в зимнее время — на льду.

До начала работ по размыву производятся все подготовительные операции: промеры глубин на участке работ, разбивка и закрепление основных осей и границ траншей (котлована), подготовка оборудования к эксплуатации.

Производительность труда водолаза при выполнении размыва грунта зависит от величины размывной скорости для данного грунта, рабочего напора на выходе струи из насадки, расхода воды, направления струи и от воздействия на грунт придонного течения или волнения. В несвязных грунтах устройство траншей и котлованов при наличии течения сопряжено с большими трудностями. Объем размыва грунта в этих случаях значительно возрастает, так как выемки быстро заносятся грунтом. Поэтому размыв грунта в местах с сильным придонным течением рекомендуется выполнять строго в направлении течения с целью использования транспортирующей способности последнего.

При назначении уклонов подводных откосов траншей и котлованов нужно учитывать: гидрологический режим в районе производства работ, характеристику грунта, а также необходимое время сохранения габаритов выемки до момента выполнения в ней последующих работ. Недоборы по глубине и ширине траншей и котлованов не допускаются.

При наличии в грунте включений (валунов) крупностью от 25 до 80 *см* допускаются переборы грунта, равные максимальному размеру включений.

Расход воды на размыв 1 $м^3$ грунта зависит от качественной характеристики грунта и колеблется в пределах 3—8 $м^3$.

Отсасывание грунта из полости колодцев, оболочек и со дна акватории производится с помощью воздухоструйных или водоструйных грунтососов различных конструкций. Грунтососы разделяются на эрлифты, действующие по принципу насыщения пульпы пузырьками воздуха для уменьшения ее объемного веса (рис. 62,*а*), и эжекторы, работающие как водоструйные насосы на напорной воде (рис. 62, *б* и *в*)). Способность воздухоструйных и водоструйных грунтососов отсасывать грунт основана на создании вакуума при проходе сжатого воздуха или напорной воды через систему насадок. Давление воздуха при этом должно быть на 1,2—1,5 *атм*, а рабочей воды на 5—7 *атм* выше давления воды на уровне всасывающей части грунтососа.

Применение эрлифтов целесообразно при глубине воды более 3 *м*, но наиболее эффективно при глубине свыше 8 *м*.

Эжекторы вертикальные и горизонтальные с осевой насадкой предназначены для отсоса жидкого ила, мелкого гравия, песка и рыхлой глины.

Эжекторы с кольцевой насадкой конструкции Н. А. Кицака и гидроэлеватор с кольцевой насадкой диаметром 25—30 *см* позволяют отсасывать щебень, крупные камни и т. п.

Для повышения производительности грунтососов применяются комбинированные способы разработки грунта: 1) водолаз размывает грунт гидропультом и сгоняет его к грунтососу, подвешенному на стреле крана; 2) к гидроэлеватору или эрлифу крепят коллектор с соплами, в который через шланги подается напорная вода для разрыхления грунта.

Для разработки малых объемов грунта под водой применяются также скреперные и механизированные гидромониторные установки (рис. 63).

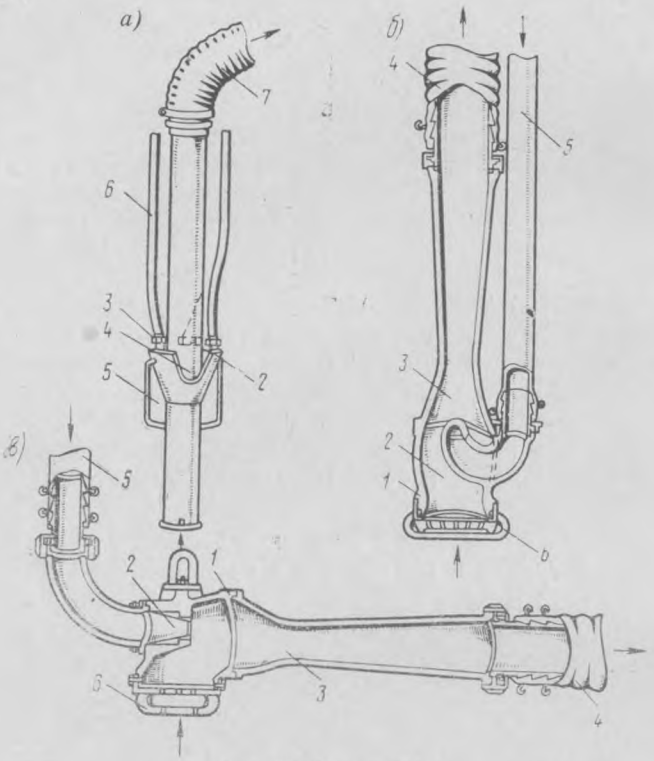


Рис. 62. Грунтососы:

а — воздухоструйный: 2 — отверстия в трубе; 3 — корпус воздушной коробки; 4 — штуцерная гайка; 5 — воздушный шланг; 6 — выкидной шланг; 7 — скоба; б — вертикальный, в — горизонтальный водоструйные: 1 — корпус эжектора; 2 — сопло; 3 — диффузор; 4 — выкидной шланг; 5 — напорный шланг; 6 — приемная сетка

Удаление грунта скреперованием производится, преимущественно, для разработки траншей удлиненной формы. При скреперовании ковш забрасывается на холостом ходу к началу разрабатываемого участка, на рабочем ходу он наполняется грунтом, перемещается к месту отвала грунта и там опорожняется. При скреперовании необходимо присутствие дежурных водолазов, которые поднимают оборванные концы троса, устраняют препятствия, освобождают ковш при его зацеплении и т. п.

Механизированные гидромониторные установки управляются с поверхности воды; контроль за качеством работ осуществляют водолазы.

Особенно эффективна работа по размыву грунта универсальных и комбинированных гидромониторных установок типа УПГМ-360 и УПГЭУ-1. Шарнирно-телескопическое устройство УПГС-360 позволяет за один проход производить размыв песчаного грунта слоем до 1,6 *м* на глубине до 6 *м* без наращивания трубы. Установка снабжена сменными гидромониторными насадками для размыва

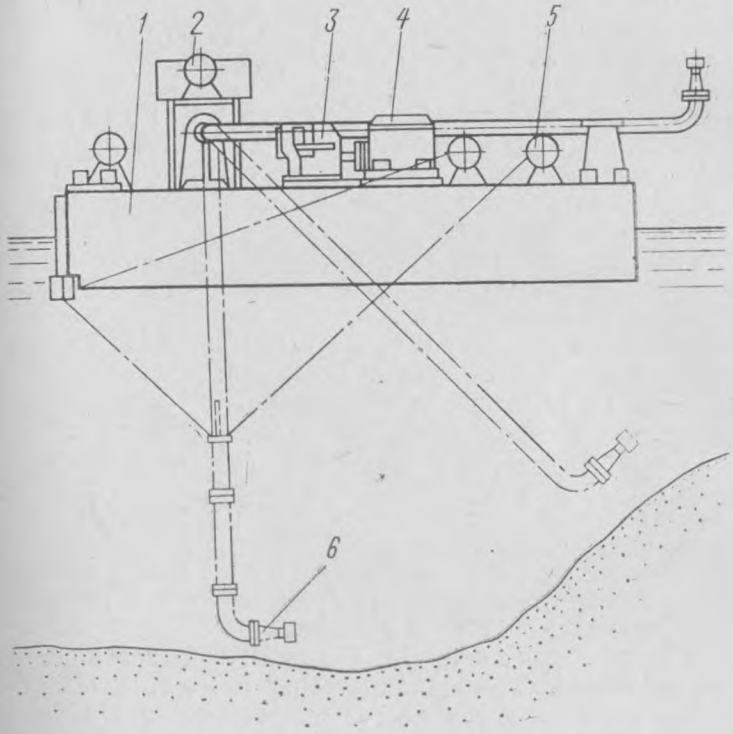


Рис. 63. Комбинированная гидромониторная установка УПГМ-360:

1 — понтон; 2 — насос; 3 — двигатель; 4 — напорная труба; 5 — лебедки; 6 — насадка гидромонитора

различных грунтов, а также гидроножами для бестраншейного заглубления кабелей на глубину 1,5—2 *м*. Агрегат УПГЭУ-1 помимо гидромониторной установки снабжен эжектором.

Взрывные работы под водой производятся с целью разработки скальных и других плотных грунтов, расчленения подводных препятствий — валунов, разрушенных конструкций из различных материалов.

Подводные взрывы в зависимости от условий и объема работ могут быть выполнены шпуровыми, скваженными или накладными

зарядами ВВ определенного расчетного веса. Затонувшие конструкции (предметы) перебиваются накладными зарядами; шпуровые заряды применяются для рыхления скальных грунтов.

Подводные заряды взрывают электрическим способом по схеме: подрывная машина—двухпроводная электрическая цепь — водонепроницаемый электродетонатор — заряд ВВ.

§ 30. Прокладка подводных трубопроводов и кабелей

Прокладка подводных трубопроводов осуществляется одним из следующих способов: протаскиванием по грунту, буксировкой на плаву, опусканием со льда или со специального судна-трубоукладчика.

Протаскивание трубопровода по грунту заключается в постепенном вытягивании в створ по трассе или в заранее подготовленную подводную траншею всего трубопровода (или его отдельных секций), заглушенного с головного конца, буксирами, тракторами или лебедками.

Буксировка на плаву применяется для прокладки трубопроводов длиной до 3000 *м*. Для поддержания подготовленной плети на плаву ее подвешивают к понтонам или бочкам.

Для опускания под воду и укладки трубопровода на дно или в траншею пользуются несколькими методами:

1) заливают трубопровод водой (метод свободного погружения);

2) заливают трубопровод водой и погружают вместе с разгружающими понтонами;

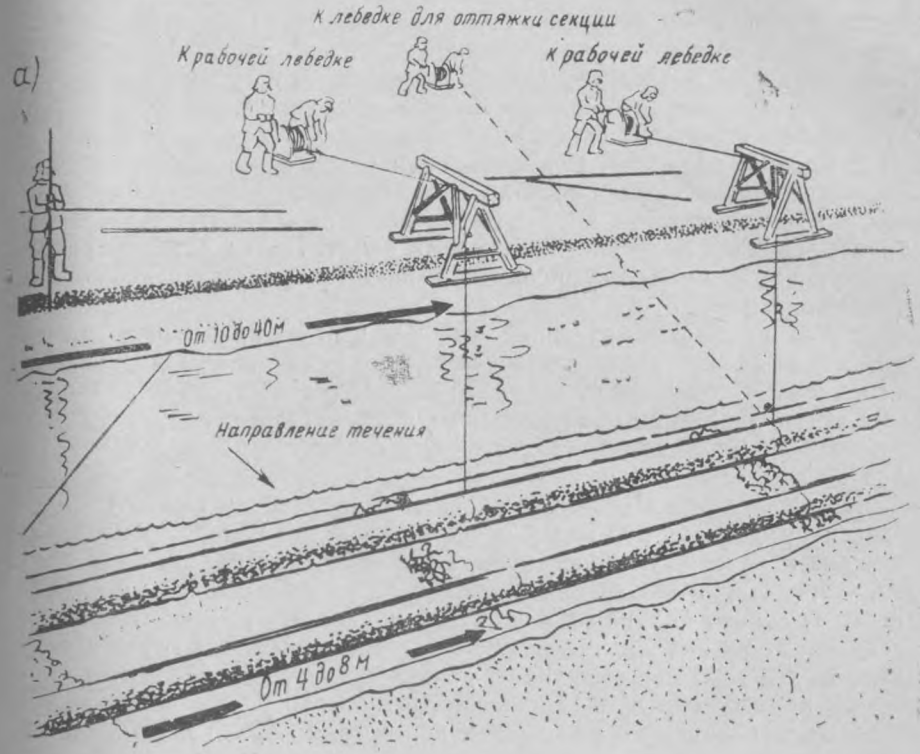
3) предварительно забалластированный трубопровод заливают водой.

Опускание трубопровода со льда при помощи лебедок или мягких понтонов (рис. 64) применяется для трубопроводов всех диаметров длиной 1000 *м* и более.

Суда-трубоукладчики получили широкое применение в практике нефтепромыслового гидротехнического строительства. Для этой цели используются специальные плавсредства. На Каспии, например, используется несамоходная спаренная баржа (киржим). Применяются также баржи или суда с выносными желобами-стрингерами для поддержания на весу укладываемой части трубопровода.

В прокладке трубопроводов любым из описанных способов участвуют водолазные станции. Водолазы выполняют: подводную геодезическую разбивку створа укладки трубопровода; обследование дна акватории на трассе; при необходимости подводные земляные работы для устройства траншей и планировки дна; соединение секций трубопровода под водой сваркой или стыкование фланцевых соединений Г-образными болтами с упорной головкой для обжатия фланцев; контроль за прокладкой трубопровода; обследование уложенного трубопровода и работы, связанные с окончательным закреплением его в проектном положении: замыв траншеи, заглубле-

ние отдельных участков трубопровода путем подмыва грунта, подбивку песчаного грунта или щебня под провисающие участки трубопровода, устройство анкерных креплений для удержания трубопровода от всплытия и т. п.



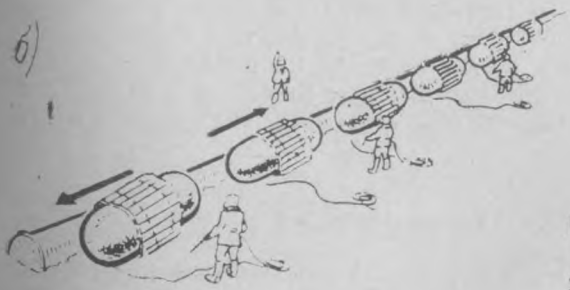


Рис. 64. Способ опускания трубопровода со льда:
а — при помощи лебедок; б — при помощи мягких понтонов

Ширина подводной траншеи, как правило, назначается на 1 *м* шире диаметра укладываемого трубопровода с балластом (по 0,5 *м* с каждой стороны). Перед выполнением сварки стыков трубопровода водолаз предварительно промывает под трубой в месте стыкова-

ния траншею для производства сварки в наиболее удобном положении.

Большой объем работ выполняют водолазы в головной части уложенного трубопровода. В зависимости от назначения трубопровода в головной его части сооружается водозаборное или водовыпускное устройство, устройство для подсоединения шлангов беспричального налива танкеров и другие, которые требуют выполнения разнообразных подводно-технических работ по устройству и ровнению каменных или щебеночных отсыпей, укладке массивов или фигурных блоков оголовка, бетонных якорей и т. п.

В проекте подводного трубопровода необходимо уделять особое внимание организации работ по прокладке, т. е. выбору наиболее эффективного способа производства земляных работ, прокладки трубопровода и подводно-технических работ. Перед началом работ должен быть составлен проект производства работ, отвечающий требованиям СН 47-67.

Прокладка электрических кабелей и кабелей связи под водой осуществляется протаскиванием или опусканием их с плавучих средств, в том числе со специальных кабелеукладочных судов или барж, оборудованных рольгангами и направляющими выносными желобами или трубами с диффузорами, а также со льда.

При прокладке подводных кабелей водолазы выполняют: геодезическую разбивку под водой трассы прокладки кабеля; обследование дна акватории по трассе; земляные работы по планировке грунта, устройству траншей или проходов на участках трассы с каменными грядами, валунами и другими подводными препятствиями, если обход их кабелями невозможен; замыв кабеля в грунт в прибрежных и мелководных участках на глубину, определяемую проектом; контроль за прокладкой кабеля; осмотр уложенного кабеля и работы, связанные с доведением положения кабеля до проектных требований.

Замыв кабеля в несвязные грунты выполняется с помощью высоконапорной струи воды от гидромонитора. Водолаз направляет гидропульт под углом под низ кабеля то с одной, то с другой стороны и постепенно погружает участки кабеля на необходимую глубину. Для укладки кабелей бестраншейным способом используется гидравлический кабелеукладчик, оборудованный гидроножом с водоструйными насадками.

§ 31. Подводная сварка и резка металла

Сваривать (сплавлять) металлические элементы в подводных условиях возможно только методом электрической дуговой сварки. Электрическая сварка под водой основана на способности дугового разряда устойчиво гореть в газовом пузыре, окруженном водной средой на любой глубине, доступной водолазу-сварщику.

Газовый пузырь образуется вокруг дугового разряда, создаваемого электродом, в результате непрерывного испарения и разложе-

ния воды, сопровождающегося бурным выделением паров и газов. Пузырь с температурой в центральной зоне 7000° С изолирует разряд от непосредственного контакта с водой (рис. 65); при прорыве газового пузыря дуга гаснет.

Для горения сварной дуги в атмосфере с повышенным давлением и большим содержанием водорода необходимо для возбуждения дуги иметь более высокое напряжение холостого хода сварочных агрегатов, а для сварки под водой — более высокое напряжение сварочного тока, чем при сварке на воздухе. Сварка металлов может производиться постоянным и переменным током. Менее опасен для водолаза и более эффективен в работе постоянный ток. Краткая техническая характеристика сварочных агрегатов для подводной сварки приведена в табл. 14.

Наибольшее распространение получил однопостовый автономный сварочный агрегат ПАС-400-VI.

Сила сварочного тока устанавливается в зависимости от диаметра электрода, глубины воды, расположения сварного шва в пространстве и толщины свариваемого металла.

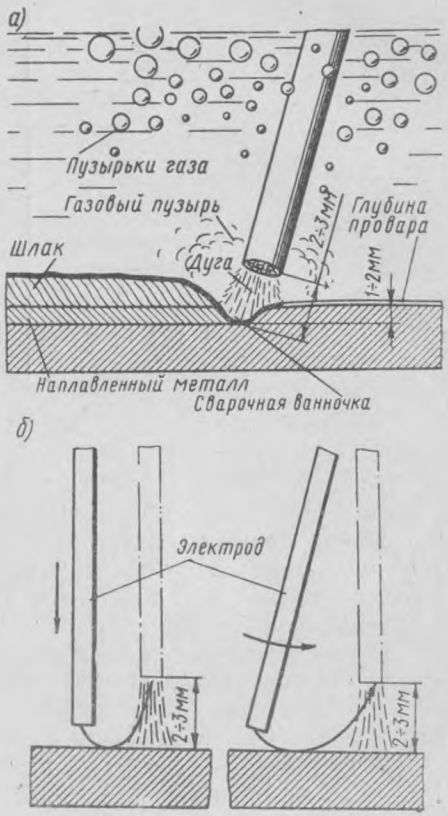


Рис. 65. Подводная сварка металлов:
а — наплавка металла; б — схема движения электродов

Устойчивое горение электрической дуги под водой обеспечивается специальными стержневыми электродами ЭПС-52, изготовляемыми из электродной малоуглеродистой стальной проволоки длиной 350—450 *мм*, диаметром 3—6 *мм*, покрытой слоем эластичной, тугоплавкой, водонепроницаемой и прочной обмазки. Замедленное плавление обмазки вызывает образование выступающего от конца электрода козырька, способствующего существованию вокруг разряда газового пузыря. Для электродуговой сварки под водой применяются электрододержатели специальных конструкций. Лучшие из них электрододержатели резьбового типа ЭПС-2, обеспечивающие хорошую изоляцию токоведущих частей и надежный контакт с электродом.

Таблица 14

Тип агрегата, установки	Привод	Генератор	
		Номинальное напряжение, *в*	Пределы регулирования тока, *а*
С-30а	Бензиновый	до 110	до 600
ПАС-400-I	»	40	120—600
ПАС-400-VI	»	40	120—600
ПАС-400-VIII	»	40	120—600
СПАЗ-3а	»	40	120—750
СПАЗ-3-IV (стационарный)	Электродвигатель	40	150—600
ПС-500 (сварочный преобразователь)	То же	60—90	120—600

Специфические условия проведения сварки под водой вызывают особые требования к организации рабочего места сварщика, его снаряжению, оборудованию, принадлежностям и инструменту, а также к безопасности выполнения работ.

Для создания удобства в работе рабочее место водолаза должно оборудоваться устойчивой подвесной беседкой, ограждаться от влияния волнения и течения и освещаться мощным фонарем подводного освещения.

Для повышения качества подводной сварки очень важное значение имеет подготовка к выполнению сварочных работ. Перед началом работы водолаз должен предварительно обследовать и тщательно очистить место сварки от грязи, ржавчины, краски и т. п. Вблизи от места сварки водолаз должен надежно укрепить обратный сварочный кабель, для этой цели он приваривает к металлу у места сварки планку с болтом и гайкой, обеспечивающую хороший контакт кабельного наконечника, закрепленного на планке со свариваемым элементом. После подготовки места сварки и рабочего места водолаз приступает к сварке, имея при себе запас электродов 10—12 штук. Включение и выключение тока производятся с помощью рубильника, смонтированного на пульте управления на водолазном боте или у места спуска водолаза с берега, вблизи от сварочного агрегата.

Наиболее легкой для осуществления является сварка под водой в нижнем положении; более трудной — в вертикальном положении; наиболее тяжелой, требующей практики и сноровки, является сварка потолочных швов (рис. 66).

При сварке под водой, главным образом, применяется соединение металлов внахлестку или реже встык или втавр (рис. 67). При сварке внахлестку или втавр кромка листа служит водолазу ориентиром для правильного направления валикового шва. Технология

наложения валиковых швов имеет две разновидности. Одна из них заключается в том, что первоначально электрод устанавливают под углом 45° к плоскости элемента, а затем, производя концом электрода колебательное движение, приваривают металл обеих кромок.

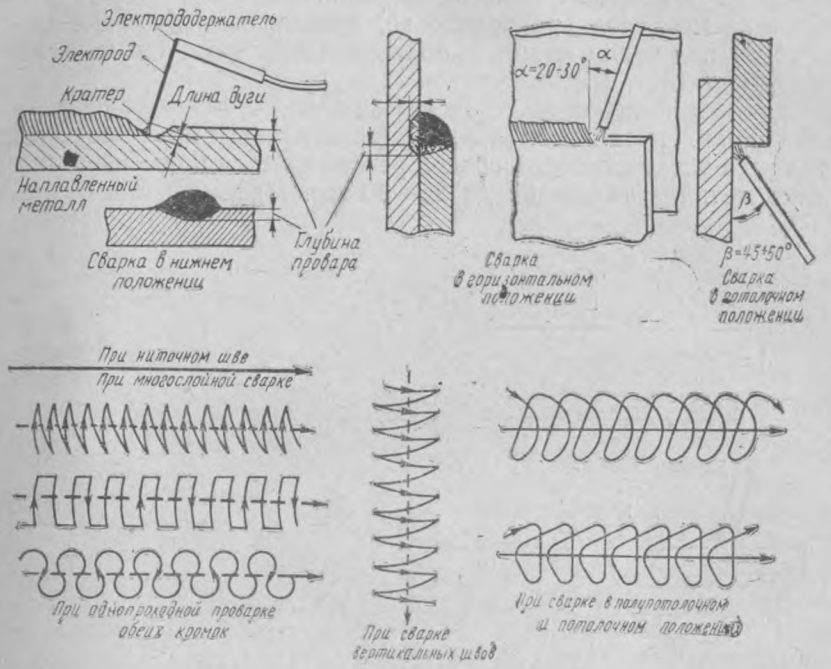


Рис. 66. Виды сварки в зависимости от расположения швов в пространстве и траектории движения электродов

При сварке опирающимся электродом после возбуждения дуги водолаз устанавливает электрод под углом 70—85° к плоскости элемента и, слегка прижимая его к металлу, формирует валик. Ширина и высота валика зависят от угла наклона электрода.

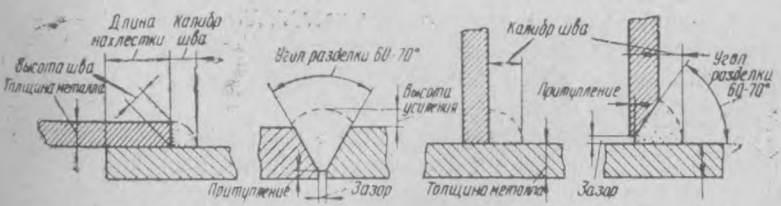


Рис. 67. Технология разделки кромок под сварку

На характер затвердевания и охлаждения металла, расплавленного в процессе сварки, большое воздействие оказывает охлаждающее свойство водной среды. На качестве сварки малоуглеродистых сталей быстрое охлаждение сказывается весьма незначительно. При

сварке легированных и высокоуглеродистых сталей быстрое охлаждение расплавленного металла вызывает высокую твердость и малую пластичность швов.

Качество подводной сварки проверяет, обычно, водолазный специалист или опытный водолаз-сварщик.

Резка металлов (разъединение, разделывание, прорезание отверстий) под водой может выполняться электродуговым и газовым способами (рис. 68).

Для электродуговой резки служит то же оборудование, что и для сварки. Из-за недостаточной эффективности и невысокого качества реза электродуговой способ рекомендуется применять при разделке металла толщиной до 25—30 *мм*. Преимуществом электро-

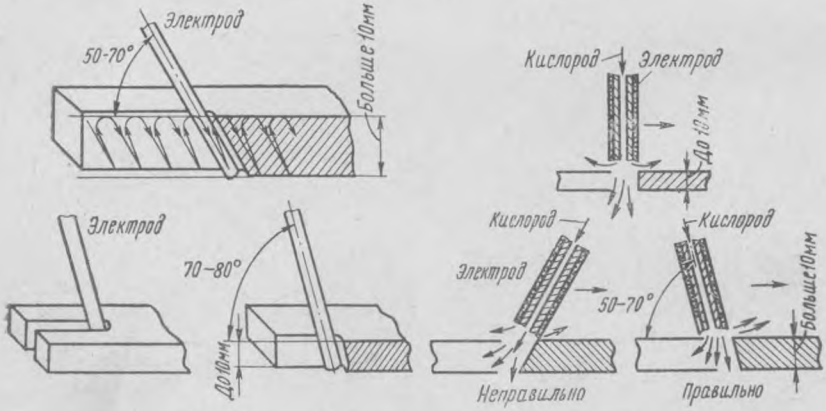


Рис. 68. Способы подводной резки металла

дугового способа является возможность резания элементов из стали, чугуна и цветных металлов различного профиля, что не всегда доступно для других способов резки.

В процессе резки металла дугой в нижнем положении водолаз держит электрод с наклоном в сторону, противоположную направлению реза, и производит электродом поступательно-прокалывающие движения. Режим электродуговой резки и диаметр электрода назначаются в зависимости от толщины металла. Так, для резки металла толщиной до 10 *мм* сила режущего тока 200—220 *а;* металла толщиной 11—15 *мм* — 220—250 *а*.

Резка металла толщиной до 300 *мм* (сплошного сечения или многослойных пакетов) на больших глубинах выполняется водолазами весьма эффективным электрокислородным способом. Электрокислородная резка представляет собой процесс сгорания металла по намеченному контуру в направлении продвигаемого водолазом специального трубчатого электрода. Сгорание металла происходит в результате действия струи кислорода на участок, нагретый электрической дугой до температуры воспламенения. Прилегающие к контуру реза участки металла не горят, а лишь претерпе-

вают структурные изменения от термического воздействия. В процессе электрокислородной резки образуются окислы, способствующие подогреванию нижележащих слоев металла, которые выдуваются из зоны кислородной струей и дутьем электрической дуги.

При электрокислородной резке водолаз держит электрод перпендикулярно к поверхности разрезаемого металла или с небольшим наклоном в сторону, противоположную направлению резки; если металл имеет толщину более 10 *мм*, то угол наклона электрода увеличивается.

Направление реза в пространстве оказывает значительное влияние на скорость и чистоту реза. Наилучшие результаты достигаются при вертикальном и нижнем положении реза, наиболее трудное положение реза — потолочное.

В комплект оборудования для подводной электрокислородной резки металла входят: электросварочный агрегат (сила тока до 400 *а*), кислородные баллоны с редуктором, комплект проводов (кабелей) с приборами контроля и управления током, шланги для подачи кислорода, специальный электрододержатель с приспособлением (рычажным клапаном) для подачи кислорода в полость трубчатого электрода и контактная струбцина для подключения кабеля к конструкции.

Перед началом электрокислородной резки необходимо проверить исправность оборудования, отрегулировать силу тока и установить требуемое давление кислорода. Как правило, при электрокислородной резке используется постоянный ток напряжением 40 *в*. Давление кислорода устанавливается в зависимости от толщины разрезаемого металла и глубины воды на месте производства работ. Рабочее давление устанавливается при открытом кислородопроводе. Например, для резки металла толщиной до 10 *мм* на глубине 10 *м* назначается ток силой 200—220 *а*, рабочее давление кислорода 3—4 *атм*; металла толщиной 11—15 *мм* — соответственно 220—250 *а*, 4—4,5 *атм;* металла толщиной 21 *мм* и более — 300—400 *а*, 6 *атм* и более.

Для производства резки металла под водой применяется также установка БУПР, состоящая из резака со шлангами, баллонных коллекторов для водорода, кислорода и воздуха, электрической зажигалки с проводом, пульта управления с редукторами и щитком электрозажигания. Резак установки БУПР работает на водородно-кислородной смеси.

§ 32. Контроль качества подводно-технических работ

Все подводно-технические работы относятся к категории скрытых работ, поэтому при их производстве обязательно составляются и проводятся контрольные проверки.

В процессе производства подводно-технических работ составляется исполнительная документация, ведется журнал водолазных работ. Вся исполнительная документация (схемы, эскизы и т. п.), акты на скрытые работы должны быть оформлены должным поряд-

ком и подписаны производителем работ, водолазным специалистом, а в его отсутствие — старшиной водолазной станции и водолазами, выполнившими данную работу. В актах фиксируется соответствие выполненных работ проекту, допущенные отклонения и другие необходимые сведения. К актам прилагаются схемы, эскизы и другие материалы, поясняющие характер, объем и качество выполненных работ.

Качество выполненных работ может контролироваться водолазным специалистом, контрольной водолазной станцией — из числа станций, не принимавших участия в производстве проверяемой работы, специалистом, имеющим разрешение на спуски под воду, или специально обученными аквалангистами. Для контрольного осмотра используется фото- и киносъемочная аппаратура, а также подводное телевидение.

§ 33. Охрана труда водолазов и техника безопасности

Безопасная работа водолазов под водой зависит от подготовки водолазного снаряжения и оборудования к работе, подготовки рабочего места водолаза, квалификации и слаженности в работе личного состава водолазной станции.

Перед началом производства работ водолазы должны проверить все снаряжение и оборудование, получить инструктаж по технике безопасности, ознакомиться по чертежам и схемам с объектом и предстоящими работами, уточнить условия спуска под воду и технологию выполнения работы.

Общее руководство подводно-техническими работами осуществляет производитель работ, знающий «Единые правила охраны труда на водолазных работах» и специальные инструкции (наставления) по выполнению отдельных видов работ. Все лица, связанные с руководством водолазными работами, обязаны не реже одного раза в год сдавать квалификационной комиссии экзамен по технике безопасности на подводно-технических работах.

При выполнении подводно-технических работ должны строго соблюдаться правила водолазной службы. Необходимо тщательно контролировать состояние водолазного снаряжения и оборудования, вести постоянный медицинский контроль за состоянием здоровья водолазов.

Электросварка и резка, а также электрокислородная резка металлов под водой создают для водолаза-сварщика дополнительную опасность, так как в морской воде электрический ток напряжением свыше 12 *в* опасен для жизни человека. Для безопасности труда необходимо: применять специальные магнитные и автоматические контакторы, работающие от аккумуляторных батарей, выключающие сварной ток при смене электродов; рубильники от сварочного агрегата выносить на пульт, расположенный на водолазном боте; шлем и манишку водолаза покрывать лаком или резиной для предохранения от прожигания электродом; надежно изолировать токо-

ведущие кабели (провода) и детали; устанавливать в передний иллюминатор шлема с внутренней стороны светофильтры.

При выполнении газовой резки металлов под водой должны выполняться специальные требования по содержанию и защите от солнечной радиации баллонов для сжатых, сжиженных и растворенных газов. Пульт управления подачей газов, баллоны с редукторами и другое оборудование должно размещаться на расстоянии до 40 *м* от места производства работ. Редукторы необходимо защищать от загрязнения, попадания масла и систематически проверять в специальной мастерской.

Руководство выполнением подводных взрывных работ возлагается на лиц, имеющих необходимую подготовку и сдавших экзамен по специальной программе. Производство подводных взрывов поручается водолазу-взрывнику, имеющему «Единую книжку взрывника» и опыт работы.

Все без исключения лица, привлекаемые к производству подводных взрывов, проходят специальный инструктаж по технике безопасности.

Подводные взрывные работы рекомендуется выполнять в светлое время суток при хорошей погоде. Производство взрывов в условиях приближающейся или наступившей грозы и при волнении свыше двух баллов не допускается. Перед началом подводных взрывов опасная зона должна быть ограждена буями, вехами, дежурными катерами, движение плавсредств прекращено, соответствующие службы оповещены.

При нахождении водолазов под водой на плавсредствах (ботах, катерах) поднимаются специальные флаги. Перед укладкой под воду зарядов ВВ на водолазном боте поднимается красный флаг.

Глава VII. ПОДВОДНОЕ БЕТОНИРОВАНИЕ

§ 34. Подготовительные работы

Подводное бетонирование применяется в случаях, когда по конструктивным соображениям необходимо уложить под водой монолитный бетон для устройства опор, заделки стыков, выравнивания поверхности основания или при ремонте подводных частей сооружений.

К подводному бетонированию приступают после составления проекта производства работ или технологической карты. При составлении проекта учитываются: гидрологические особенности района строительства в заданный период времени; имеющиеся в распоряжении строительной организации технические средства для укладки подводного бетона, а также технико-экономические показатели различных способов приготовления, транспортировки и уклад-

ки бетонной смеси под воду и показатели различных типов опалубки.

До начала работ по подводному бетонированию отдельных блоков или сооружений производится геодезическая разбивка, закрепление основных осей и высотных реперов. Одновременно производится водолазное обследование участка дна акватории или подводной части сооружения в местах, намеченных проектом для укладки подводного бетона. Способ и тщательность водолазного обследования определяются проектом производства работ.

При подготовке основания блока подводного бетонирования выполняются следующие работы: извлечение и замена слабого грунта, отсыпка постели из камня или из щебня, удаление слабого слоя скалы и выравнивание поверхности скального основания, погружение свай, уборка валунов, затонувших предметов или препятствий и др.

Поверхность каменной постели прикрывается слоем щебня толщиной до 10 *см* или несколькими рядами мешков с бетоном. Основание выравнивается до такой степени, чтобы при установке на него опалубки было как можно меньше зазоров. Одновременно с устройством основания выполняются работы, обеспечивающие защиту грунта от размыва по периметру блока. Для этой цели водолазы устраивают обвалование блока или грунт прикрывают щебнем.

В качестве ограждения бетонной кладки при подводном бетонировании могут служить: специально изготовленная опалубка (железобетонная, деревянная, металлическая); стенки массивов-гигантов, ряжей и других конструкций с полостями; стенки, выложенные из мешков с бетоном; шпунтовое ограждение.

Конструктивное решение опалубки зависит от многих причин: размеров блока, способа укладки бетона, гидрометеорологических условий, сроков бетонирования, назначения опалубки после окончания процесса твердения подводного бетона и др.

Железобетонная опалубка применяется: при работе на незащищенных акваториях, когда необходимо иметь ограждение повышенной прочности и устойчивости; в качестве межблочной опалубки, а также для ускорения работ, когда бетонирование ведется без распалубки смежных блоков.

Металлическая опалубка применяется в случаях, когда она может быть многократно использована, либо когда служит в качестве защитной облицовки. Шпунтовое ограждение в качестве опалубки блока применяется, если работа металлического шпунта совместно с бетоном предусматривается проектом в эксплуатационный период. Подобное ограждение по экономическим соображениям устраивается только для небольших, особо ответственных сооружений — швартовных или отбойных палов, оснований маяков, створных знаков и т. п.

Опалубка для блоков подводного бетонирования (рис. 69) должна быть жесткой, прочной, плотной и легко собирающейся из отдельных щитов. Она рассчитывается на активное давление свеже-

уложенного бетона, на нагрузки от волнового давления и веса опирающихся на опалубку устройств и приспособлений. Интенсивность бокового давления бетона на стенки опалубки принимается равной: при глубине 0—1,5 *м* — по линейному закону 0—2 *тс/м²*; при глубине более 1,5 *м* — 2 *тс/м²*.

Перед установкой опалубки водолазы должны подготовить участок бетонирования: очистить его от захламления; промыть поверхность бетона напорной струей воды от гидромонитора; удалить металлическими скребками или молотком поверхностный разру-

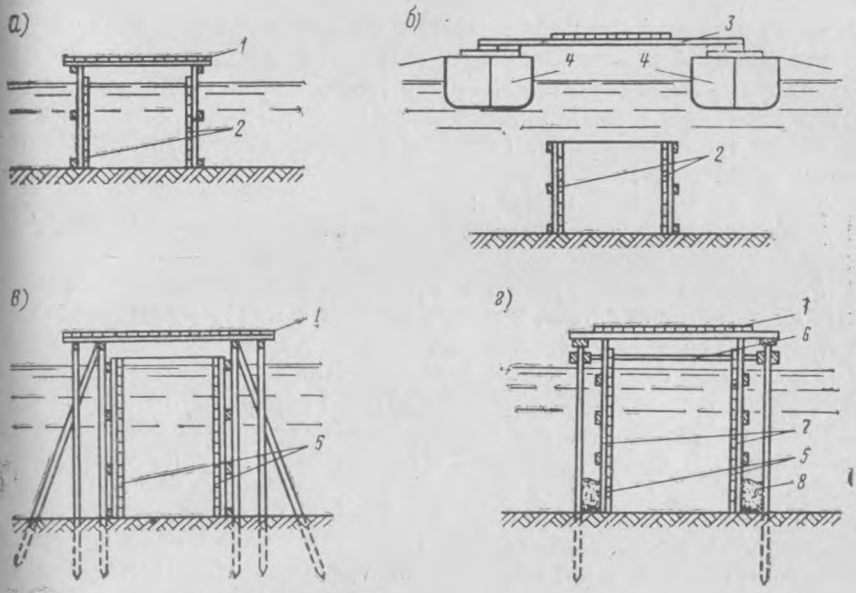


Рис. 69. Опалубка и подмости для подводного бетонирования:

а — установка собранной на берегу опалубки; б — сборка коробов из отдельных щитов; в — забивка свай и крепление щитов; г — собранная конструкция; 1 — подмости; 2 — короб опалубки; 3 — подмости, связывающие понтоны; 4 — понтоны; 5 — деревянная щитовая опалубка; 6 — анкерные тяги; 7 — шпунтовые стенки; 8 — засыпка песком

шенный слой бетона; проделать борозды на поверхности бетона; удалить с поверхности бетона масляные пятна, срубая загрязненный слой.

Стыки между отдельными элементами подводной опалубки водолазы должны тщательно проконопатить; в обшивке опалубки, выше рабочего горизонта воды, прорезать отверстия для выхода воды, вытесняемой бетоном. До начала бетонирования опалубка должна быть тщательно выверена, освидетельствована водолазами и проверена инженерно-техническим персоналом. К подводному бетонированию можно приступать только после оформления акта о готовности опалубки.

§ 35. Методы бетонирования

Отсыпать бетон непосредственно в воду нельзя, так как вяжущие частицы цемента отмоются водой от песка и щебня, что приведет к распаду бетонной смеси на составные части. Технология укладки бетона под воду предусматривает защиту смеси от непосредственного контакта с водой на всем пути прохождения ее через толщу воды.

Подводное бетонирование может осуществляться следующими методами:

через вертикально перемещающиеся трубы (метод ВПТ);

раздельным бетонированием (метод восходящего раствора); безнапорным бетонированием (собственно метод ВР) и напорным бетонированием (инъекционный метод);

путем втрамбовывания (метод отвала от плоскости или образования «островка»);

укладкой бетона в мешках;

укладкой бетона с помощью герметических кюбелей (бадей) с донными затворами.

Материалы для подводного бетонирования должны удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к материалам для приготовления гидротехнических бетонов.

Подводное бетонирование в соответствии с проектом производства работ или технологической картой разрешается при условии: наличия опробованного и подготовленного к работе оборудования, механизмов и приспособлений; приемки по актам выполненных подготовительных работ; наличия заготовленных, отвечающих требованиям качества материалов в количестве, обеспечивающем непрерывность процесса бетонирования в пределах одного блока; благоприятного прогноза погоды на период, необходимый для выполнения работ на открытой акватории; проведения специального инструктажа и обучения технического персонала. Состав бетона для бетонирования под водой подбирается в лаборатории.

Метод ВПТ наиболее надежный. Для качественного бетонирования этим методом необходимо обеспечивать равномерное заполнение формы (блока) плотным, однородным и монолитным бетоном заданной прочности, сохраняя в процессе бетонирования избранный режим: радиус действия трубы, величину заглубления трубы в бетон, максимальную интенсивность бетонирования и величину возвышения трубы над горизонтом воды.

Бетонная смесь для укладки методом ВПТ приготовляется на щебне крупностью не более $^1/_4$ диаметра трубы. Осадка конуса бетона для первоначального заполнения трубы — 14—16 *см;* при установившемся режиме — 18—20 *см.*

Радиус действия трубы определяется по формуле

$$6 \geqslant r \leqslant 6KI, \tag{65}$$

где K — показатель сохранения подвижности бетонной смеси, $ч$;

I — интенсивность бетонирования (не менее 0,3 $м^3/м^2 \cdot ч$).

Наибольшая величина заглубления трубы в бетон определяется зависимостью

$$h_з \leqslant 2\kappa I, \qquad (66$$

а минимальная величина по табл. 15.

Таблица 15

Глубина бетонирования, *м*	Минимальное заглубление трубы, *м*
До 10	0,8
Более 10	1,2
» 20	1,5

Превышение столба бетонной смеси в трубе над рабочим горизонтом воды в любой момент бетонирования должно быть не менее величины

$$h = r - 0{,}6H, \qquad (67)$$

где H — глубина бетонирования (высота столба воды над уровнем бетона в блоке), *м*.

Этот метод применяется при глубине бетонирования от 1,5 до 50 *м*.

Размещение оборудования для бетонирования методом ВПТ показано на рис. 70.

Устройство для транспортировки бетонной смеси от бетоносмесителя к приемной воронке трубы по производительности должно соответствовать заданной интенсивности бетонирования. Продолжительность транспортировки смеси от момента выгрузки из смесителя до укладки данной порции смеси в блок не должна превышать 30 *мин*.

В начальный период бетонирования труба заполняется бетонной смесью следующим образом: бетонная смесь подается в бункерную воронку объемом, превышающим объем трубы, и оснащенную предохранительным клапаном (жесткой пробкой). Когда воронка заполнена смесью, клапан при помощи лебедки или другого механизма мгновенно подрывается и бетонная смесь падает в трубу. Иногда применяют мягкую пробку, которая размещается в трубе и выбрасывается под воду вместе с бетоном. Эти технологические приемы обеспечивают равномерное заполнение трубы без воздушной пробки и соприкосновения смеси с водой, так как вода вытесняется.

При укладке бетона под воду методом ВПТ необходимо постоянно контролировать заглубление низа трубы в слое укладываемого бетона. Контроль осуществляется при помощи металлического конусообразного отвеса, устанавливаемого на поверхность бетона около бетонолитной трубы. Тросик отвеса (шнур) и бетонолитная труба должны иметь разбивочные метки на метры и сантиметры.

Подъем трубы, по мере подъема уровня бетона в блоке, должен осуществляться равномерно; для укорачивания трубы снимают

верхние звенья. Эти операции выполняются при заполненной воронке.

Перерывы в укладке бетона под воду, не предусмотренные проектом производства работ, не допускаются. В случаях прорыва воды в трубу, при неосторожном подъеме или недостаточном ее заглублении в бетон, процесс бетонирования нужно немедленно прекратить. Он может быть возобновлен при достижении бетоном подводной кладки прочности на сжатие 25 *кгс/см*^{2} и после удаления с поверхности уложенного бетона шлама и слабого слоя толщиной 10—15 *см*, а также устройства штраб.

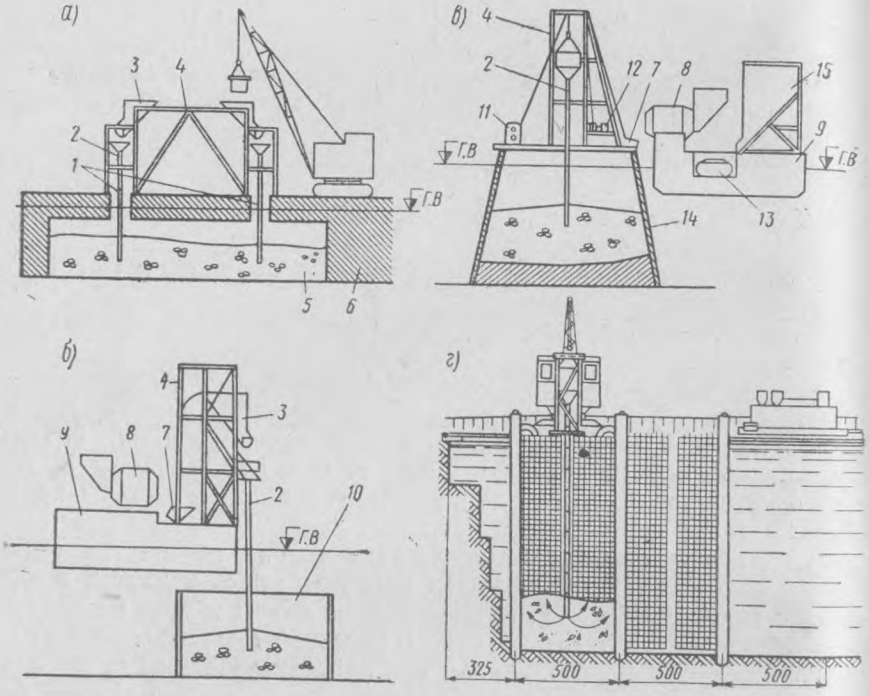
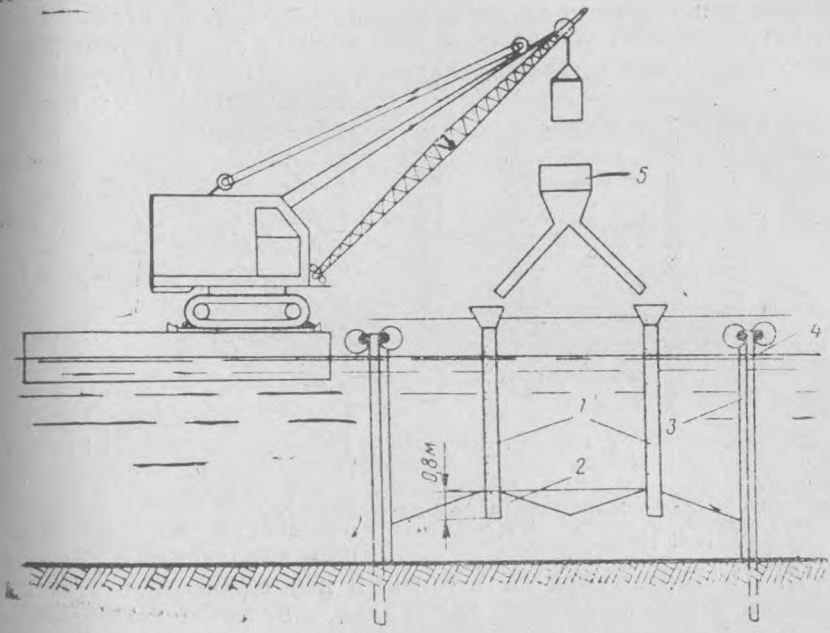


Рис. 70. Размещение оборудования:

а — на бетонируемых объектах; б — на плавсредствах; в — комбинированное; г — общий вид: 1 — шахта в верхнем строении; 2 — трубы; 3 — промежуточный бункер; 4 — подмости; 5 —подводный бетон; 6 — сохранившаяся часть сооружения; 7 — ковш подъемника; 8 — бетономешалка; 9 — понтон; 10 — подводное основание; 11 — лебедка; 12 — лебедка подъемника; 13 — загрузочный ковш бетономешалки; 14 — железобетонная опалубка; 15 — бункер

При бетонировании с помощью одной трубы блоки больших размеров разбиваются в плане на составляющие блоки малой площади с обязательным ограждением каждого блока. Наибольший размер блока не должен превышать величину, равную 2 *r*. Блоки большой площади можно бетонировать при помощи группы труб с обязательным перекрытием всей площади круговыми зонами действия труб (рис. 71).

Бетонирование методом ВР (рис. 72) допускается применять в двух разновидностях: безнапорное бетонирование, при котором заливочные трубы устанавливаются в ограждающих шахтах, позволяющих производить свободный подъем и опускание труб; напорное бетонирование, при котором трубы устанавливаются без шахт, непосредственно в каменное или щебеночное заполнение блока.



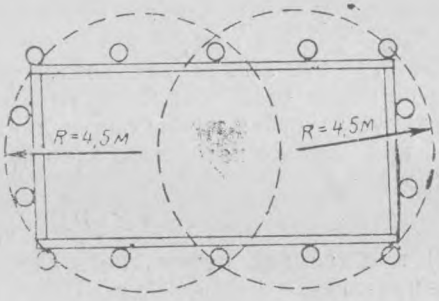


Рис. 71. Бетонирование блоков большой площади:
1 — бетонолитные трубы; 2 — уложенная бетонная смесь; 3 — опалубка; 4 — сваи; 5 — раздаточный бункер

Метод ВР применяется: при заливке крупного каменного заполнителя на глубинах до 20 *м*, при заливке щебня — до 50 *м*.

При бетонировании методом ВР заливка крупного каменного заполнителя цементно-песчаным раствором применяется, если требования к подводной кладке не выше требований, предъявляемых к бутобетону (или бутовой кладке), а заливка щебеночного заполнителя цементным тестом или тестом с мелкопомольными добавками

применяется при высоких требованиях к прочности и однородности кладки в ответственных конструкциях (густоармированные и малогабаритные блоки, водонепроницаемые подушки и оболочки, стыки омоноличивания и т. п.). Подмости и подъемные устройства для установки и подвески питающих труб с воронками при безнапорном бетонировании применяются такие же, как и для метода ВПТ. Шахты для установки труб при безнапорном бетонировании, а также для контроля за растеканием раствора при обоих способах бетонирования устанавливаются в блоке до его заполнения камнем или щебнем. Первоначальное заполнение раствором труб диаметром 100 *мм* при глубине бетонирования 5 *м*, а также диаметром 75 *мм* при глубинах более 10 *м* производится с применением скользящих пробок. В остальных случаях — без пробок, с предварительной заливкой труб цементным тестом.

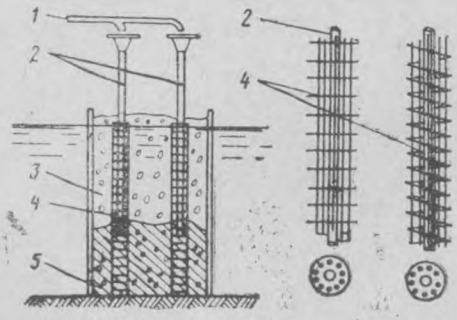


Рис. 72. Бетонирование методом восходящего раствора:

1 — труба от растворонасосов; 2 — бетоноводитные трубы; 3 — заполнитель; 4 — ограждающие шахты; 5 — участок, заполненный раствором

Для бетонирования методом ВР применяется раствор (тесто) состава 1 : 1—1 : 2. Подвижность раствора должна обеспечивать свободное растекание его в каменном заполнении с уклонами $^1/_5$—$^1/_7$. Раствор должен быть связным и удерживать все составляющие в пределах радиуса растекания, в пустотах каменного заполнения. Водоотделение раствора находится в пределах 1,5—3%.

В засыпку употребляется чистый заполнитель с объемом пустот 40—45%—рваный камень крупностью 150—400 *мм* и щебень крупностью 40—100 *мм*. Марка камня (щебня) по прочности должна быть не менее двойной прочности кладки.

Радиус действия трубы определяется формулами:

а) при заливке каменного заполнения методом безнапорного бетонирования

$$r \leqslant nRI \leqslant 3, \tag{68}$$

б) при заливке щебеночного заполнения методом безнапорного бетонирования

$$r \leqslant nRI \leqslant 2, \tag{69}$$

в) при заливке каменного заполнения методом напорного бетонирования

$$r \leqslant 1{,}5D\ (H_в + 2h) \leqslant 3, \tag{70}$$

г) при заливке щебеночного заполнения методом напорного бетонирования

$$r \leqslant 1{,}5D\ (H_в + 2h) \leqslant 2, \tag{71}$$

где r — радиус действия трубы, *м*;
I — интенсивность бетонирования (не менее 0,2 $м^3/м^2 \cdot ч$);
R — разлив раствора (теста), принимаемый в предварительных расчетах равным 5;
D — средняя крупность заполнителя, *м*;
$H_в$ — высота столба воды над уровнем раствора, *м*;
h — превышение столба раствора над уровнем воды, *м* (или приведенное к высоте столба раствора давление в растворонасосе);
n — коэффициент крупности заполнителя, принимаемый равным 0,7 для щебня и 1,0 — для камня.

Необходимое превышение столба раствора в трубах над водой в любой момент бетонирования определяется для напорного бетонирования формулой

$$h = \frac{r - 1{,}5DH_в}{3D} > 5. \qquad (72)$$

При бетонировании на глубинах более 2,5 *м* превышение столба раствора не нормируется.

Перед началом бетонирования питающие трубы приподнимают над уровнем днища блока на 10—12 *см*. Заглубление труб в свежеуложенный раствор в течение всего процесса бетонирования осуществляется на величину не менее 0,8 *м*.

К инъекционному методу относится также технологический способ заливки цементного раствора за опалубку с помощью растворонасоса; он применяется при ремонте бетонных поверхностей элементов сооружений. При укладке бетона путем заливки цементного раствора в качестве опалубки применяются инвентарные деревянные или металлические щиты с отверстиями (для пропуска анкерных болтов) и штуцерами (для присоединения шланга от растворонасоса). Цементный раствор нагнетается за опалубку через штуцеры, расположенные в нижней части опалубки с помощью растворонасоса производительностью 1—3 $м^3/ч$.

Состав раствора и его подвижность подбираются в зависимости от размеров полости заделки и месторасположения ее на сооружении. При работе растворонасоса уровень цементного раствора в загрузочном бункере должен быть как можно выше.

Вся система (растворонасос, растворопровод, штуцер) до и после работы должна быть тщательно очищена и промыта. Если перерыв в работе не более 1 *ч*, то раствор из шланга не выпускают, но через каждые 20—30 *мин* его необходимо прокачивать в течение 15—20 *сек*.

Для укладки бетона методом втрамбовывания (см. рис. 73) нужно выполнить следующие требования: наименьший размер блоков должен быть больше толщины слоя бетонирования; подвижность бетонной смеси 5—7 *см* по осадке конуса; втрамбовываться вновь поступающие порции бетонной смеси должны на расстоянии не менее 30—40 *см* от уреза воды, чтобы не допустить сплыва смеси поверх откоса в воду; втрамбовывание смеси должно

производиться равномерно и последовательно с такой интенсивностью, чтобы не нарушался процесс твердения уложенного бетона; втрамбовывание должно совмещаться с уплотнением смеси внутренними вибраторами, ограничивая приближение вибратора к наружному откосу расстоянием, при котором не происходит взмучивание цементного теста; надводная поверхность свежей бетонной кладки должна быть защищена от размыва водой и механических повреждений досками, матами, рубероидом.

Метод втрамбовывания применяется для бетонирования на глубинах до 1,5 *м*.

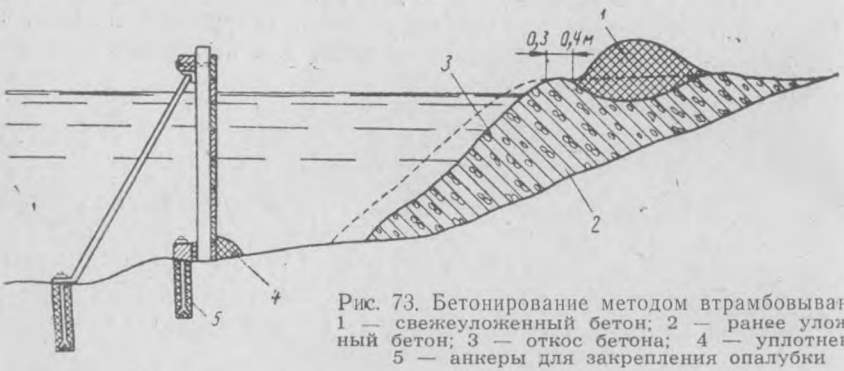


Рис. 73. Бетонирование методом втрамбовывания: 1 — свежеуложенный бетон; 2 — ранее уложенный бетон; 3 — откос бетона; 4 — уплотнение; 5 — анкеры для закрепления опалубки

Бетонирование методом втрамбовывания должно производиться без перерывов, с расчетом окончания укладки каждой новой порции бетона в ранее уложенный, до начала схватывания предыдущей порции. При вынужденном перерыве более 1 *ч* возобновлять бетонирование разрешается только после приобретения ранее уложенным бетоном не менее 50% проектной прочности и соответствующей обработки сопрягающейся поверхности (плоскости) ранее уложенного бетона.

Способ укладки под воду бетона в мешках используется наиболее часто при ремонтных работах. Для заполнения мешков применяется бетонная смесь с осадкой конуса 2—5 *см* при наибольшей крупности заполнителя 40 *мм*. Мешки малого объема заполняют раствором или бетонной смесью с заполнителем крупностью не более 10 *мм*. Мешки загружают бетонной смесью на $^2/_3$ их объема для обеспечения максимальной плотности кладки. Заполнение мешков производится немедленно после приготовления бетонной смеси. Затем мешки прочно завязывают или зашивают. Применение сухой смеси для заполнения мешков, а также выгрузка бетона из мешков в воду запрещаются.

При укладке мешков водолаз тщательно распределяет по поверхности кладки содержимое мешка для сглаживания имеющихся неровностей.

Мешки с бетоном укладываются с перевязкой междурядных швов. Кладку мешков с бетоном рекомендуется армировать прутьями периодического профиля и прошивать металлическими шты-

рями диаметром 10—20 *мм*, длиной 30—40 *см* с таким расчетом, чтобы на каждый мешок приходилось не менее одного штыря.

При укладке бетона с помощью кюбелей особое внимание уделяется процессу выпуска бетонной смеси из них. При нарушении технологии, когда бетонная смесь выгружается из кюбеля путем его опрокидывания или высоко над блоком, значительно снижается качество кладки.

Продолжительность транспортировки данной порции бетонной смеси от момента выгрузки из смесителя до укладки в блок подводного бетонирования любым способом не должна превышать для бетонной смеси 30 *мин*, для раствора — 20 *мин*. При транспортировке бетонной смеси или раствора должна быть обеспечена плотность тары (бадей, шлангов, трубопроводов и т. п.).

До начала укладки бетона проводят подготовку основания блока, установку и уплотнение (заделку щелей и стыков) опалубки, установку арматуры и закладных частей.

В процессе производства подводного бетонирования необходимо систематически контролировать качество кладки и вести исполнительную документацию.

Водолазы должны контролировать правильность установки труб (методы ВПТ и ВР), следить за отсыпкой камня или щебня (метод ВР) и укладкой бетона (методы ВПТ, ВР с помощью кюбелей), проверять состояние бетонируемого блока (при необходимости принимать срочные меры против утечки бетона, раствора или теста), положение арматуры и закладных частей.

Технический персонал осуществляет контроль за соответствием качества бетонной смеси подобранному составу, временем и правильностью транспортировки бетонной смеси, сохранением заданного режима бетонирования и соблюдением всех требований ТУ и СНиП.

Для лабораторного контроля качества бетона отбираются образцы для испытания. Результаты испытания контрольных кубиков служат одним из основных показателей качества уложенного подводного бетона.

Исполнительная документация должна содержать акты на скрытые работы: по приемке котлована, с приложением схемы промеров глубин и поперечников; по подготовке основания и опалубки к бетонированию; акт освидетельствования готовности оборудования к работе; журнал подводного бетонирования (в котором должны быть зафиксированы: даты и время начала и окончания укладки бетона, результаты всех замеров и наблюдений, температура воды и воздуха, состояние моря и другие фактические данные); акты испытания 12 контрольных кубиков, 9 из которых набирали прочность в морской воде (в аналогичных с бетоном блока условиях), а 3 — твердели на воздухе; исполнительную схему блока (или блоков) бетонирования, с указанием допущенных отклонений от проекта в размерах и отметках; акт водолазного обследования блока (или блоков), в котором должны быть зафиксированы размеры и местоположение обнаруженных дефектов.

Глава VIII. УСТРОЙСТВО ОСНОВАНИЙ ПОД МОРСКИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 36. Замена грунтов в основаниях сооружений

Необходимость в замене грунтов возникает, если в основании залегают слабые водонасыщенные сильносжимаемые илы, текучепластичные и текучие суглинки и глины. В зависимости от конструкции сооружения и отметки залегания плотных подстилающих пород решается вопрос об объеме замены слабого грунта. Во всех случаях замена слабого грунта на песчаный, песчано-гравелистый, гравелистый и другие плотные несвязные грунты производится до глубины, обеспечивающей устойчивость построенного сооружения на сдвиг и опрокидывание.

Слабый грунт извлекается до намеченной проектом отметки средствами дноуглубительного флота или плавучими кранами с грейферными ковшами и транспортируется на свалку. Качественные грунты, предназначенные для замены, доставляются к месту укладки в основание на шаландах с раскрывающимся днищем, в трюмах самоходных рефулеров и другими плавсредствами, а также при возможности, на средствах автомобильного или железнодорожного транспорта. Для добычи качественных грунтов со дна акватории на прилегающих к объекту участках используются землесосы, затем грунты транспортируют к месту замены по пульпопроводам.

Качественный грунт укладывают в образованный после извлечения слабых грунтов котлован различными способами: намывом под воду при помощи землесоса или шаландоразгружателя; отсыпкой с шаланд, с барж или понтонов при помощи плавучего крана или бульдозера, сталкивающего грунт с палубы баржи или понтона. Если слабые грунты удалены не на всю толщу, а только частично, заменяющие грунты укладываются последовательными слоями толщиной не более 50 *см*.

Описанный способ замены слабых грунтов используется редко в связи с высокой стоимостью работ. Он оправдывает себя в случаях, когда качественные заменяющие грунты можно попутно добывать на смежных участках акватории при дноуглублении или на прилегающей территории при производстве земляных работ.

В некоторых случаях замена слабого грунта может быть выполнена способами пригрузки или устройства «плавающего основания».

Способ пригрузки заключается в том, что под действием веса отсыпаемого плотного грунта слабый грунт выдавливается из-под насыпи и постепенно замещается плотным, оседающим до момента полной стабилизации, которая достигается огрузкой массивами или дополнительным слоем грунта.

Способ устройства «плавающего основания» (или «плавающей песчаной подушки») отличается от способа пригрузки тем, что чистый песчаный грунт определенного гранулометрического состава

отсыпается на поверхность слабого грунта слоями толщиной не более 50 *см*. Отсыпка производится из шаланд, движущихся над местом укладки грунта с небольшой скоростью и с неполностью открытыми лядами. Такая рассредоточенная отсыпка песка «шлейфом» обеспечивает постепенность просадки песка в слабый грунт. Для равномерной укладки песка в плавающее основание применяется также метод рефулирования песка под воду лентами из торца пульпопровода (периодически наращиваемого и передвигаемого). «Плавающее основание» устраивается, как правило, на большой площади, что обеспечивает равномерность его осадки под нагрузкой.

Все отсыпи из качественного грунта должны быть выдержаны до начала возведения на них сооружений, обычно, не меньше одного штормового сезона. Эта мера способствует самоуплотнению отсыпей. Срок выдерживания отсыпей определяется в проектах организации строительства.

§ 37. Повышение несущей способности грунтов

Строительство и эксплуатация сооружений на сильно сжимаемых водонасыщенных грунтах является исключительно сложной и трудной задачей. При этом следует учитывать, что в связи с очень низкой проницаемостью слабых глинистых грунтов, имеющих малый коэффициент фильтрации от 10^{-4} до 10^{-9} *см/сек* — процесс стабилизации осадки сооружений, построенных на них, продолжается длительное время, иногда в течение нескольких лет.

Для повышения несущей способности слабых глинистых грунтов в основаниях морских сооружений применяются методы дренирования и электроуплотнения (метод электроосмоса).

Метод дренирования заключается в том, что в толще водонасыщенных грунтов основания устраивают вертикальные дренажные скважины, заполненные чистым крупнозернистым песком, а сверху дреногоризонтальную песчаную подушку (горизонтальный дренаж). Это позволяет значительно сократить пути фильтрации отжимаемой из грунта воды. В этом случае вода, находящаяся под напором от веса сооружения или горизонтальной песчаной подушки, отжимается в горизонтальном направлении в вертикальную дрену (скважину) и по ней, не встречая существенного сопротивления, поднимается вверх, где поглощается песчаной подушкой. Одновременно происходит движение отжимаемой воды из междренного пространства (в результате компрессии) вертикально вверх, в песчаную подушку. Использование метода дренирования позволяет значительно сократить сроки уплотнения (консолидации) сильно сжимаемых водонасыщенных грунтов.

Вертикальные песчаные дрены устраиваются при помощи вибропогружателя, подвешенного к копру, крану или вибровдавливающему агрегату. В грунт погружается металлическая труба диаметром 450 *мм* с многолепестковым башмаком специальной конструкции, закрывающимся при погружении трубы и раскрывающимся

при ее подъеме. После погружения обсадной трубы до проектной отметки в нее через боковой бункер, расположенный ниже закрепленного на трубе вибропогружателя, засыпается песок. По мере засыпки песка труба постепенно поднимается. После извлечения трубы в грунте остается вертикальная песчаная свая-дрена.

Шаг дрен определяется расчетным путем и назначается проектом. При этом учитывается радиус действия одной дрены и необходимость перекрывания зон смежными дренами.

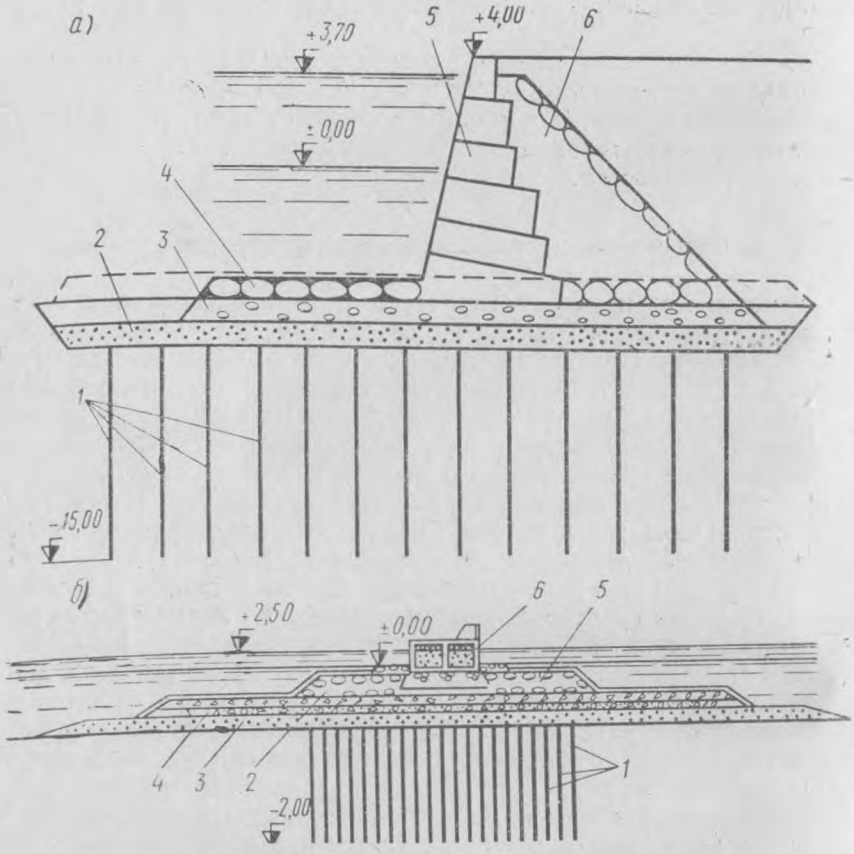


Рис. 74. Устройство песчаных дрен:

а — поперечный разрез по причальной стенке в Нагасаки: 1 — вертикальные песчаные дрены; 2 — песчаная подушка; 3 — слой гравия; 4 — слой камня; 5 — причальная стенка; 6 — каменная разгрузочная призма; б — поперечный разрез по волнолому в порту Нагоя: 1 — вертикальные песчаные дрены; 2 — слой гравия; 3 — песчаная подушка; 4 — слой песка с гравием; 5 — каменная отсыпка; 6 — массивы-гиганты

Для устройства дрен в морских условиях используется плавучая установка, представляющая собой металлическую баржу с продольной прорезью, вдоль которой перемещаются четыре копра с вибропогружателями, производительность установки — до 250 дрен в сутки.

На рис. 74 показаны поперечные разрезы причала и оградительного сооружения, построенных на слабых глинистых грунтах основания, консолидированных песчаными дренами.

Сущность метода электроуплотнения слабых глинистых грунтов заключается в том, что при пропуске постоянного электрического тока от анодов к электродам катодного ряда, расположенным вокруг массива грунта, происходит снижение уровня напора в грунте, отток поровой воды и, вследствие этого, — уплотнение грунта. В качестве электродов используются стальные трубы или стержни.

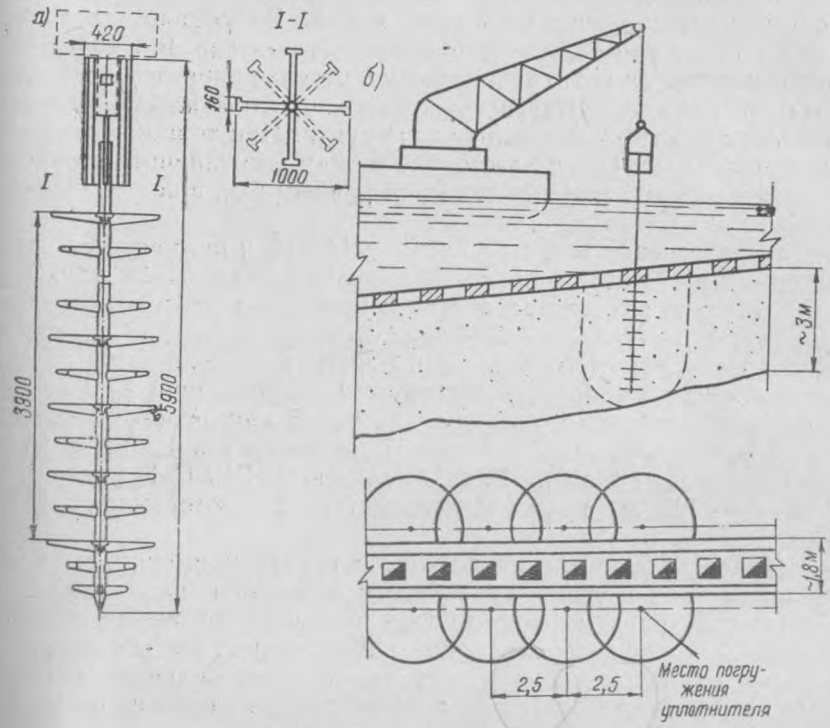


Рис. 75. Глубинное уплотнение грунтов:
а — схема вибрационной установки ВУУП-4; б — схема уплотнения песчаного основания слипа вдоль дорожки

Метод электроуплотнения не нашел пока широкого применения в морском гидротехническом строительстве, но натурные опыты и исследования дали положительные результаты.

Песчаные подводные основания, устраиваемые на большой глубине для возведения на них гравитационных сооружений, могут быть уплотнены методом глубинного виброуплотнения (рис. 75). Для обеспечения при виброуплотнении плотности и однородности песчаного основания необходимо применять такую технологию укладки песка под воду, при которой исключалась бы воз-

можность заметного фракционирования отсыпаемого или намываемого песчаного грунта (о технологии см. в § 36 при описании устройства «плавающего основания»).

Для виброуплотнения песков, т. е. повышения их несущей способности, применяются виброустановки ВНИИГСа, состоящие из высокочастотного вибропогружателя с подрессоренной пригрузкой (ВПП) и виброуплотнителя ВУУП-4 или ВУУП-5, ВУУП-6, ВУУП-15 *, в зависимости от требуемой глубины уплотнения песка. Виброустановка подвешивается к крюку плавкрана, надежно раскрепленного на якорях.

Уплотнение песчаного грунта основания производится полосами, вдоль оси перемещения плавучего крана. Виброуплотнитель опускают в грунт при включенном вибропогружателе. В течение всего цикла уплотнения грунта на заданной стоянке вибратор должен непрерывно работать. Шаг погружения виброуплотнителя выбирается в зависимости от толщины слоя грунта. При толщине песчаного основания 10 *м* и более расстояние между ближайшими стоянками (местами погружения) принимается равным 5 *м*, при толщине слоя менее 10 *м* — 4 *м*.

Для уплотнения песка на глубину 14—15 *м* применяется способ повторных погружений, продолжительность цикла до 22 *мин*.

Уплотнение грунта происходит в процессе погружения и извлечения виброуплотнителя. Продолжительность цикла уплотнения песка по операциям составляет 15 *мин:* погружение на глубину 6 *м* — 3 *мин*, вибрирование в погруженном состоянии — 3 *мин*, извлечение с повторными погружениями — 6 *мин*, переход к следующему месту погружения — 3 *мин*. При слое грунта 4 *м* цикл уплотнения занимает 13 *мин*. Радиус действия ВУУП-4 равен 1,5 *м*, ВУУП-6 — 1,6 *м*, производительность, соответственно, 155 и 240 $м^3/ч$.

Метод виброуплотнения песчаного грунта применяется также для повышения несущей способности основания наклонной части слипа после укладки на него балок подъемно-спусковых дорожек, естественных песчаных оснований набережных типа «больверк» из оболочек диаметром до 2 *м*, шпунта, оболочек большого диаметра после погружения их в грунт, а также грунта засыпки пазух причалов и в полости оболочек большого диаметра.

В результате виброуплотнения песчаного грунта достигается высокая плотность его и повышение угла внутреннего трения до 40—45°.

В процессе производства работ по виброуплотнению песка должен быть организован контроль за качеством уплотнения, который заключается в систематическом наблюдении за работой и отборе проб для испытания в грунтовой построечной лаборатории. На объекте должны вести журнал работ и журнал по отбору контрольных проб из шурфов, исполнительную документацию по результатам лабораторных испытаний и динамической пенетрации песка.

* Последняя цифра в названии виброуплотнителя означает глубину уплотнения песка.

§ 38. Устройство каменных постелей и отсыпей

Каменные постели служат для распределения на грунтовое основание нагрузки от веса возведенных на них сооружений гравитационного типа.

Непосредственно перед началом отсыпки камня в постель производится приемка котлована, образованного путем дноуглубления, или грунтового основания, если постель устраивается на естественных отметках дна акватории. Если между окончанием работ по устройству котлована и началом работ по отсыпке камня прошел значительный срок, то проводят повторные промеры глубин и отбор проб грунта с поверхности котлована. Обнаруженный на поверхности котлована наносный грунт (ил, песок) должен быть удален.

Для устройства каменных постелей и отсыпей в портовом гидротехническом строительстве применяются природные камни неправильной формы, получаемые из изверженных, метаморфических или осадочных горных пород. Минимальная марка камня по прочности при сжатии должна быть: для постелей, устраиваемых в районах с легкими гидрометеорологическими условиями, — не ниже 300, с тяжелыми — не ниже 800; для откосов и для разгружающих и противофильтрационных отсыпей, соответственно, — 150 и 500. По морозостойкости камни нормируются следующим образом: для зоны переменного горизонта в районах с легкими гидрометеорологическими условиями — не ниже 50, в районах с тяжелыми условиями — 300; для надводных частей отсыпей, соответственно, 25 и 200; камни в подводных частях отсыпей по морозостойкости не нормируются.

В постелях и отсыпях применяется, как правило, рваный камень весом от 15 до 100 *кг*, обеспечивающий заданную пустотность в деле (40—45%).

Перед отсыпкой камня проводят подготовительные работы: геодезическую разбивку основных линий постели или отсыпи; раскладку якорей для швартовки и перемещения плавсредств в процессе производства работ; заготовку необходимого объема камня для начала отсыпки; подготовку устройств для погрузки камня на плавсредства.

В зависимости от глубины воды, габаритов и объема каменной отсыпи, а также других условий отсыпка камня под воду может производиться: шаландами с открывающимися днищами; саморазгружающимися баржами; саморазгружающимися контейнерами (ковшами, поддонами) при помощи крана (берегового или плавучего, в зависимости от расположения отсыпи и условий производства работ) при доставке контейнеров на транспортных средствах (баржах, понтонах, шаландах с глухим днищем, автомобилях и др.); при помощи крана с многочелюстным грейфером при доставке камня насыпью в транспортных средствах; сталкиванием камня бульдозером с палубы баржи или понтона по наклонному настилу; автосамосвалами непосредственно с берега, плавучего пирса или со льда.

В настоящее время создается специальное судно катамаранного типа для производства отсыпки камня.

При отсыпке камня необходимо систематически вести контрольные промеры, учет расхода камня и проверку осадок камня в грунт.

Камень следует отсыпать равномерными слоями с допустимым отклонением от проектных отметок верха постели (отсыпи) в пределах ±30 *см*. Большие пересыпы (равно, как и недосыпы) камня приводят к большим затратам водолазного труда и других ресурсов, увеличивают продолжительность устройства постели (отсыпи) и, как следствие, удорожают работы.

Строительный профиль постели отличается от проектного, так как постель отсыпается с запасом на осадку камня в грунт, уплотнение постели и создание проектного уклона.

В зависимости от характеристики грунтов основания, размеров и веса камней и высоты отсыпей, осадки последних в период строительства и под эксплуатационными нагрузками могут достичь значительных величин, равных 5—10% (а иногда и более) высоты отсыпи. Если осадки каменной постели не стабилизировались, то сооружение может получить недопустимые деформации в процессе эксплуатации и даже на стадии строительства, особенно в штормовой период. Поэтому каменная постель высотой более 0,5 *м* обязательно должна быть уплотнена, чтобы обеспечить малые и равномерные осадки, безопасные для построенных сооружений.

Для уплотнения каменных постелей при строительстве сооружений из массивовой кладки наиболее часто применяется способ статической огрузки. В зависимости от типа сооружения, грунтовых условий, толщины каменной постели и расчетного напряжения грунта, определенного проектом, применяется эксцентричная и равномерная огрузка массивовой кладки.

Эксцентричная огрузка осуществляется путем временной установки поверх кладки дополнительных огрузочных массивов, создающих своим весом повышение давления на постель и грунт. Ее выполняют в тех случаях, когда предполагается, что стенка даст небольшую и равномерную осадку. Огрузочные массивы (обычно те же, что и для кладки стенки) устанавливаются последовательными рядами (курсами). Это позволяет постепенно увеличивать давление на каменную постель и грунт у более напряженной стороны профиля стенки до тех пор, пока не будет достигнуто давление, равное 70—80% наибольшего расчетного давления, предусмотренного проектом.

Каждый последующий курс огрузочных массивов укладывается на нижележащий только после затухания осадок постели. Наблюдение за огрузкой ведется с помощью нивелира. Ежесуточно в журнале огрузки постели фиксируются верхние отметки четырех углов каждого массива огрузочного курса; отсутствие изменений в отметках в течение 5—7 суток свидетельствует о затухании осадок. После окончания выдерживания верхнего (последнего) курса огрузочных массивов участок постели считается уплотненным,

и огрузочные массивы переставляют на следующий участок (секцию) стенки, а массивовую кладку приводят в проектное положение, для чего часть массивов (иногда 30—40%) снимают и перекладывают.

При равномерной огрузке каждого курса давление доводят до 50—60% наибольшего расчетного давления, а после окончания кладки производят огрузку стенки эксцентричным способом.

Способ статической огрузки, при всей его простоте, имеет ряд недостатков. Он требует больших затрат труда и денежных средств, значительного времени для достижения полной стабилизации осадок, а для проведения огрузки постелей под сооружения уголкового профиля, из оболочек большого диаметра или массивов-гигантов — специального изготовления большого количества огрузочных массивов. Кроме того, статическая огрузка не гарантирует отсутствие осадок от динамического волнового воздействия (ударов волн).

За рубежом для уплотнения каменных постелей применяется (наиболее часто в Японии) способ выдерживания постелей в течение длительного времени, охватывающего осенне-зимний штормовой период. Такой способ самоуплотнения постелей, с дополнительной пригрузкой массивами или без нее, требует многократного восстановления профиля постели, очистки постели от наносов и отложений ила, а также значительно удлиняет сроки строительства сооружений.

В последние годы в отечественной практике портостроения стали применяться новые эффективные способы уплотнения каменных постелей: подводными взрывами и при помощи виброуплотнителя специальной конструкции.

Первый способ разработан Ленинградским политехническим институтом и заключается в следующем. Под водой, над поверхностью каменной постели при помощи поплавков, расположенных в шахматном порядке, подвешиваются заряды ВВ (рис. 76). При одновременном взрыве группы зарядов создается гидродинамическая волна, часть энергии которой уплотняет каменную постель. Ударная волна действует во все стороны с одинаковой силой, нарушает неустойчивую структуру верхних слоев камня и смещает отдельные камни, тем самым способствуя уменьшению степени пустотности постели. Размещение зарядов в плане и по высоте, а также их вес определяются на основании расчетов. При этом необходимо учитывать толщину постели и слоя воды над ней, радиус разброса отдельных камней и рассчитать безопасное расстояние от места взрыва до существующих сооружений или стоящих на якорях судов. Для уточнения расчетных значений веса зарядов и их положения производится уплотнение одного из участков постели подводными взрывами с последующей статической огрузкой опытного участка. Если после огрузки осадки постели не возобновились, то, следовательно, расчет произведен правильно и можно продолжать уплотнение других участков без корректировки расчетных данных.

Способ уплотнения каменных постелей подводными взрывами значительно ускоряет и снижает стоимость уплотнения по сравне-

нию с описанными выше способами, однако имеет и недостатки, к которым относятся: ограниченная область применения, так как вблизи от существующих сооружений подводные взрывы не допускаются; затруднительность контроля степени уплотнения и др. Этот способ эффективен только при уплотнении каменных постелей большой толщины, отсыпанных на скальное основание или основание из плотных несвязных грунтов.

Наиболее прогрессивным способом уплотнения каменных постелей в настоящее время является способ виброуплотнения при

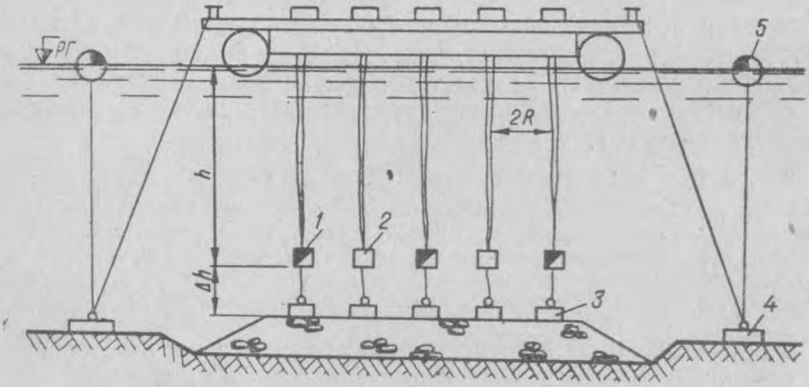


Рис. 76. Уплотнение каменной постели подводными взрывами: 1 и 2 — заряды ВВ; 3 — балластный груз; 4 — якорь; 5 — плавучий буек

помощи специального виброуплотняющего агрегата (рис. 77). Этот способ впервые был использован на объектах строительства сооружений гравитационного типа в тресте «Новороссийскморстрой». Сущность способа состоит в том, что на поверхность каменной постели посредством жесткого штампа (плиты) передаются вертикальные колебания, создаваемые вибропогружателем, в силу чего происходит потеря трения между камнями и перемещение их с заполнением пустот. Перед виброуплотнением поверхность постели выравнивается с допусками ±20 *см*. Затем над постелью устанавливается виброуплотняющий агрегат, который крепится к швартовным бочкам папильонажными тросами, и начинается процесс виброуплотнения.

Виброуплотняющий агрегат состоит из: понтона, металлической колонны; железобетонного башмака, жестко прикрепленного к колонне; вибропогружателя; гидравлического устройства для перевода виброуплотняющего устройства из рабочего положения в транспортное, и наоборот; папильонажных лебедок. Уплотнение производится залогами в 30—60 *сек*. Общее время работы виброуплотнителя на одном месте 2,5—5 *мин*, в зависимости от толщины уплотняемой постели. Периодические удары башмака создают

в месте контакта подошвы башмака с поверхностью постели напряжения, в 1,5—2 раза превышающие напряжения от эксплуатационных нагрузок.

Контроль за интенсивностью виброударного режима уплотнения ведется по показаниям приборов, а за величинами отказов виброуплотнителя — при помощи нивелира или специального прибора, предложенного инженером Л. С. Раснецовым. После достижения заданной величины отказа (как правило, не более 2 *см* за 30 *сек*) процесс виброуплотнения на данном месте прекращается.

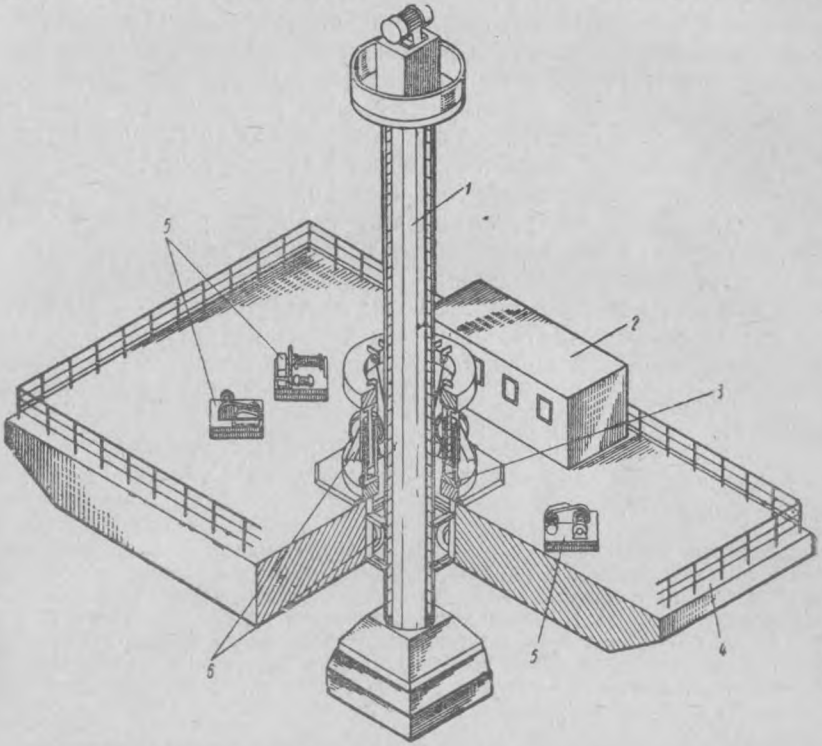


Рис. 77. Схема плавучего виброуплотняющего агрегата:
1 — вибросистема с виброударостойким двигателем; 2 — рубка управления; 3 — гидродомкраты; 4 — понтон; 5 — лебедки для перемещения понтона; 6 — направляющие устройства вибросистемы

При помощи гидросистемы виброуплотнитель приподнимается на необходимую величину, и агрегат перемещается на новую позицию, которая назначается так, чтобы башмак виброуплотнителя перекрывал на 20 *см* ранее уплотненный участок постели. Перемещение виброуплотняющего агрегата над постелью в продольном и поперечном направлениях осуществляется папильонированием с помощью лебедок и тросов. Величина уплотнения каменной постели этим способом в среднем составляет 10% от высоты постели.

Ровнение поверхностей каменных постелей (или отсыпей) в зависимости от степени ровнения может быть выполнено водолазами или при помощи механического планировщика.

Перед началом работ по ровнению одна из границ (обычно плановое положение верхней бровки постели с морской стороны — для причалов и со стороны открытого рейда — для оградительных сооружений) закрепляется на постели тонким тросом или проволокой, натягиваемыми между штырями, забитыми в отсыпь на расстоянии 10—15 *м* друг от друга, либо между сегментными якорями или маяками (бетонными плитами размерами 30×30×15 *см*), установленными на точках разбивочной линии, перенесенных с поверхности воды на постель лотом. Для ровнения поверхности постели под отдельные опоры и головы оградительных молов, волноломов и шпор на постели закрепляется одна из границ ровнения по всему периметру опоры или головы. Для этой цели иногда применяются специальные рамы-шаблоны, служащие фиксаторами точных границ и отметок ровнения поверхности постели.

В зависимости от требуемой тщательности ровнения поверхностей, связанной с конструктивными особенностями сооружений, различают три степени ровнения: 1) грубое, с допускаемым отклонением отметок поверхности ±20 *см;* 2) тщательное — с допуском ±8 *см*; 3) весьма тщательное — с допуском ±3 *см*. Каждая из следующих степеней ровнения (с меньшим допуском) включает в себя все предшествующие, например в весьма тщательное ровнение входят грубое и тщательное.

Степень ровнения поверхностей каменных отсыпей устанавливается проектами сооружений в соответствии с требованиями, приведенными в ТУ.

Например, поверхность постели под установку массивов (массивов-гигантов, ряжей, оболочек большого диаметра, фундаментных плит набережных уголкового профиля и т. п.) в пределах площади основания сооружения, с запасом в каждую сторону не менее 1 *м*, выравнивается весьма тщательно; поверхность берм этой постели от границ весьма тщательного ровнения до бровок откосов выравнивается тщательно; открытые поверхности откосов (непокрываемые защитными массивами или плитами) — грубо; степень ровнения под наброску из массивов, тетраподов и других фигурных блоков — грубая.

Тщательное и весьма тщательное ровнение поверхностей каменных постелей и берм, а также тщательное ровнение поверхностей откосов, покрываемых массивами или плитами, выполняют водолазы по шаблонам (рис. 78). В качестве шаблонов применяются прямые металлические рейки (узкоколейные рельсы или профильный металл). Парные направляющие рейки укладываются на расстоянии 5—6 *м* друг от друга с таким расчетом, чтобы отметки верхних плоскостей реек соответствовали проектной отметке поверхности отсыпи. При этом одна из реек в начале ровнения укладывается по бровке рядом с натянутой проволокой, фиксирующей положение бровки, или на границе ровнения.

Перед укладкой реек производят грубое ровнение поверхности отсыпи по футштоку. Для укладки рейки в местах пересыпа водолаз выбирает в каменной отсыпи канавку, а в местах недосыпа —

подсыпает камень. Выполнять тщательное ровнение можно после того, как рейка всей нижней плоскостью легла на поверхность камня и при помощи футштока с погашенной плавучестью (оканчивающегося металлическим поддоном-фланцем площадью 30—40 $см^2$) проверены отметки ее верхней плоскости.

При подготовке к выполнению весьма тщательного ровнения продольные направляющие рейки устанавливаются на маяки (бетонные плиты), имеющие скобы для крепления линя и разбивочной проволоки, с проверкой высотных отметок реек нивелиром.

Тщательное и весьма тщательное ровнение поверхности выполняют водолазы под уровень, передвигаемый по направляющим рейкам контрольной поперечной рейки. Правильность переноса реек с одной позиции на другую контролируется с поверхности воды футштоком, позволяющим определять высотные отметки и створность со знаками надводной разбивки, а под водой — при помощи контрольной рейки и уровня.

При производстве весьма тщательного ровнения поверхностей постелей под отдельные опоры и головы оградительных сооружений специальные металлические рамы-шаблоны укладываются на постели с особой точностью.

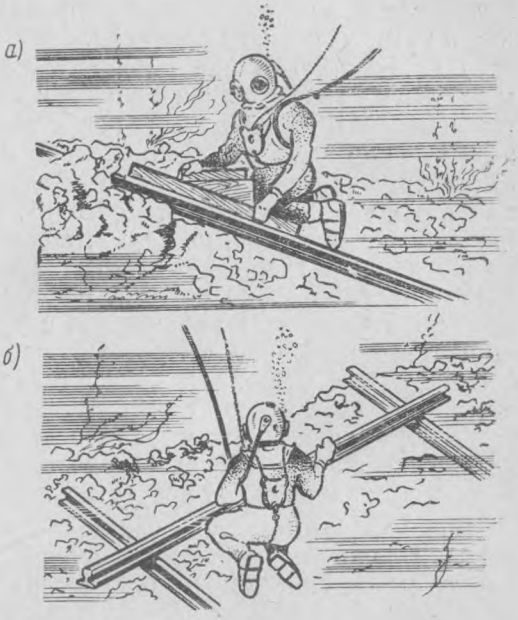


Рис. 78. Тщательное ровнение поверхности откоса:

а — установка направляющей рейки на откосе по косому уровню; б — ровнение поверхности откоса

При производстве тщательного и весьма тщательного ровнения применение мелкого камня (окола или щебня) допускается только для заполнения отдельных неровностей. Выравнивание поверхности сплошным слоем мелкого камня по всей площади постели для исправления недоброкачественного ровнения не допускается.

Грубое ровнение горизонтальных поверхностей отсыпей выполняют водолазы без каких-либо приспособлений, но систематически контролируют отметки футштоком. Водолаз снимает камень с пересыпов и заполняет им впадины (недосыпы). В местах с большим пересыпом камня, когда лишний камень нельзя разместить на близком расстоянии, водолаз откидывает его на другой участок ровнения или за бровку отсыпи.

При строительстве эстакад ровнению подлежат поверхности контрфильтров, подпричальных откосов и берм под установку массивов (коробов, блоков) тылового ограждения. Все поверхности, за исключением поверхности бермы, должны иметь грубое ровнение. При его выполнении водолазы пользуются треугольными шаблонами, не имеющими плавучести, с закрепленным на горизонтальном катете шаблона уровнем. Грубое ровнение поверхности каменных откосов большой длины (от бровки до подножья откоса) выполняется с использованием направляющих и контрольной реек, как и при тщательном ровнении.

Для облегчения работы водолазов в последние годы созданы механические планировщики для ровнения каменных, щебеночных и песчаных отсыпей в подводных условиях. Наиболее эффективной является специальная плавучая установка СПУ-1 «Рижанин» (созданная трестом «Балтморгидрострой» по изобретению канд. техн. наук Н. В. Красова), предназначенная для выравнивания поверхностей песчаных, щебеночных и каменных отсыпей.

По данным треста «Балтморгидрострой», при использовании СПУ-1 на работах по ровнению поверхностей каменных постелей производительность по сравнению с ручной работой водолазов повышается в 8—12 раз, а стоимость работ сокращается в 2—3 раза. Однако СПУ-1 может быть эффективно использована только в районах сосредоточенного строительства, при наличии большого фронта работ, так как при простое установки эксплуатационные расходы по ее содержанию, а следовательно, и себестоимость строительно-монтажных работ будут возрастать.

Специальная плавучая установка «Рижанин» (рис. 79) состоит из двух основных частей: надводной и подводной, соединенных между собой. При помощи блока управления и механизмов, расположенных в надводной части установки, выполняются все необходимые операции по ровнению поверхности постели и перемещению установки. В начале работ СПУ устанавливается над весьма тщательно выровненном водолазами исходном участке постели и раскрепляется на четырех папильонажных тросах в заданном положении, что контролируется геодезическими инструментами. Затем подводная часть СПУ опускается на выровненную площадку длиной 8—10 *м*. Правильность установки подводной части контролируется при помощи футштоков, входящих в комплект СПУ, и нивелира по двум положениям ножа-ровнителя — исходному и крайнепереднему. По полученным отметкам четырех точек можно судить о правильности положения стрелы ровнителя в продольном и поперечном направлениях. Недопустимый перекос должен быть устранен.

После установки подводной части СПУ в исходное положение нож ровнителя прогоняется несколько раз на всю возможную длину вхолостую, а затем опускается на постель вблизи от ее поперечной бровки. Процессу ровнения предшествует последовательная досыпка камня в верхний слой постели. Краном с многочелюстным грейфером через бункер камень отсыпается непосредственно под нож.

Во время отсыпки камня нож периодически прогоняется по поверхности постели, выравнивая ее с заданной точностью. Степень ровнения контролируют при помощи футштока.

Наличие на СПУ устройства для поворота стрелы позволяет ровнять большие площади (в радиусе действия установки) с одной позиции.

В зависимости от требуемой степени ровнения, СПУ работает по двум технологическим схемам. Для выполнения тщательного и весьма тщательного ровнения используется ступенчатый способ, при котором нож-ровнитель совершает возвратно-поступательное перемещение с соотношением длин 2 : 1 (т. е., приблизительно,

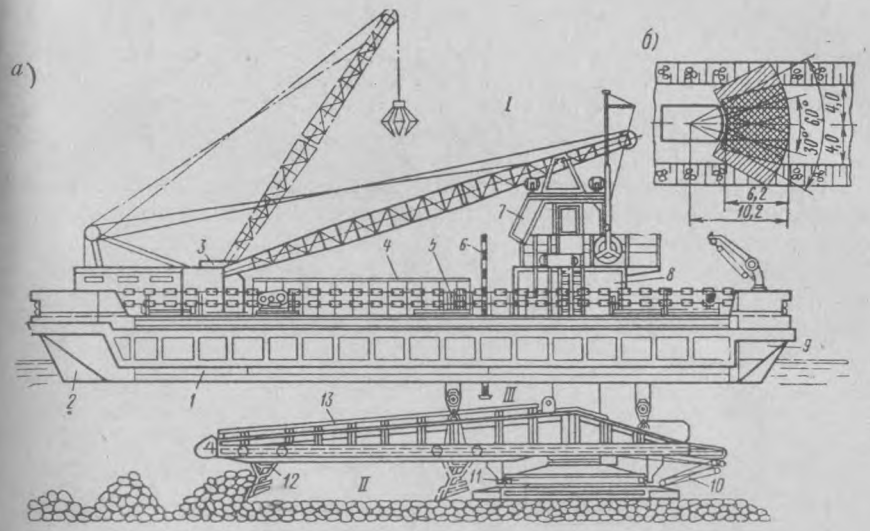


Рис. 79. Специальная плавучая установка «Рижанин»:
а — I — надводная часть; II — подводная часть; III—тросо-блочная система: 1 — понтоны типа КСУ, 2 — носовой понтон; 3 — крановая установка; 4 — приемный бункер; 5 — механизм подъема и опускания; 6 — механический футшток; 7 — пульт управления; 8 — лебедочная; 9 — кормовой понтон; 10 — опорная плита; 11 и 12 — нож ровнитель; 13 — рама; б — схема работы планировщика секторами

0,5 *м* — назад и 1 *м* — вперед). Грубое ровнение выполняется сплошным протягиванием ножа в одном направлении.

Перед началом производства ровнения поверхности постели разрабатывается технологическая карта, в которой указываются углы поворота рабочего органа установки, захватки и срок выполнения всего объема работ.

Краткая характеристика СПУ «Рижанин» приведена в табл. 16.

СПУ может эксплуатироваться при волнении до двух баллов.

Обслуживает СПУ команда из трех человек (машинист-оператор, крановщик и матрос-электрик) и водолазная станция, выполняющая контрольные функции и участвующая в подготовке фронта работ.

Таблица 16

Наименование показателя	Значение показателя
Паспортная производительность, $м^2$ в смену	150—250
Точность ровнения, *мм*	до ±30
Ширина ножа-ровнителя, *м*	3,0
Максимальный ход ножа-ровнителя, *м*	6,2
Максимальный угол поворота, *град*	±50
Рабочая скорость передвижения ножа, *м/мин*	5,6
Установочная мощность электродвигателей, *квт*	130
Вес подводной части, *т*	до 50
Продолжительность самоперестановки с одной позиции на другую, *мин*	15—20
Габаритные размеры, *мм*:	
высота	6 446
ширина	10 200
длина	19 080

При проверке качества постели определяется соответствие ее профиля, планового и высотного положений, степени ровнения проекту и требованиям ТУ.

На рис. 80 показана комплексная механизация устройства каменной постели поточным методом.

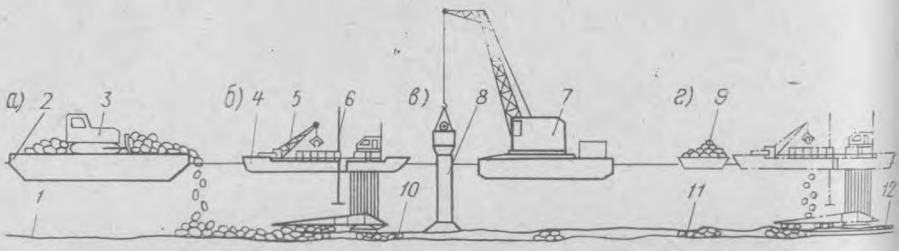


Рис. 80. Технологическая схема устройства каменной постели при комплексной механизации всего производственного процесса:

а — первоначальная отсыпка камня с барж-площадок бульдозером; б — грубое ровнение поверхности перед уплотнением; в — уплотнение каменной постели виброуплотняющим агрегатом; г — весьма тщательное ровнение после уплотнения; 1 — прорезь в грунте; 2 — баржа-площадка; 3 — бульдозер; 4 — подводный планировщик (СПУ-1); 5 — крановая установка, оборудованная грейфером; 6 — механический футшток; 7 — плавкран; 8 — виброуплотняющий агрегат; 9 — плашкоут, груженный камнем; 10 — грубо выровненная поверхность перед уплотнением; 11 — уплотненная поверхность постели; 12 — весьма тщательное ровнение каменной постели после уплотнения с подсыпкой камня

Приемка выровненной каменной постели производится непосредственно перед укладкой на нее массивов, плит и т. д. Выровненный участок промеряется футштоком и с помощью нивелира по сетке 2×2 *м* и выборочным путем осматривается под водой техническим персоналом, обученным водолазному делу, либо контрольной

водолазной станцией. Промеры должны производиться при отсутствии волнения.

Работы по устройству каменных постелей разрешается производить после приемки по акту на скрытые работы котлована или грунтового основания и приемки по акту (со схемой) геодезической разбивки постели, а также после выполнения всех подготовительных операций. В процессе производства работ по устройству, огрузке, уплотнению и ровнению поверхности постели составляются исполнительные схемы, акты промежуточных приемок отсыпанных и уплотненных участков постели перед ровнением их поверхности и другая техническая исполнительная документация.

§ 39. Устройство специальных оснований

При большой глубине в портовом гидротехническом строительстве используются опускные колодцы и кессоны. Эти фундаменты применяются, если прочное основание, воспринимающее большие нагрузки от сооружения, залегает на большой глубине.

Опускные колодцы и кессоны достаточно часто используются при строительстве насосных станций и водозаборных сооружений с заглубленными помещениями.

Применение опускных колодцев во многих случаях оправдывается также при заложении основания фундамента (опоры) на 12—15 *м* ниже поверхности земли на суше или на 5—7 *м* ниже отметки дна на акватории. Выбор опускных колодцев как способа производства работ должен осуществляться на основе сравнения вариантов и технико-экономических расчетов. При сравнении опускных колодцев с кессонами, как правило, следует отдавать предпочтение первым, так как они экономичней, условия производства работ не представляют опасности для здоровья рабочих и срок строительства более короткий.

Кессоны применяются в исключительных случаях, когда по геологическим и гидрогеологическим условиям строительство опускных колодцев крайне затруднено и когда глубокий фундамент или заглубленное помещение необходимо построить в непосредственной близости от существующих сооружений.

Опускной колодец представляет собой полую, открытую снизу и сверху оболочку. Колодцы могут иметь в плане различную конфигурацию: круглую, прямоугольную, эллиптическую и др. Наибольшее распространение получили колодцы круглой формы. Они меньше подвержены кренам и перекосам при погружении в грунт, более экономичны, так как напряжения в стенках колодца распределяются равномерно по всему сечению. Нижняя режущая кромка колодца заостренная и прочная для облегчения врезания его стенок и погружения в грунт.

Режущей частью опускного колодца является металлический нож.

Опускные колодцы изготавливаются из монолитного, сборного или сборно-монолитного железобетона (рис. 81) с одной или не-

сколькими камерами (шахтами). Они применяются в различных гидрогеологических условиях.

Опускной колодец погружается в грунт под действием собственного веса по мере разработки и удаления грунта из его полости. Осложнения и трудности возникают лишь в случаях, когда в грунтовой толще встречаются крупные включения.

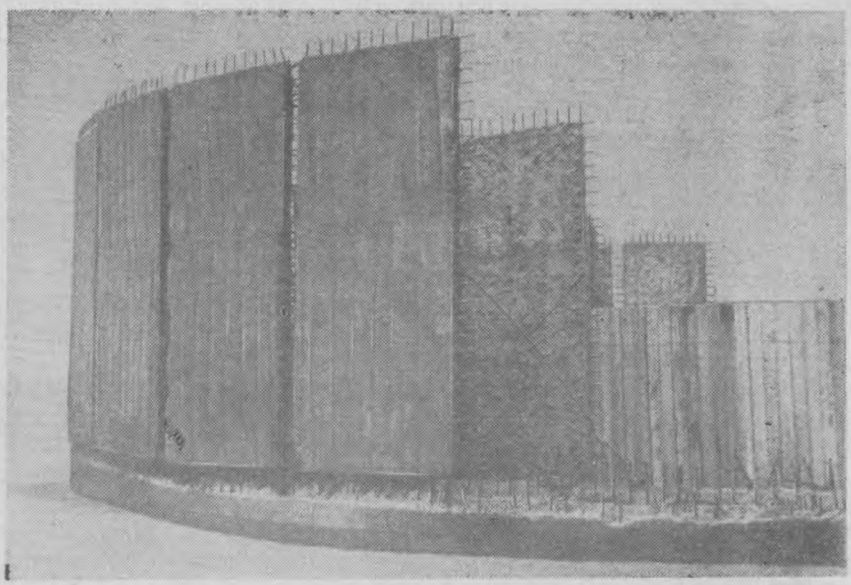


Рис. 81. Строительство опускного колодца из сборных железобетонных плит-оболочек для насосной станции

Для преодоления сил трения грунта по поверхности колодца при опускании вес колодца должен удовлетворять следующему условию:

$$k_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{к}} - Q_{\text{в}}}{\tau_{\text{тр}}} \geqslant 1{,}15 \div 1{,}25, \qquad (16)$$

где $k_{\text{п}}$ — коэффициент опускания колодца;

$Q_{\text{к}}$ — собственный вес колодца, *т*;

$Q_{\text{в}}$ — вес воды, вытесненной колодцем, *т*;

$\tau_{\text{тр}}$ — полная сила трения трущейся о грунт поверхности колодца, *т*.

Полная сила трения $\tau_{\text{тр}}$ складывается из удельной силы трения $f_{\text{н}}$ для каждого слоя грунта, зависящей от полной глубины опускания колодца, умноженной на площадь трения.

Наибольшая глубина опускания колодцев 60 *м*.

Для облегчения погружения опускного колодца в грунт применяются различные меры. Наиболее эффективными из них являются:

опускание колодца в тиксотропной рубашке (рис. 82) и подмыв грунта под ножом.

Тиксотропная рубашка устраивается путем заливания по всему периметру колодца в сопряжении его с грунтом тиксотропной жидкости — глинистой суспензии, состоящей из глины, воды и незначительного количества кальцинированной соды. Тиксотропная рубашка почти полностью снимает действие сил трения грунта о поверхность колодца.

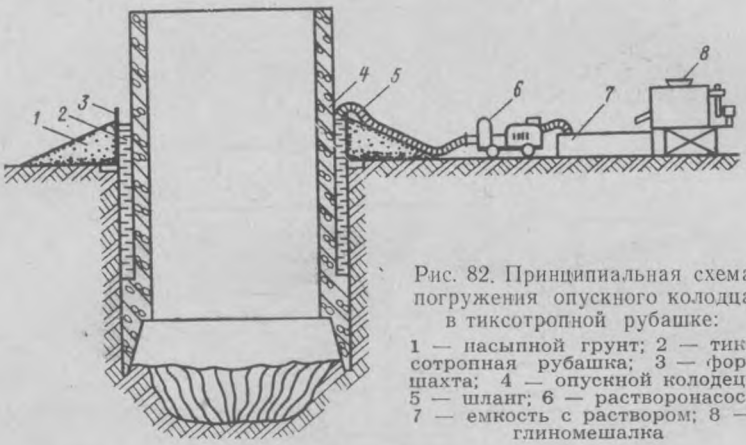


Рис. 82. Принципиальная схема погружения опускного колодца в тиксотропной рубашке:
1 — насыпной грунт; 2 — тиксотропная рубашка; 3 — форшахта; 4 — опускной колодец; 5 — шланг; 6 — растворонасос; 7 — емкость с раствором; 8 — глиномешалка

Для подмыва грунта в полости колодца закрепляются подмывные трубки.

Колодцы опускают в грунт по одной из следующих схем: колодцы, опускаемые с берега, — насухо, с водоотливом или водопонижением грунтовых вод (рис. 83,*а*); без водоотлива с выемкой грунта из-под воды (рис. 83,*б*).

Грунт из полости опускного колодца может извлекаться при помощи крана с грейфером, способом гидромеханизации (рис. 83,*в*) и др. Грунт разрабатывается таким образом, чтобы колодец погружался до заданной отметки постепенно и равномерно.

При достижении опускным колодцем проектной глубины устраивается его днище. При опускании колодца насухо днище бетонируют обычными методами, при опускании без водоотлива — методами подводного бетонирования ВР или ВПТ.

Опускные колодцы изготовляются, как правило, непосредственно над местом их погружения в грунт. Плавучие опускные колодцы изготовляются в специальных парках, расположенных на близком расстоянии от места погружения. В том и другом случае опускные колодцы изготовляются в вертикальном положении, при малой высоте (до 10 *м*)—сразу на полную высоту, при большой высоте—с разбивкой на блоки. В последнем случае бетонирование или монтаж из сборных элементов вышележащего блока выполняется после погружения в грунт нижележащего почти на полную глубину.

Площадка, на которой изготовляется опускной колодец, должна быть тщательно выровнена. В первую очередь, на площадке раскладываются деревянные подкладки из брусьев (или шпал), служащие опорой для ножевой части колодца. Их раскладывают по

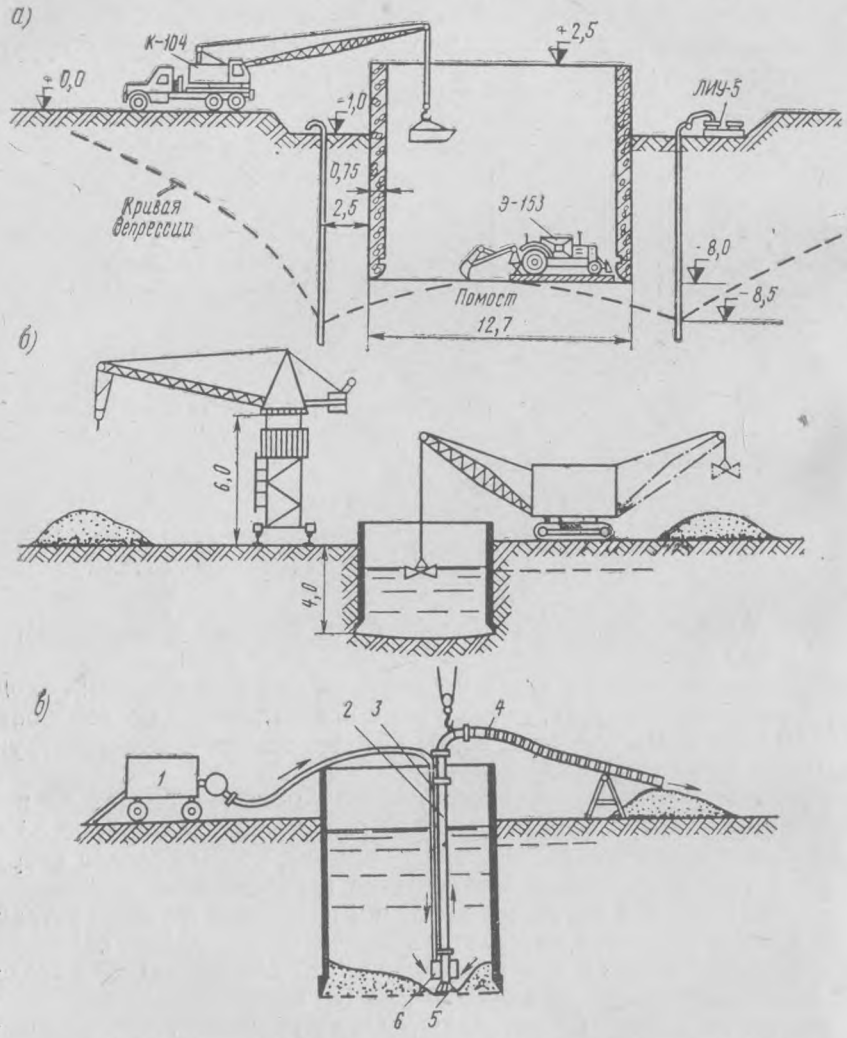


Рис. 83. Схемы разработки грунта в полости опускного колодца:
а — при работе насухо; б — кранами, оборудованными грейферами; в — эрлифтами: 1 — компрессор; 2 — водоподъемная труба ⌀150 *мм*; 3 — воздушная труба ⌀ 32 *мм*; 4 — гофрированный шланг; 5 — патрубок; 6 — смесительная камера ∅ 400 *мм*, длина 600 *мм*

периметру колодца с направлением осей радиально к центру и утапливают в грунт на половину своей высоты. Отметки верхних плоскостей брусьев, на которые опирается нож, должны быть одина-

ковыми (контролируется нивелиром). На подкладках монтируют металлическую конструкцию ножа, выполненную из профильного металла (швеллеров, тавров и др.), а затем устанавливают опалубку. Для изготовления монолитных железобетонных опускных колодцев применяются деревянная, дерево-металлическая, железобетонная (из сборных плит-оболочек) и металлическая (скользящая и сетчатая из проволоки) опалубки; наиболее целесообразно применение скользящей (подвижной) опалубки, чему способствует форма колодца и отсутствие в нем днища.

Армирование монолитных колодцев выполняется отдельными стержнями, сетками или армокаркасами. Бетонная смесь в опалубку укладывается горизонтальными слоями высотой 30 *см* по периметру колодца. Для уплотнения бетона применяются глубинные и тисковые, прикрепляемые к наружной поверхности опалубки, вибраторы.

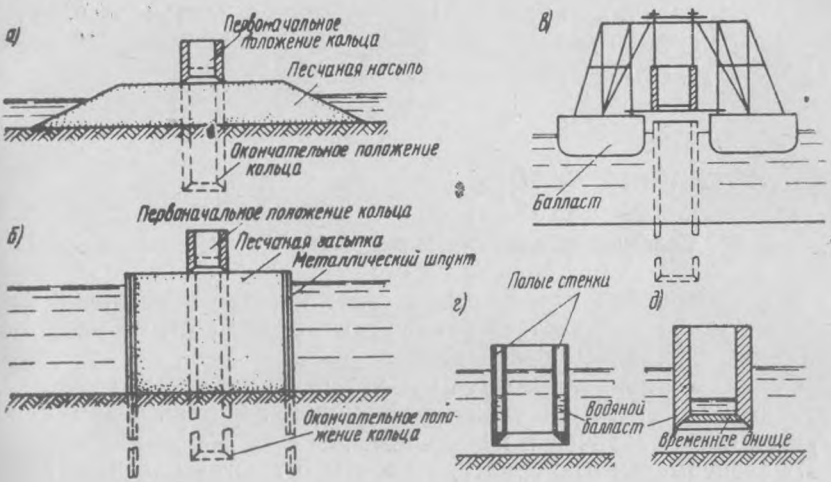


Рис. 84. Погружение колодцев:
а — неогражденного; б — огражденного; в — с плавучих подмостей; г — плавучие опускные колодцы с пустотелыми стенками; д — с временным днищем

После распалубки поверхность опускного колодца обрабатывается насечкой или пескоструйным аппаратом. Все раковины должны быть тщательно расчищены, промыты водой и заделаны цементным раствором. После твердения цементного раствора поверхность вновь промывают водой и продувают сжатым воздухом, а затем покрывают слоем торкретбетона.

Состав сухой смеси для торкретбетона (при начальной влажности заполнителя 2—4%) должен обеспечить получение торкрета требуемого проектом качества. Для торкретирования применяется цементный раствор составов 1 : 2 и 1 : 3 (цемент-песок) по весу. Смесь приготавливается в смесительных устройствах принудительного действия.

Торкрет наносится на поверхность колодца под высоким давлением сжатого воздуха (со скоростью до 150 *м/сек*) при помощи цемент-пушки и вспомогательных устройств к ней — компрессора, насоса, системы шлангов (диаметром 25—38 *мм*) и сопла. Толщина слоя, наносимого за один раз, не должна превышать 1,5—2 *см*.

После нанесения на поверхность колодца торкретбетона необходимо укрыть ее и систематически поливать, чтобы обеспечить благоприятные условия для твердения торкретбетона.

При строительстве портовых водозаборных или водосбросных сооружений с применением опускных колодцев могут быть использованы следующие приемы установки и погружения колодцев: 1) с искусственного полуострова из песчаного грунта, когда колодец опускается вблизи от берега; 2) с искусственного островка, когда колодец опускается вдали от берега (рис. 84, *а, б*); 3) с берега; 4) со стационарных или плавучих подмостей (рис. 84,*в*); 5) при помощи плавучих кранов; 6) погружение плавучего опускного колодца с пустотелыми стенками или с временным днищем (рис. 84, *г, д*).

Глава IX. СВАЙНЫЕ РАБОТЫ

§ 40. Свайные основания и виды свай

В портовом гидротехническом строительстве искусственные основания могут создаваться различными способами, но чаще всего применяются свайные основания.

Свайные основания могут быть устроены на любых грунтах, допускающих погружение свай на заданную глубину, а при слабых грунтах они практически незаменимы.

В зависимости от характера работы в грунте различают сваи-стойки и висячие сваи.

Сваями-стойками называются сваи, которые опираются на плотный грунт и защемляются в нем на небольшую величину. Их несущая способность не зависит от прочности окружающего грунта; большую часть нагрузки они передают на плотные грунты и работают на изгиб.

Висячими называются сваи, которые погружаются в слабые и средней плотности грунты и своими концами не опираются на плотные грунты. Передаваемая висячими сваями нагрузка воспринимается грунтами основания как под острием сваи, так и ее боковой поверхностью за счет сил трения грунта.

В современном отечественном портостроении наибольшее распространение получили железобетонные и металлические сваи. (Деревянные сваи применяются крайне редко: на внутренних водных путях они применяются при строительстве малоответственных сооружений.)

В последние годы стали применяться железобетонные полые оболочки диаметром 1,2 и 1,6 *м*. Кольцевое сечение оболочек выгодно при изгибе в любом направлении, обеспечивает хорошее распределение материала, большую жесткость при сравнительно малом весе.

В комплекс свайных работ входят: подготовительные работы; транспортировка свай из парка (склада) хранения к месту погружения; погружение свай; извлечение (выдергивание) при необходимости дефектных или вспомогательных (маячных, направляющих) свай; перемещение механизма погружения свай и инвентарных приспособлений; испытание свай.

Перед началом работ по возведению свайного основания составляется проект производства работ.

Для устройства свайных оснований проводятся разбивочные работы с обязательным закреплением в натуре постоянных реперов, главных и вспомогательных осей сооружения. К подготовительным операциям относятся также: проверка и изучение технической документации; накопление необходимого количества свай для начала работ; проверка паспортов (сертификатов) и маркировки свай; тщательное освидетельствование каждой сваи и нанесение на нее несмываемой краской номера и меток по длине; водолазное обследование дна акватории (котлована) в местах погружения свай или вдоль трассы погружения шпунта (свайного частокола); проверка формы и прямолинейности замков шпунта; погружение маячных свай и устройство направляющих (жестких рам); подготовка механизмов и оборудования к работе; полная или частичная сборка составных свай, шпунтин и оболочек; погрузка партии свай на транспортные средства и подача к месту погружения для начала работ.

В зону производства свайных работ сваи подаются различными средствами. Для правильной организации доставки свай к механизму погружения необходимо: разработать специальные схемы подачи свай, обеспечивающие эффективную работу механизма погружения свай; рассчитать необходимое количество средств транспорта свай, чтобы исключить простои оборудования; выбрать способ размещения свай на средствах транспорта, обеспечивающий сохранность, удобство строповки и подъема их; рассчитать затраты времени на транспортировку партии свай к месту погружения, которое должно быть меньше или равно суммарной продолжительности полных рабочих циклов на погружение такого же количества свай, доставленных к копру ранее, т. е.

$$Nt_{п} + t_{тр} \leqslant Nt_{ц}, \qquad (73)$$

где N — количество свай в партии, шт.;

$t_{п}$ — время на погрузку одной сваи на средства транспорта, *мин;*

$t_{тр}$ — время транспортировки партии свай от постоянного или промежуточного парка хранения, *мин;*

$t_{ц}$ — полный рабочий цикл по погружению одной сваи, *мин.*

Методы производства свайных работ выбираются в зависимости от условий естественного режима в зоне строительства, типа свай,

конструктивных особенностей сооружения, требуемой несущей способности свай, определенной проектом, наличия оборудования в распоряжении строительно-монтажной организации и директивных сроках строительства.

§ 41. Погружение свай, шпунта и оболочек

Погружение свай, шпунта и оболочек диаметром до 0,6 *м* может осуществляться одним из следующих способов: забивкой — с применением молотов ударного действия различных типов; вибрированием — с использованием низко- и высокочастотных вибропогружателей; вдавливанием в грунт статической пригрузкой или при помощи вдавливающих или вибровдавливающих агрегатов; подмывом в комбинации с забивкой или вибрированием.

Сваи-оболочки диаметром более 0,6 *м* погружаются в грунт методами: вибрирования — с применением мощных низкочастотных вибропогружателей; завинчивания — с применением специальных механизмов, создающих крутящий момент; вдавливанием в грунт — с применением специальных домкратов или под действием статической пригрузки; в особых грунтовых условиях — в комбинации с вибрированием — подмывом или различными способами извлечения грунта из полости оболочек.

Выбор способа погружения свай, шпунта и оболочек должен быть обоснован технико-экономическим расчетом, учитывающим необходимость обеспечения проектной глубины погружения и несущей способности их.

Погружение сваи забивкой — под действием ударов молота — зависит от: количества энергии, отдаваемой молотом за один цикл работы; количества ударов молота по свае в единицу времени; свойств грунта. Полное использование энергии удара молота ограничивается прочностью материала сваи и упругими деформациями сваи, прокладки и грунта, возникающими при ударе. Энергия удара молота расходуется, главным образом, на деформацию материала сваи и только 10—15% — на преодоление сопротивления грунта.

Эффективность работы молота зависит от соотношения весов ударной части молота и сваи (включая наголовник): чем выше это соотношение, тем эффективнее работа.

Тип молота выбирается по энергии одного удара. Необходимую для погружения сваи энергию удара молота можно приближенно определить по эмпирической формуле

$$Э_н \geqslant 25P, \tag{74}$$

где $Э_н$ — номинальная энергия одного удара молота, *кгм*;

P — несущая способность сваи (расчетная нагрузка на сваю), *т*. Для свай-стойки

$$P = kmR^нF, \tag{75}$$

где k — коэффициент однородности грунта, принимаемый равным 0,7;

m — коэффициент условий работы, принимаемый равным 1;

F — площадь поперечного сечения сваи, $м^2$, принимаемая для свай сплошного сечения и квадратных свай с круглой полостью, равной площади поперечного сечения брутто, а для полых круглых свай и свай-оболочек — равной площади поперечного сечения нетто (при заполнении полости на высоту не менее трех ее диаметров, площадь принимается равной площади поперечного сечения брутто);

$R^н$ — нормативное сопротивление грунта под нижним концом сваи при расчете по грунту, $тс/м^2$, в соответствии с табл. 17

Таблица 17

Глубина забивки сваи от поверхности грунта, *м*	Песчаный грунт средней плотности						
	гравелистый	крупный	—	средний	мелкий	—	пылеватый
	Глинистый грунт консистенции *B*						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	750 / 700	650 / 400	300	290 / 200	180 / 120	120 / 100	60
5	880	670 / 620	400	310 / 280	200	130	80
10	1 050	730	500	350	240	150	90
15	1 170	750	560	400	280	160	100
20	1 260	820	620	450	310	170	110

Примечания: 1. В числителе приведены значения $R^н$ для песчаных грунтов, в знаменателе — для глинистых.

2. При опирании сваи на скальные грунты и забивке сваи в щебенистые и галечниковые крупнообломочные грунты $R_н$ принимается равным 2 000 $т/м^2$.

Для висячей забивной сваи, работающей на осевую сжимающую нагрузку, расчетное сопротивление определяется формулой

$$P = km(R^н F + u\Sigma f_i^н l_i), \qquad (76)$$

где u — периметр поперечного сечения сваи, *м*;

$f_i^н$ — нормативное сопротивление i-го слоя грунта по боковой поверхности сваи, $тс/м^2$ (табл. 18);

l_i — толщина i-го слоя грунта, *м*;

значения k, m, F, $R^н$ те же, что в формуле (75).

Формула (76) отличается от формулы (75) тем, что к сопротивлению под острием сваи добавляется сопротивление грунта по боковой поверхности сваи.

Таблица 18

Средняя глубина расположения слоя, *м*	Песчаный грунт (для свай, забитых без подмыва)					
	крупный и средний	мелкий	пылеватый	—	—	—
	Глинистый грунт консистенции *B*					
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
8	12,50	8,80	6,0	4,90	2,0	0,9
5	23,40	16,60	11,60	9,50	3,90	2,0
10	54,20	38,50	27,80	22,14	9,54	5,64
15	88,80	63,0	46,0	35,74	16,14	10,24
20	126,90	90,0	65,90	50,34	23,74	15,84

Выбранный тип молота проверяется на применимость по формуле

$$k_{\text{пр}} = -\frac{Q+Q_{\text{св}}}{\mathcal{Э}_{\text{н}}}, \qquad (77)$$

где $k_{\text{пр}}$ — коэффициент применимости молота;
Q — полный вес молота, *кг*;
$Q_{\text{св}}$ — вес сваи с наголовником, *кг*;
$\mathcal{Э}_{\text{н}}$ — номинальная энергия одного удара молота, *кгм*.

Значения $K_{\text{пр}}$ не должны быть больше величин, указанных в табл. 19.

Таблица 19

Тип молота	Материал сваи		
	Железобетон	Сталь	Дерево
Молоты двойного действия и трубчатые дизель-молоты	6	5,5	5
Молоты одиночного действия, штанговые дизель-молоты	5	4	3,5
Подвесные молоты	3	2,5	2

При забивке сваи молотом необходимо применять металлические (сварные или литые) наголовники, соответствующие поперечному сечению сваи. Зазоры между боковой гранью сваи и стенкой наголовника не должны превышать 1 *см*. Забивка деревянных свай, снабженных бугелем, допускается без наголовников.

Если проектная отметка головы сваи расположена ниже рабочего горизонта воды, то сваи под воду забивают с помощью подбабка.

В практике свайных работ наиболее часто применяется наголовник, который представляет собой полый стальной стакан П-образной или Н-образной формы, разделенный диафрагмой на две полости (рис. 85). В верхней полости Н-образного наголовника помещается амортизирующий вкладыш, который представляет собой часть бревна длиной 30—50 *см*; во избежание быстрого изнашивания (раскалывания, смятия) вкладыш изготовляют из прочной и

вязкой древесины (дуба, вяза). На верхний торец вкладыша насаживают бугель (бандаж) из полосовой стали 100×300 или укладывают металлический диск («блин»).

Для повышения эффективности передачи на сваю энергии молота и предохранения головы сваи от разрушения должны применяться упругие слоистые прокладки, состоящие из деревянных щитов и резиновой пластины толщиной 12—15 *мм*.

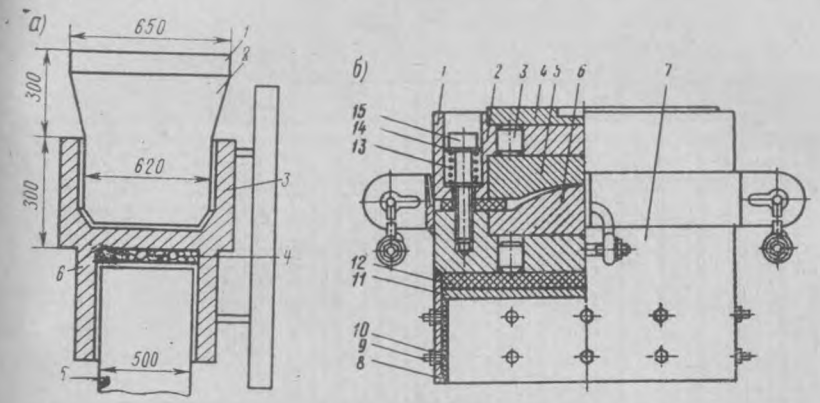


Рис. 85. Наголовники:

а — Н-образный; 1 — бандаж из стали 100×30 *мм*; 2 — дубовый вкладыш; 3 — верхняя цилиндрическая часть; 4 — амортизирующая прокладка; 5 — свая; 6 — нижняя квадратная часть; б — сферический; 1 — корпус верхний; 2 — прокладка; 3 — заглушка; 4 — плита (заливается баббитом); 5 — вкладыш верхний; 6 — вкладыш нижний; 7 — корпус нижний; 8 — прокладка; 9 — винт № 80×40; 10 — гайка № 18; 11 — лист; 12 — прокладка; 13 — пружина ∅5 *мм*; 14 — шайба 30; 15 — винт М30×160

Конструкция наголовника и его элементов (вкладыша и прокладки) оказывает существенное влияние на напряжения, возникающие в свае. Влияние прокладки отражается, главным образом, на напряжениях в голове сваи.

При длительном воздействии ударной нагрузки на железобетонную сваю (с предварительным обжатием) в свае могут возникнуть напряжения, превышающие предел ее трещиностойкости. Это происходит в следующих случаях: при внецентренности удара молота из-за плохой конструкции наголовника, надеваемого на сваю с зазором более 1 *см;* кривизны сваи по длине; косины плоскости дубового вкладыша; неперпендикулярности верхнего торца сваи к ее оси; большой высоты подъема молота; недостаточного веса ударной части молота; жесткой деревянной прокладки, плохо амортизирующей удар и спрессовывающейся в процессе забивки.

Сферический наголовник с амортизирующей прокладкой (см. рис. 85) конструкции И. И. Цюрупы исключает внецентренность ударов молота.

В проектное положение сваи устанавливают при помощи специальных инвентарных направляющих приспособлений, например рам и шаблонов, обеспечивающих точность погружения свай.

Погружение свай без направляющих запрещается. Направляющие устройства выполняются в виде жестких рам, навешиваемых на «маячные сваи» (вспомогательные сваи, погруженные для фиксации положения направляющих устройств, обеспечивающих точность забивки свай), либо на постоянные сваи, крайние в поперечных рядах свайного поля (рис. 86).

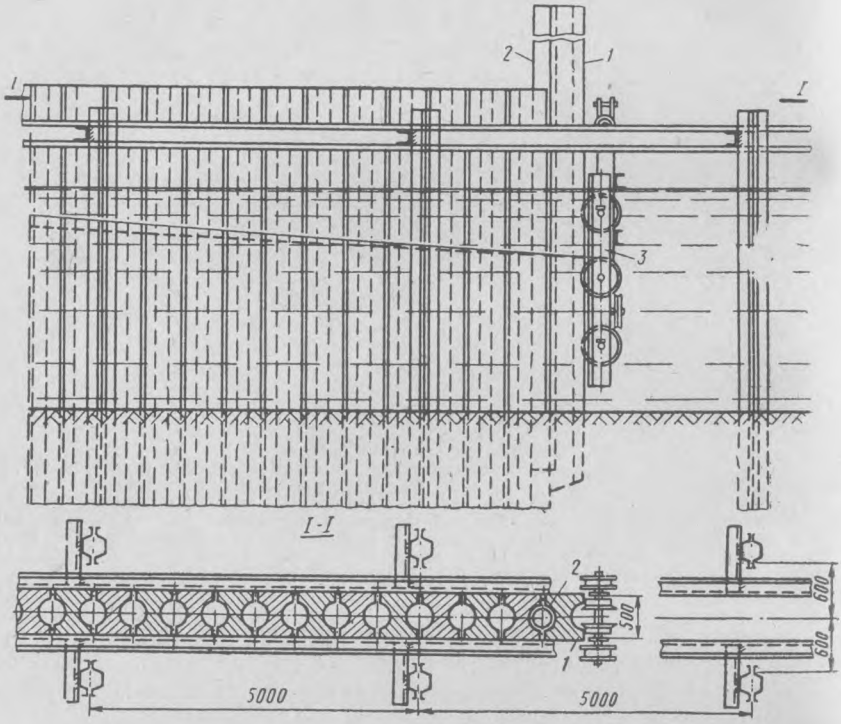


Рис. 86. Направляющая рама и прижимная тележка ВНИИГС для погружения двутаврового железобетонного шпунта:
1 — шпунтовая свая; 2 — инвентарная направляющая труба, вставленная в паз при погружении шпунтины; 3 — прижимная тележка

Контроль за установкой и погружением свай осуществляется при помощи геодезического инструмента.

При погружении свай забивкой необходимо соблюдать следующие требования: при установке в стрелы копра (или подвесные стрелы крана) свая должна быть точно сцентрирована; высота подъема молота одиночного действия, при первых ударах по железобетонной свае, не должна превышать 0,5 *м*, при последующих ударах — 0,9 *м;* в случаях разрушения головы сваи забивка должна быть немедленно прекращена; после скалывания (срубки) разрушенной части бетона и срезки выступающей арматуры железобетонной сваи (срезки разрушенной части металлической сваи

или спиливания разрушенной части головы деревянной сваи) забивка может быть возобновлена, если оставшаяся после удаления разрушенной части длина сваи достаточна для погружения ее до проектной отметки и качественное состояние оставшейся части удовлетворяет требованиям проекта; при использовании штанговых дизель-молотов и молотов двойного действия забивка деревянных свай допускается без бугелей; при использовании молотов одиночного действия и трубчатых дизель-молотов применение бугелей на головах деревянных свай обязательно.

Свая должна погружаться до получения проектного отказа. Свая, погруженная до проектной отметки, но не давшая проектного отказа, должна подвергаться контрольному допогружению по истечении двух-трех суток, когда произойдет изменение сопротивления сваи во времени, после так называемого «отдыха» сваи в грунте.

Осадка погружаемой сваи измеряется в течение всего процесса погружения, условно разделенного на *залоги*. Величина залога принимается равной: для молотов одиночного действия — 10 ударам, для молотов двойного действия и дизель-молотов — числу ударов в течение одной минуты непрерывной работы молота.

Среднеарифметическая величина осадки сваи от одного удара молотом в последнем залоге называется *отказом сваи* и определяется по формуле

$$l = \frac{kmnFQ_{м}H}{P\left(\frac{1}{km}P + nF\right)} \cdot \frac{Q_{м} + 0{,}2Q_{св}}{Q_{м} + Q_{св}}, \qquad (78)$$

где k и m — коэффициенты однородности грунта и условий работы, принимаемые равными, соответственно, 0,7 и 1;

n — коэффициент, зависящий от материала сваи и способа ее забивки (для железобетонных свай, забиваемых с наголовником, $n = 150$ *тс/м²*; для стальных свай, забиваемых с наголовником, $n = 500$ *тс/м²*);

F — площадь поперечного сечения сваи (нетто), *м²*;

$Q_{м}$ — вес ударной части молота, *т*;

H — расчетная высота падения ударной части молота, *см* (табл. 20);

$Q_{св}$ — вес сваи и наголовника, *т* (для дизель-молотов плюс вес стационарной части молота);

P — расчетное сопротивление свай, погружаемых забивкой, определяемое по формуле (74) или (75).

При использовании штанговых дизель-молотов произведение $Q_{м} \cdot H$ в формуле (78) заменяется энергией одного удара молота, *тсм*.

Погружение висячей сваи при последнем залоге, определяемое расчетом, должно быть не менее 2 *см*; при меньшей величине следует использовать более тяжелые молоты.

Результаты измерения отказа заносятся в журнал свайной бойки.

Наклонные сваи забивают теми же свайными молотами, что и вертикальные (рис. 87).

Таблица 20

Тип молота	Высота падения ударной части молота	
	Вертикальные сваи	Сваи с наклоном, но не положе 3:1
Подвесной и паровоздушный одиночного действия	$H=H_1$	$H=0{,}8\ H_1$
Двойного действия или дизель-молот . . .	$H=\frac{0{,}1Э}{Q}$	—

Примечание. H_1 — фактическая величина хода ударной части молота, *см*;
$Э$ — энергия удара молота, *кгм* (по паспорту).

Сущность процесса вибропогружения свай заключается в том, что при продольных колебаниях сваи, вызываемых вибропогружателем, работающим с критической частотой вращения дебалансов вибратора, происходят взаимные смещения тела сваи и грунта, переходящие в полный «срыв», т. е. проскальзывание боковой поверхности сваи по грунту. Ослабление внутренних и внешних связей частиц грунта при вибрации способствует снижению сопротивления, развивающегося по боковым граням сваи и препятствующего ее поступательному погружению. Резкое снижение бокового сопротивления грунта объясняется преодолением сухого трения.

Основные факторы, влияющие на процесс погружения сваи способом вибрирования,—интенсивность вибрации (частота и амплитуда ее) и величина погружающего давления. Погружающая способность вибропогружателя оценивается по величине центробежной (возмущающей) силы, создаваемой вращением эксцентриков. При работе вибратора вращающиеся эксцентрики изменяют положение центра тяжести системы (сваи, вибропогружателя, пригрузки и т. п.). В результате вращения эксцентриков создается направленное колебательное движение системы с определенной амплитудой. При достаточной величине амплитуды свая ударяет торцом по грунту. Под действием ударных импульсов происходит снижение сопротивления грунта.

Для нормального погружения сваи (оболочки или шпунта) необходимо, чтобы величина возмущающей силы вибропогружателя ($P_в$, *тс*) была достаточной для преодоления сопротивления грунта «срыву» сваи и момент эксцентриков вибропогружателя (K, *тсм*) обеспечивал погружение сваи на заданную глубину.

Вибропогружатель должен удовлетворять следующему условию:

$$(0{,}35 \div 0{,}47)P_в > 0{,}7Q_{вс} < K, \qquad (79)$$

где $Q_{вс}$ — полный вес вибросистемы (сваи, оболочки или шпунта, вибропогружателя, наголовника-переходника), *т*.

Для погружения железобетонных колонн-оболочек лучше применять вибропогружатель с более низкой частотой вибрирования.

Наиболее эффективен способ вибропогружения при несвязных грунтах. Вибропогружение свай, шпунта, оболочек в более плотные грунты затруднительно, так как для уменьшения сопротивления оболочки погружению нужно периодически удалять грунт из полости оболочки с помощью грейфера или эрлифта (гидроэлеватора,

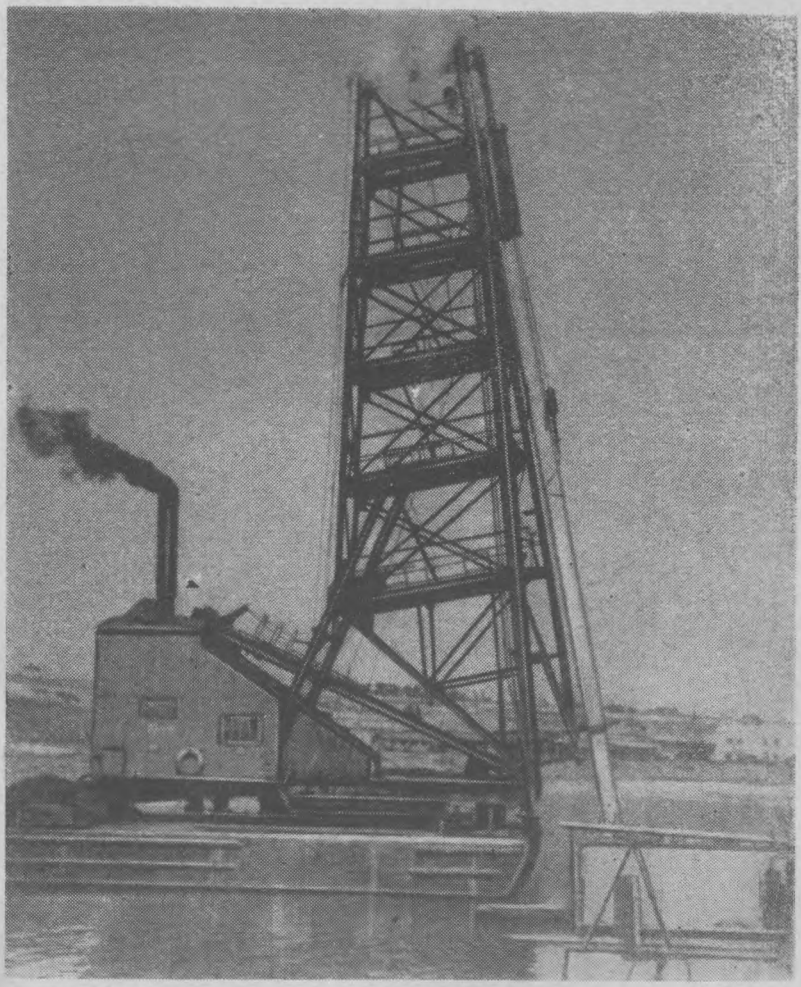


Рис. 87. Забивка наклонной железобетонной сваи сечением 45—45 *см* плавкопром

гидрожелонки). Это приводит к увеличению срока погружения оболочки, а также удорожает работы из-за дополнительных простоев дорогостоящих механизмов.

При погружении сваи (оболочки или шпунта) способом вибрирования необходимо соблюдать следующие требования:

соединение вибропогружателя со сваей или шпунтиной при помощи наголовника должно быть жестким; при этом ось вибропогру-

жателя должна быть соосна оси сваи; вибропогружатель, жестко скрепленный с наголовником-переходником, крепится к оболочке гайками и контргайками;

электродвигатель вибропогружателя должен получать питание от самостоятельной электрической сети, не имеющей других нагрузок; длина питающих линий (от источника тока до пульта управления работой вибропогружателя и от пульта до вибропогружателя) должна быть возможно меньшей;

выбор источника питания должен производиться с учетом перегрузки электродвигателей вибропогружателя на 30—55%;

продолжительность непрерывной работы вибропогружателя определяется нагрузкой электродвигателя (для мощных вибропогружателей — 3—15 *мин*).

Способом вибрирования можно погружать вертикальные и наклонные (не положе 2 : 1) сваи. Нарощенные и пакетные деревянные сваи этим способом погружать нельзя.

При погружении вибропогружателем в песчаные грунты несущая способность сваи по сравнению с забивными сваями повышается до 20%, так как в результате воздействия на грунт колебаний от вибратора грунт уплотняется. При погружении в связные глинистые грунты несущая способность сваи понижается, так как под ее острием образуется перемятая глинистая подушка.

Погружение вибрированием призматических железобетонных свай, металлических трубчатых свай и стального шпунта производится с применением жестких направляющих рам, таких же, как и при погружении забивкой.

Иногда сваи, погруженные способами забивки или вибрирования, могут получить недопустимые отклонения от проектного положения даже при наличии направляющих устройств. Это может произойти из-за нарушений технологии изготовления и погружения свай, а также из-за наличия в грунте крупных включений и плохой конструкции направляющих устройств: большая гибкость, большой зазор между внутренней поверхностью направляющей рамы и гранями сваи. Отклонение железобетонной призматической сваи происходит, главным образом, из-за допущенной при изготовлении кривизны ее оси и смещения оси башмака; отклонение металлических шпунтовых свай — из-за плохой подготовки замков шпунтин, несвоевременной ликвидации «веерности» шпунтового ряда.

Оболочки диаметром 1,2 и 1,6 *м* и крупноразмерные железобетонные шпунтовые сваи погружаются с применением специальных плавучих кондукторов (см. § 43).

Вибропогружатели крепятся к сваям и шпунтинам при помощи наголовников (рис. 88), к колоннам-оболочкам — наголовников-переходников (рис. 89). Для облегчения установки вибропогружателя с переходником на голову колонны-оболочки применяются специальные металлические конусные оправки. С помощью трех оправок можно достаточно быстро и точно выполнить эту операцию. Так же крепится вибропогружатель к сваям-оболочкам диаметром 1,2 *м*.

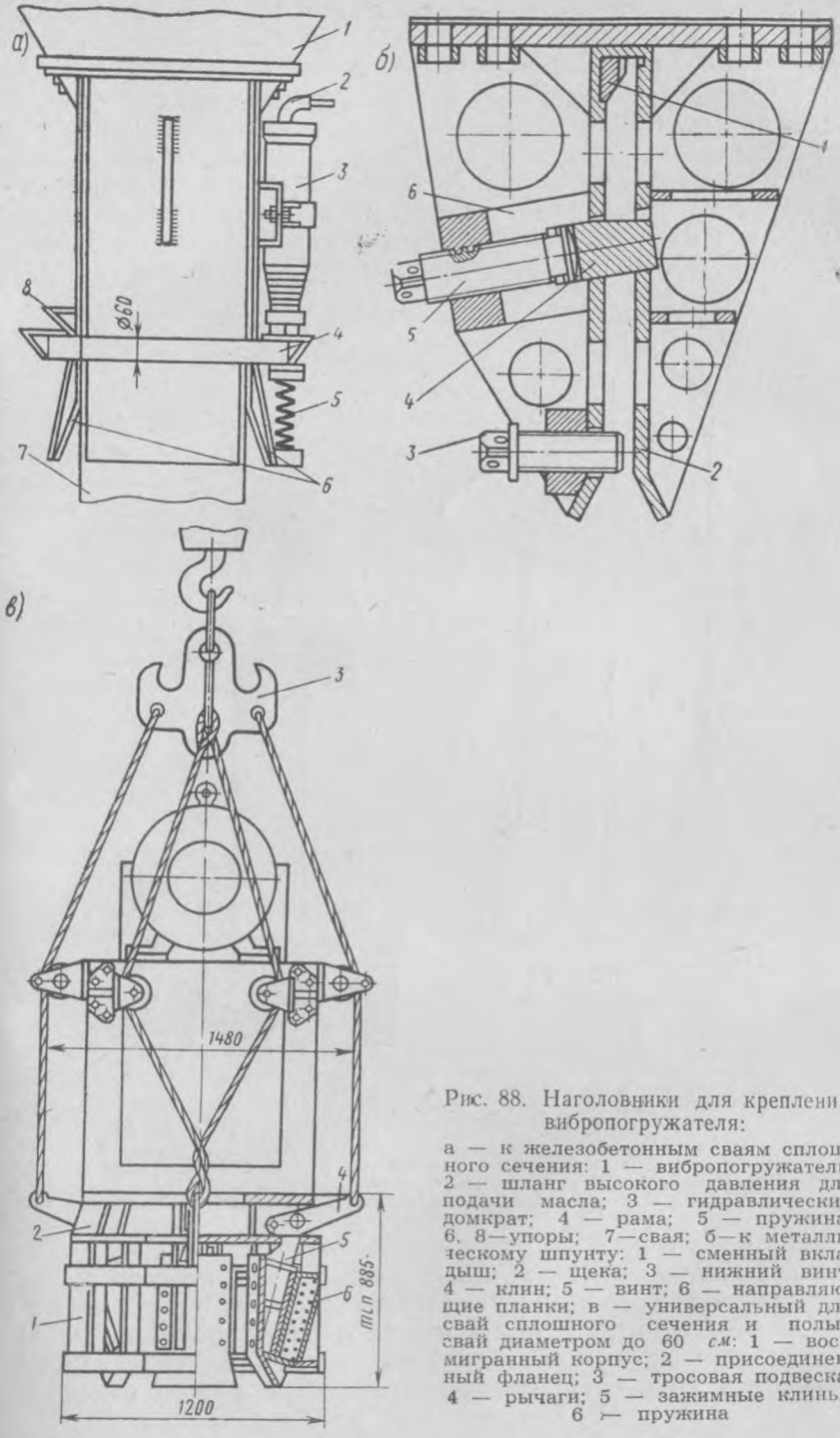


Рис. 88. Наголовники для крепления вибропогружателя:

а — к железобетонным сваям сплошного сечения: 1 — вибропогружатель; 2 — шланг высокого давления для подачи масла; 3 — гидравлический домкрат; 4 — рама; 5 — пружина; 6, 8—упоры; 7—свая; б—к металлическому шпунту: 1 — сменный вкладыш; 2 — щека; 3 — нижний винт; 4 — клин; 5 — винт; 6 — направляющие планки; в — универсальный для свай сплошного сечения и полых свай диаметром до 60 *см*: 1 — восьмигранный корпус; 2 — присоединенный фланец; 3 — тросовая подвеска; 4 — рычаги; 5 — зажимные клинья; 6 — пружина

Для погружения оболочек диаметрами 1,6—3 *м* успешно применяются также вибропогружатели с самозакрепляющимися наголовниками. Такой вибропогружатель имеет внутри полость диаметром, равным внутреннему диаметру оболочки, которая обеспечивает выемку грунта из оболочки без снятия вибропогружателя. При этом значительно сокращаются трудоемкость и сроки работ.

Во избежание разрушения железобетонных оболочек при погружении их в плотные грунты мощными вибропогружателями типа ВП-160 или ВП-170 режим погружения надлежит устанавливать по скорости погружения. Если скорость погружения резко снижается,

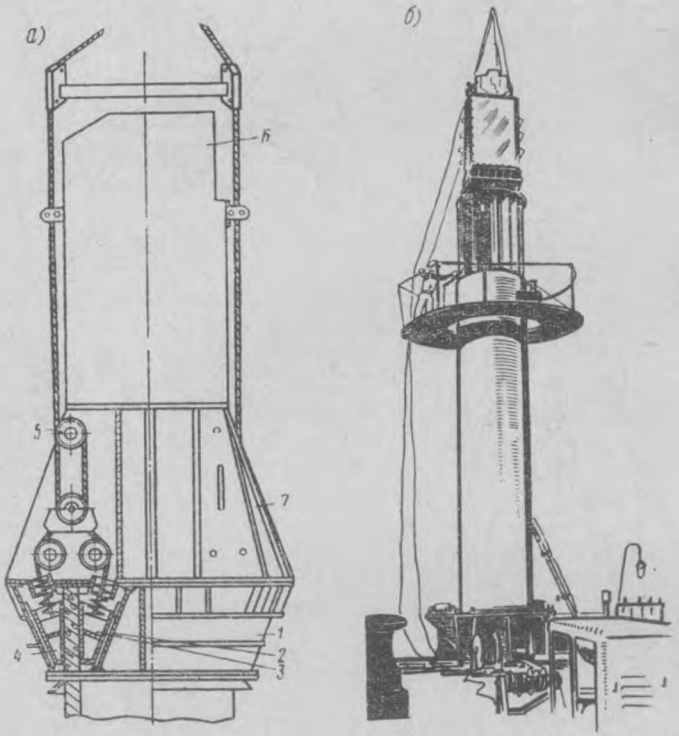


Рис. 89. Крепление вибропогружателя ВП-160, соединенного с наголовником-переходником, в колонне-оболочке ∅ 1,6 *м*:

а — схема наголовника: 1 — наружная обойма; 2 — внутренний конус; 3 — внутренние клинья (4 шт.); 4 — наружные клинья (4 шт.); 5 — подвеска; 6 — вибропогружатель; 7 — переходник; б — закрепление выбропогружателя на голове колонны-оболочки

вибропогружатель нужно выключить. Режим вибропогружения устанавливается залогами: для ВП-160 до 3 *мин* с перерывами по 3—5 *мин* для осмотра погружаемой оболочки и производства замеров. Контроль за режимом погружения колонн-оболочек диаметром 1,6 *м* осуществляется с помощью фиксатора порога замедлений

ЦНИИСа, сигнализирующего о появлении опасных усилий. Электрическая схема сигнализатора прибора устроена так, что кратковременный разрыв контактов в датчике изменяет световой сигнал, если усилия в оболочке не превышают допустимых, — горит зеленая лампочка, при превышении усилий — желтая, при появлении опасных усилий — красная.

Величина отказа сваи (шпунтины, оболочки), погружаемой методом вибрирования, вычисляется как среднее арифметическое значение осадки при работе вибропогружателя в течение 1 *мин* в последнем залоге, принимаемом равным 1—5 *мин* непрерывной работы вибропогружателя, жестко прикрепленного к свае (шпунтине, оболочке).

Способ погружения цилиндрических металлических и железобетонных свай с лопастями завинчиванием применяется в случаях, когда в основании находится большой слой слабых глинистых грунтов с малой несущей способностью или плотный гравелистый грунт и погружение свай затруднительно.

Винтовые сваи (рис. 90) погружают в грунт при помощи специальных механизмов завинчивания свай (МЗС) — кабестанов, характеристика которых приведена в § 43. При погружении свай происходят деформации грунта только в пределах участков, пересекаемых лопастями винта, расположенных на башмаках, жестко скрепленных со стволом металлической сваи или с инвентарной стальной оболочкой — «ключом», внутри которой находится погружаемая железобетонная свая. «Ключ» передает крутящий момент от кабестана к башмаку сваи; после окончания завинчивания «ключ» извлекается из грунта.

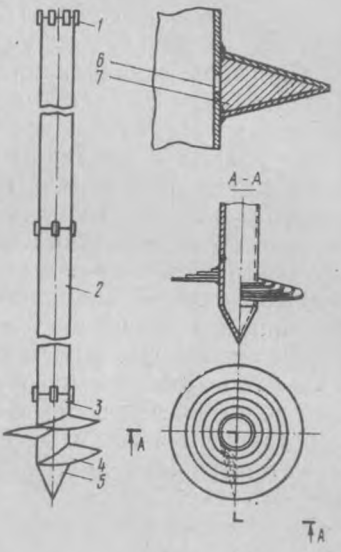


Рис. 90. Схема винтовой сваи:

1 — оголовок сваи; 2 — ствол; 3 — башмак; 4 — винтовая лопасть; 5 — наконечник башмака; 6 — отверстие для нагнетания раствора в полость; 7 — цементный раствор

Прикладываемый к свае крутящий момент, создаваемый кабестаном, должен преодолеть сопротивление трения по боковой поверхности сваи, сопротивление грунта смятию лопастью и наконечником сваи и дополнительные силы трения, возникающие от смятия грунта. При значительном сопротивлении грунта сваю попеременно вращают в направлении вывинчивания (на часть оборота) и завинчивания, пока величина крутящего момента не достигнет допускаемой по мощности кабестана или по прочности сваи. Если эта мера окажется недостаточной, то при завинчивании сваи одновременно производят подмыв грунта. Перед достижением своей проектной от-

метки подмыв прекращают, чтобы сохранить естественную структуру грунта под лопастью сваи.

Необходимый крутящий момент (в *тм*) для завинчивания сваи определяется формулой

$$M_{кр}=\frac{Pk_т}{km}\ тм, \qquad (80)$$

где P — расчетная нагрузка на винтовую сваю, *т*;

$k_т$ — коэффициент, равный 0,1—0,12 *м*;

k — коэффициент однородности грунтовых условий ($k=0{,}7\div 0{,}9$ в зависимости от однородности и изученности грунтов основания);

m — коэффициент условий работы ($m=1$).

Способом завинчивания можно погружать вертикальные и наклонные сваи с наклоном до 4 : 1. Висячие сваи, погруженные завинчиванием, отличаются большой несущей способностью. Отсутствие ударов и вибрации при погружении позволяет завинчивать сваи в непосредственной близости от существующих сооружений с минимальными отклонениями от заданного положения.

Способ вдавливания полых свай в грунт под статической пригрузкой обеспечивает высокое качество работ и сохранность погружаемых свай. Вдавливание сваи совмещается с ее статическим испытанием и складывается из следующих основных операций: установки сваи (с закрытым концом) подъемным механизмом в вертикальное положение на грунт и раскрепления ее тросами; заполнения полости сваи водой с постепенным погружением ее в грунт под собственным весом и весом воды в полости; постепенной статической пригрузки головы сваи грузом до погружения сваи до проектной отметки.

Расчетное сопротивление вдавленной в грунт сваи (ее несущая способность) определяется по формуле

$$P=P_{max}\,m, \qquad (81)$$

где P_{max} — предельная статическая пригрузка, *т*;

m — коэффициент условий работы сваи ($m=1$).

Для вдавливания на суше коротких свай (до 6 *м*) используется агрегат АВС-35, состоящий из двух тракторов С-30, на одном из которых расположены лебедки с системой полиспастов и направляющая стрела.

Метод вдавливания свай в грунт под статической пригрузкой оправдывает себя в условиях залегания в основании сооружения слабых грунтов.

В Англии в настоящее время широко используется метод вдавливания металлических шпунтовых свай в грунт при помощи гидравлического погружателя, оснащенного домкратами. При вдавливании к свае прилагается усилие 225 *т* при извлечении 165 *т*. Давление от домкрата передается на сваю с помощью соединяющего наголовника, состоящего из двух металлических плит, между которыми проходит голова шпунтовой сваи. Последовательность вдавливания восьми шпунтин показана на рис. 91.

Разновидностью способа вдавливания свай является способ вибровдавливания с использованием специальных вибровдавливающих агрегатов типа ВВПС-20/11 и ВВПС-32/19. Эти аг-

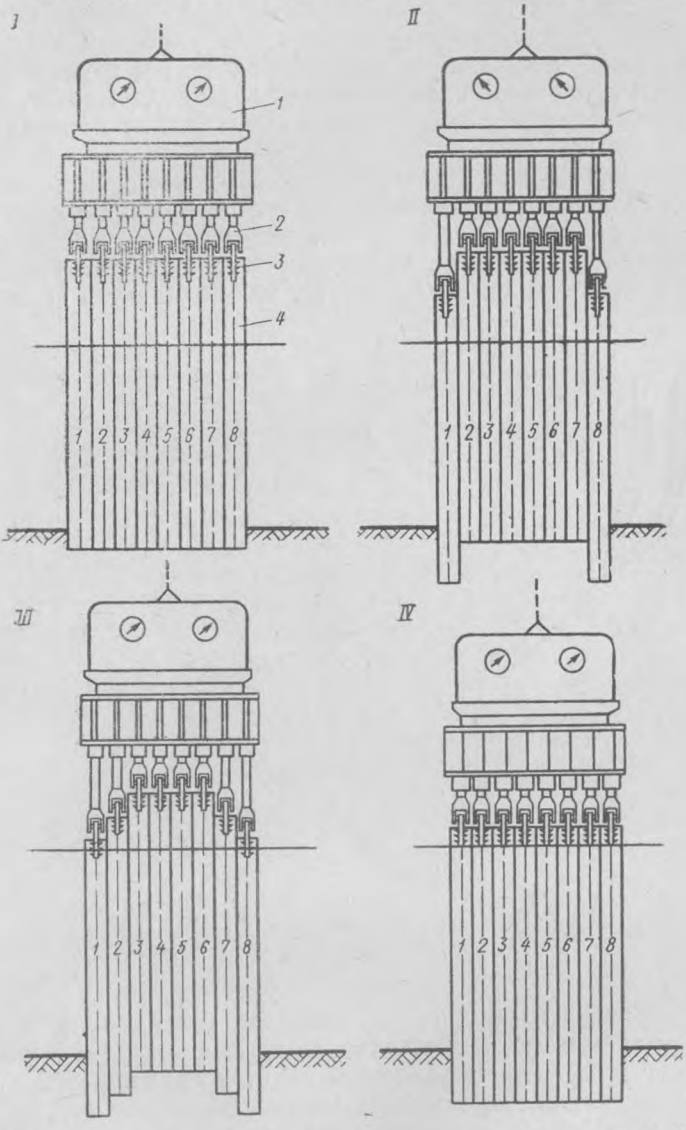


Рис. 91. Схема работы гидравлического погружения свай:
1 — гидравлический погружатель; 2 — домкрат; 3 — наголовник; 4 — шпунтины

регаты применяются для вдавливания свай сечением 30×30 *см* длиной до 6 *м* в сухопутных условиях. Для вдавливания свай до 11 *м* в комплект агрегатов включается оборудование, позволяющее до на-

чала погружения свай бурить лидерные скважины, длина которых равна 0,7—0,8 длины сваи.

В последние годы за рубежом и в СССР (на Каспийском море) при возведении причалов островного типа для размещения на них механизмов или геолого-разведочного оборудования находит применение способ вдавливания опор (оболочек) в грунт с помощью специальных гидродомкратов большой грузоподъемности, производящих одновременно с погружением опор подъем понтона над горизонтом воды.

Применение подмыва диктуется, обычно, необходимостью преодолевать большое сопротивление грунта погружению сваи описанными выше способами. Погружение подмывом заключается в том, что к нижнему концу сваи, через одну или несколько трубок с насадками диаметром 38—100 *мм* (рис. 92) подводится вода под на-

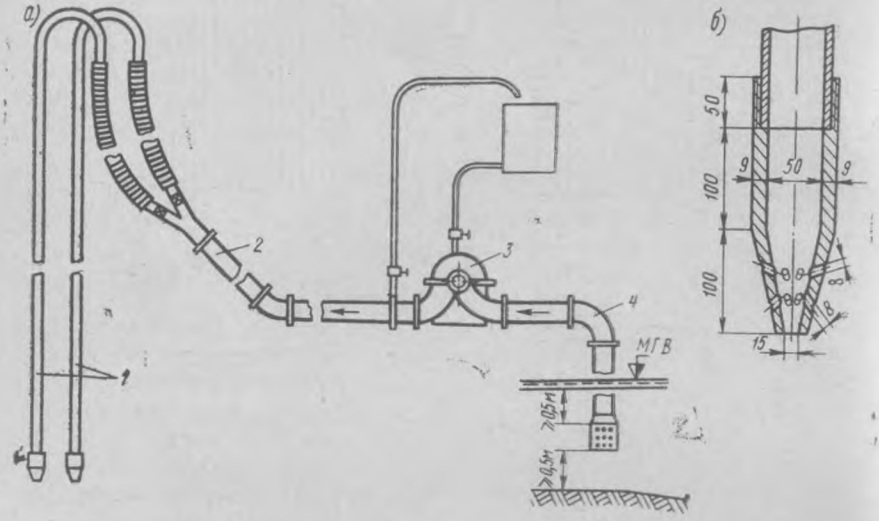


Рис. 92. Установка для погружения свай и оболочек подмывом:
а — схема установки: 1 — трубы для размыва; 2 — нагнетательный трубопровод; 3 — насос; 4 — всасывающий трубопровод; б — наконечник подмывной трубы

пором, которая размывает грунт, ослабляя силы трения и сцепления между частицами, взвешивает твердые частицы и выносит их на поверхность грунта. В размытый грунт погружение сваи облегчается; свая погружается под собственным весом или под весом наголовника и молота (вибропогружателя), установленного на ней. Расход и напор воды назначаются с учетом характеристики грунтов и глубины погружения сваи (табл. 21). Расход воды должен обеспечивать сохранение на некоторый период времени под нижним концом сваи размытой массы грунта с нарушенной структурой и обтекаемость водой боковой поверхности сваи, а напор — взвешивание твердых частиц грунта.

Таблица 21

Грунты, обладающие способностью размываться	Глубина погружения свай в грунт, *м*	Необходимый напор у наконечника подмывной трубки, *ат*	Внутренние диаметры подмывных труб (*d*, *мм*) и расход воды на сваю (*Q*, *л/мин*) при диаметре сваи (*D*, *см*)			
			D=30÷50		*D*=50÷70	
			d	*Q*	*d*	*Q*
Илы, заиленные пески, мелкозернистые пески, мягкие глины, супеси	5—15	4—8	37	400—1000	50	1000—1500
	15—25	8—10	68	1000—1500	80	1500—2000
	25—35	10—15	80	1500—2500	106	2000—3000
Пески и супеси слежавшиеся, пески с примесью гравия и гальки, суглинки, глины средней плотности	5—15	6—10	50	1000—1500	68	1500—2000
	15—25	10—15	80	1500—2500	106	2000—3000
	25—35	15—20	106	2500—3000	106—131	2500—4000

Вода для подмыва подается в систему насосной установкой, расположенной непосредственно на копре (кране) или вблизи от места подмыва свай. Количество подмывных трубок устанавливается из расчета одна трубка на 1 *пог. м* периметра сваи или оболочки, но не менее двух трубок на сваю.

При погружении наклонных свай используются три трубки: одна располагается вдоль верхней наклонной грани, две другие—по бокам сваи.

При погружении сваи в тяжелые связные грунты подмыв чередуется с работой молота (вибропогружателя).

Погружение свай подмывом прекращается, когда острие сваи или нож оболочки достигнет отметки, превышающей отметку низа сваи на 1—1,5 *м*. Дальнейшее допогружение должно производиться только молотом или вибропогружателем до момента получения проектного отказа. Чтобы легче контролировать заглубление наконечника по отношению к острию сваи, а также глубину погружения сваи, на подмывных трубках и свае делают разметку длины. Для предотвращения наплыва грунта внутрь полых свай в процессе их вибропогружения с подмывом необходимо, чтобы нижние концы подмывных трубок были выше нижнего торца оболочки на 0,5—1,5 *м*.

Комбинированный способ погружения сваи (шпунта и оболочки) с использованием подмыва грунта применим в случаях, если гарантировано, что подмыв не нарушит устойчивость строящегося сооружения или расположенных вблизи от него зданий и сооружений.

Применение подмыва грунта при погружении свай забивкой увеличивает производительность на 40—80% — при использовании подвесных молотов и на 25—35% — при использовании молотов одиночного действия. Чередование подмыва грунта с погружением свай забивкой имеет следующие преимущества: появляется возможность погружения тяжелых свай и при несоблюдении соотношения веса молота к весу сваи, необходимых при погружении свай забив-

кой; отсутствуют сильные сотрясения грунта; процесс погружения облегчается; обеспечена сохранность головы сваи; при погружении деревянных свай не требуются бугели; процесс погружения удешевляется и ускоряется.

§ 42. Особенности сооружения свайных оснований на скальных грунтах. Набивные сваи

Для сооружения свайных оснований на скальных грунтах используются три способа: закрепление колонн-оболочек и свай в заранее пробуренных скважинах; заглубление вертикальных и на-

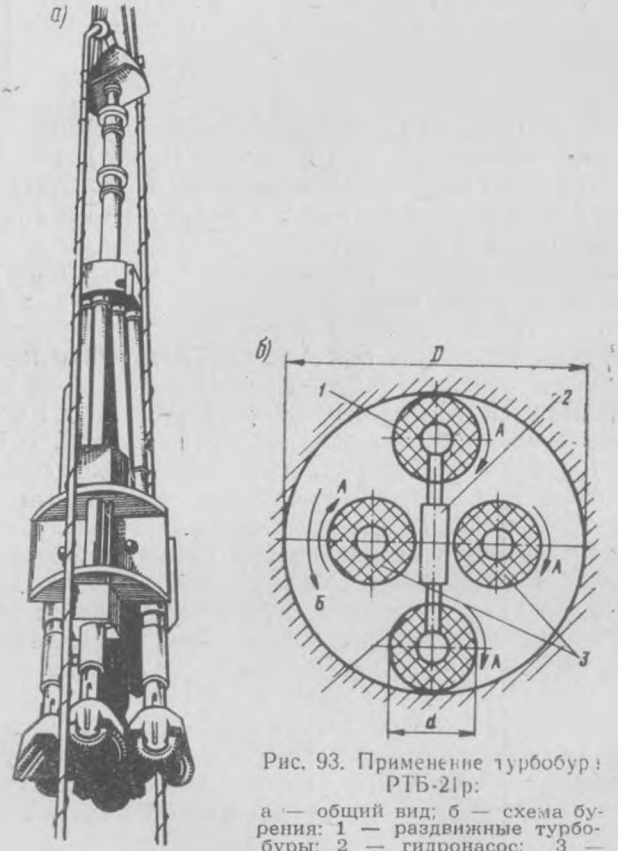


Рис. 93. Применение турбобура РТБ-21р:
а — общий вид; б — схема бурения: 1 — раздвижные турбобуры; 2 — гидронасос; 3 — неподвижные турбобуры

клонных трубчатых металлических свай при помощи вставного турбобура; установка на подготовленное основание колонн-оболочек с железобетонными башмаками.

Работы по бурению скважин глубиной 3—4,5 *м* диаметром 1,8—1,9 *м* в плотных грунтах выполняются раздвижным реактивным

турбобуром РТБ-21р, состоящим из четырех турбобуров (рис. 93). На гаке плавучего крана подвешивается инвентарная колонна-оболочка с находящимся в ее полости турбобуром. До начала бурения с поверхности плотных грунтов плавкраном с грейфером удаляются слабые грунты, чтобы они не засоряли пробуренные скважины. Для обеспечения точности расположения скважин используется плавучий кондуктор с направляющими устройствами.

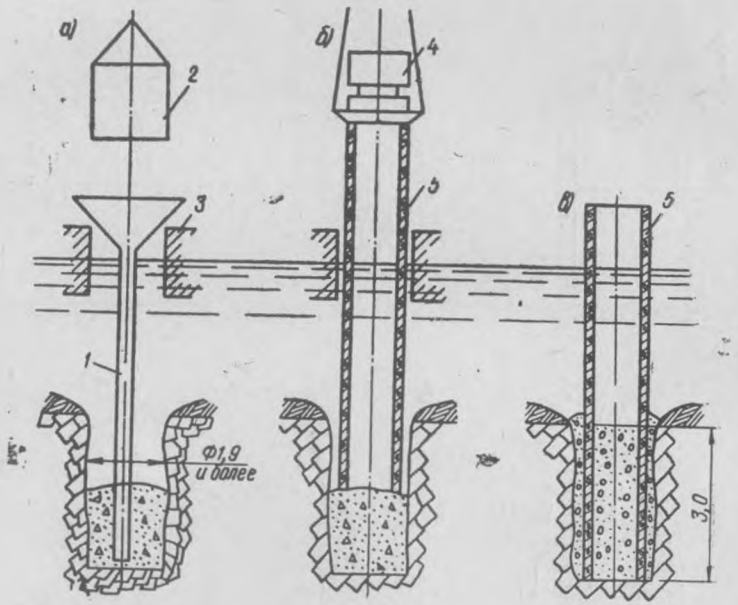


Рис. 94. Технологическая схема заделки колонны-оболочки в пробуренную скважину:

а — установка плавкондуктора на ось, подача бетона в скважину через воронку; б — снятие воронки с трубой, установка колонны-оболочки и вибропогружателя, вибропогружение оболочки в бетон; в — снятие вибропогружателя; 1 — бетонолитная труба; 2 — бадья; 3 — плавкондуктор; 4 — вибропогружатель с наголовником; 5 — колонна-оболочка

После устройства скважины ее очищают от наносов водой, подаваемой от гидромонитора, и заполняют подводным бетоном с использованием метода ВПТ. Оборудование для подводного бетонирования (бункер с трубой) устанавливается в направляющих плавкондуктора. После заполнения скважины бетоном в нее опускают колонну-оболочку. Вначале, под собственным весом и весом вибропогружателя, колонна-оболочка опускается в свежеуложенный бетон на глубину до 0,5 *м*, а затем допогружается при включенном вибраторе за один залог (10 *сек*) до дна скважины и в таком положении выдерживается в течение 16—18 *ч* до набора подводным бетоном достаточной прочности. На рис. 94 показана технологическая схема заделки колонны-оболочки в скважину описанным методом.

Для бурения скважин в железобетонных оболочках диаметром 1,6 *м* может быть использован станок ударно-канатного бурения УКС-30 (установленный на понтоне) с литым или клепаным долотом, а для трубчатых свай диаметром до 50 *см* также турбобур типа Т12М2-К-10 с долотом-расширителем для образования скважин диаметром 39—62 *см*.

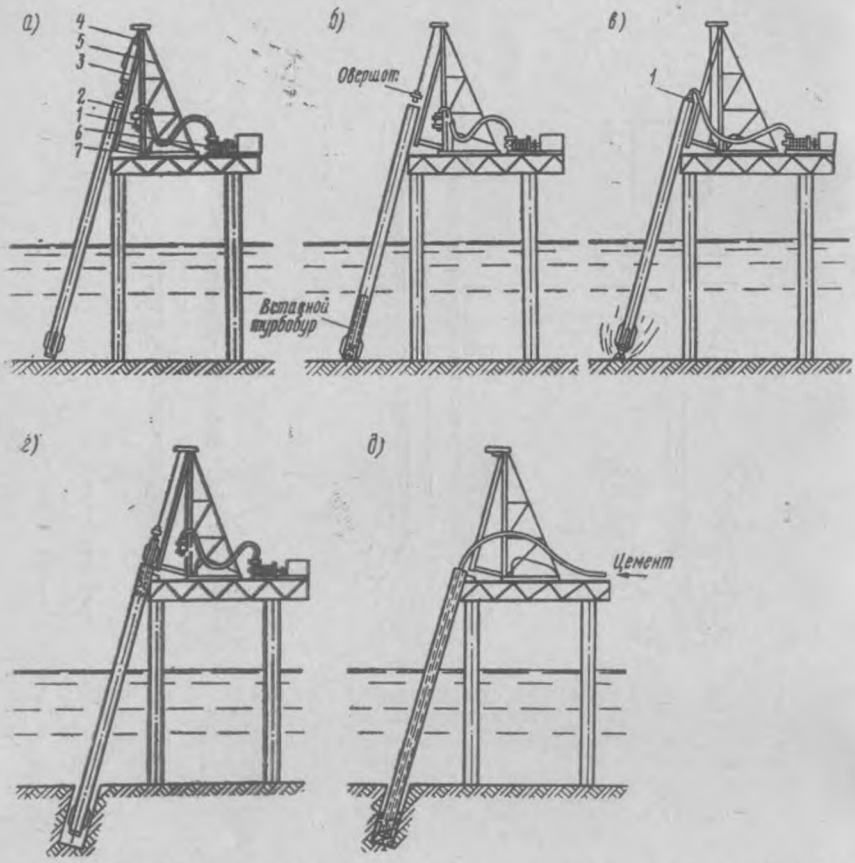


Рис. 95. Технологическая схема подготовки и заглубления бурозаливной сваи: а — установка сваи и спуск в полость сваи вставного турбобура на овершоте, (захвате): 1 — устьевая головка; 2 — свая; 3 — вставной турбобур; 4 — овершот; 5 — копер; 6 — насос; 7 — морское основание; б — освобождение и извлечение овершота наверх; в — присоединение шланга от насоса к верху сваи с помощью устьевой головки; приподнимание сваи для выхода долота; нагнетание воды в сваю — начало бурения; г — окончание заглубления; вставной турбобур извлекается овершотом; д — опускание шланга внутрь свай и заливка цементного раствора в скважину

На рис. 95 изображен технологический процесс подготовки и заглубления наклонной бурозаливной сваи с эстакады.

Если есть опасность вызвать оползневые явления сотрясениями грунта, образующимися при забивке или вибропогружении свай, а

также если транспортировка и погружение заранее изготовленных свай затруднены, применяются набивные бетонные сваи, устраиваемые на месте, т. е. непосредственно на стройплощадке в местах, предусмотренных проектом.

Бетонные набивные сваи классифицируются по следующим признакам: 1-я группа — сваи, изготавливаемые в скважинах, стенки которых временно защищаются инвентарными обсадными трубами;

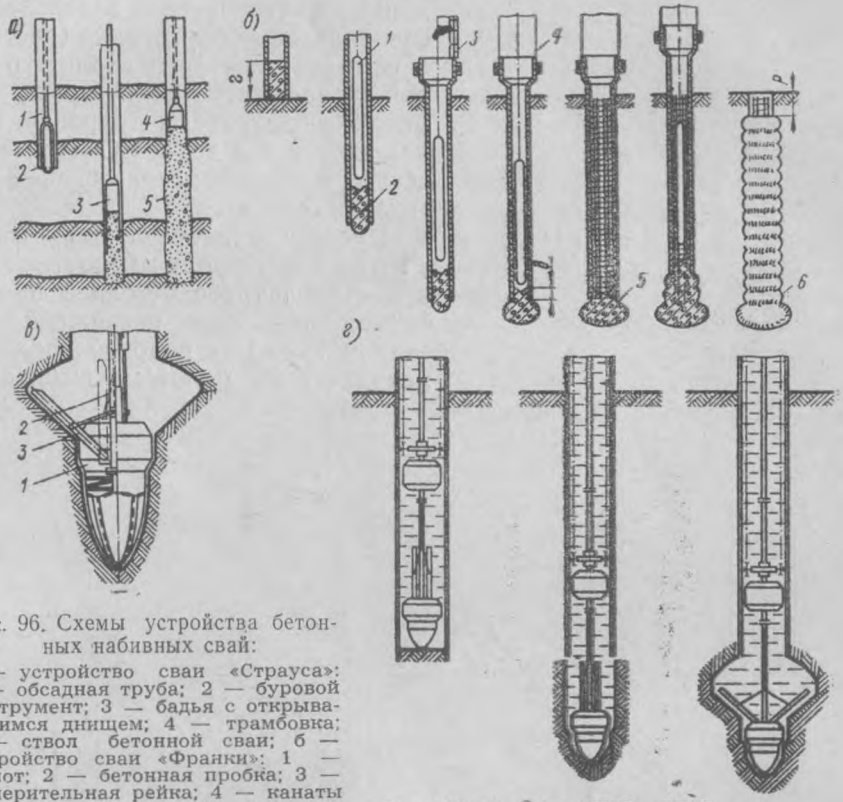


Рис. 96. Схемы устройства бетонных набивных свай:

а — устройство сваи «Страуса»: 1 — обсадная труба; 2 — буровой инструмент; 3 — бадья с открывающимся днищем; 4 — трамбовка; 5 — ствол бетонной сваи; б — устройство сваи «Франки»: 1 — молот; 2 — бетонная пробка; 3 — измерительная рейка; 4 — канаты для подъема обсадной трубы; 5 — пята сваи; 6 — ствол сваи; в — схема устройства для образования уширения в основании сваи-оболочки: 1 — фреза диаметром 1,6 *м*; 2 — стойка с раскрывающимися ножами; 3 — ножи; г — схема образования уширенной пяты

2-я группа — сваи, изготавливаемые в скважинах с грунтовыми стенками; 3-я группа — сваи, изготавливаемые в скважинах с постоянно закрепленными при помощи оболочек стенками.

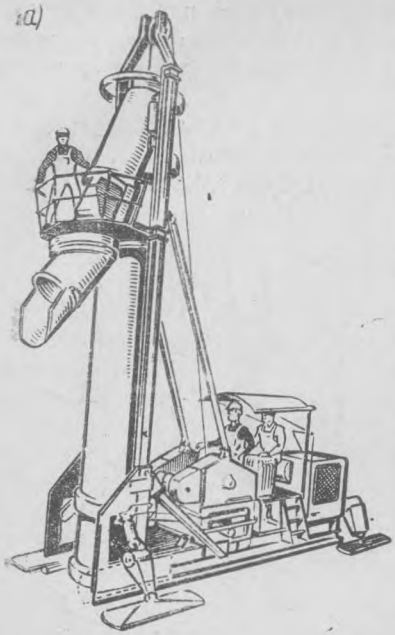
К 1-й группе относятся сваи: «Страуса», «Беното», «Като», частотрамбованные, «Франки», корневидные, вибросваи и др. (рис. 96).

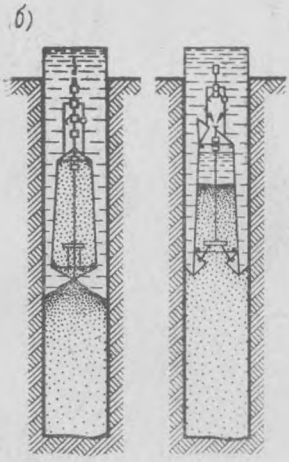
Сваи «Страуса» изготавливаются в следующей последовательности: бурение скважин диаметром 30—40 *см* под защитой обсадной трубы; осаживание обсадной трубы в грунт по мере извле-

чения из ее полости грунта; укладка в полость трубы бетонной смеси с помощью бадьи с открывающимся дном малыми порциями (слой высотой до 1 *м*); уплотнение бетона в трубе трамбовкой с постепенным извлечением трубы.

Сваи «Беното» являются разновидностью свай «Страуса». Для их устройства используется специальное оборудование (рис. 97), в комплект которого входят: буровой станок, грейферный ковш, буровой расширитель, буровой клапан-желонка и др. В СССР имеется некоторый опыт использования установки «Беното».

Процесс изготовления свай «Франки» состоит из: формования в обсадной трубе бетонной пробки высотой 30—70 *см*; погружения обсадной трубы с пробкой забивкой механическим молотом; выбивания





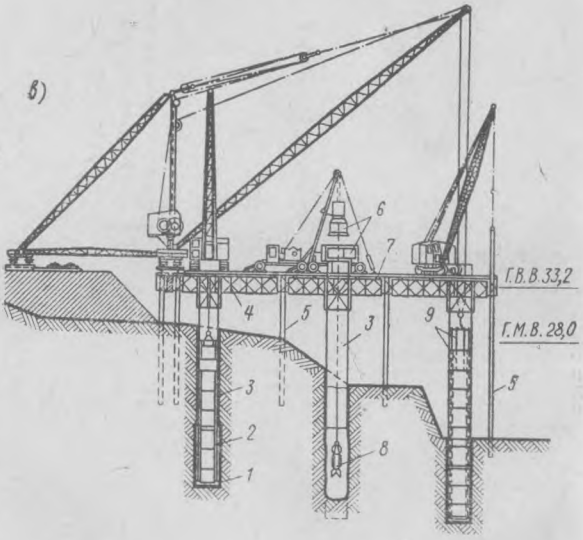


Рис. 97. Применение установки «Беното» для устройства бетонных набивных свай:

а — общий вид установки; б — загрузка скважины бетонной смесью при помощи бадьи; в — устройство свай в основании причала (Англия): 1 — трубчатые сваи для подмостей; 2 — инвентарные фермы подмостей; 3 — сборный настил подмостей из балок и шпал; 4 — стальные обсадные трубы; 5 — установка «Беното»; 6 — грейферный ковш; 7 — бетонная подушка; 8 — секции сборной колонны-оболочки; 9 — процесс установки дерриковым краном

бетонной пробки из трубы; формования подошвы сваи; установки арматурного каркаса в полость обсадной трубы; укладки бетонной смеси порциями и уплотнения бетона подвесным молотом с постепенным извлечением обсадной трубы.

Вибросваи являются разновидностью свай «Франки». Взамен формования в нижней части трубы бетонной пробки при устройстве этих свай под обсадную трубу с прикрепленным к ней вибратором подкладывается чугунный или железобетонный башмак, имеющий изоляционную прокладку в виде промасленного шнура, и труба погружается в грунт вместе с башмаком.

Частотрамбованные сваи сооружаются следующим образом. Сначала паровоздушным молотом двойного действия (частота ударов 70—80 ударов в минуту) погружается в грунт обсадная труба диаметром 42 *см* со съемным чугунным башмаком. Затем в полость трубы устанавливается арматурный каркас со спиральной арматурой и начинается процесс бетонирования. Бетонная смесь, с осадкой конуса 7—8 *см*, подается в полость трубы с таким расчетом, чтобы труба была заполнена на $^1/_3$—$^1/_2$ высоты. После этого к обсадной трубе прикрепляются специальные тяговые соединения для извлечения трубы. При ударе молота вверх, по тяговым соединениям, обсадная труба приподнимается на 2—2,5 *см* и бетонная смесь вытекает из трубы. При ударе молота вниз, по верхнему торцу трубы, происходит уплотнение бетонной смеси нижним торцом трубы. После извлечения обсадной трубы на $^1/_4$ высоты полость ее загружается второй порцией бетона и процесс последовательного извлечения трубы и уплотнения бетона повторяется.

Для повышения несущей способности сваи устраивают уширения в ее нижней части с помощью специального уширителя ЦНИИС.

В последние годы получили распространение бетонные и железобетонные набивные сваи с камуфлетным уширением, так называемые камуфлетные сваи, которые применяются в лессовидных просадочных грунтах. Они отличаются тем, что в нижнем конце сваи с набивным стволом с помощью взрыва образуется уширенная пята. Для устройства камуфлетной сваи выполняют следующее: бурение скважины под защитой обсадной трубы с конусным наконечником; опускание к скважину заряда ВВ с электродетонатором; заполнение полости трубы литым бетоном (осадка конуса 18 *см*); приподнимание трубы на 1—1,5 *м*; взрывание заряда ВВ для образования уширения; установка в верхнюю часть скважины арматурного каркаса; окончание бетонирования ствола. При наличии в обсадной трубе воды укладку бетона перед взрыванием производят методом ВПТ; трубу перед взрыванием не приподнимают.

Ко 2-й группе относятся буронабивные и виброштампованные сваи, сваи «Компрессоль» и др.

Буронабивные сваи устраиваются в следующей последовательности: бурение скважины под глинистым раствором; запол-

нение полости скважины литым бетоном (осадка конуса 18 *см*) методом ВПТ.

При шнековом способе бурения буронабивные сваи устраивают длиной до 15 *м*, диаметром 30—60 *см*, а при необходимости повышения несущей способности — с уширением внизу сваи до 1,2—1,6 *м* и более. Уширение осуществляется с помощью специального фрезерного механического уширителя скважин. При роторном бурении скважины эффективным способом проходки является замена промывочной жидкости (глинистого раствора) сжатым воздухом, при этом скорость бурения может увеличиваться в 10 раз. Таким способом можно устраивать буронабивные сваи длиной до 100 *м*, диаметром 40—80 *см* и уширением до 2 *м* и более.

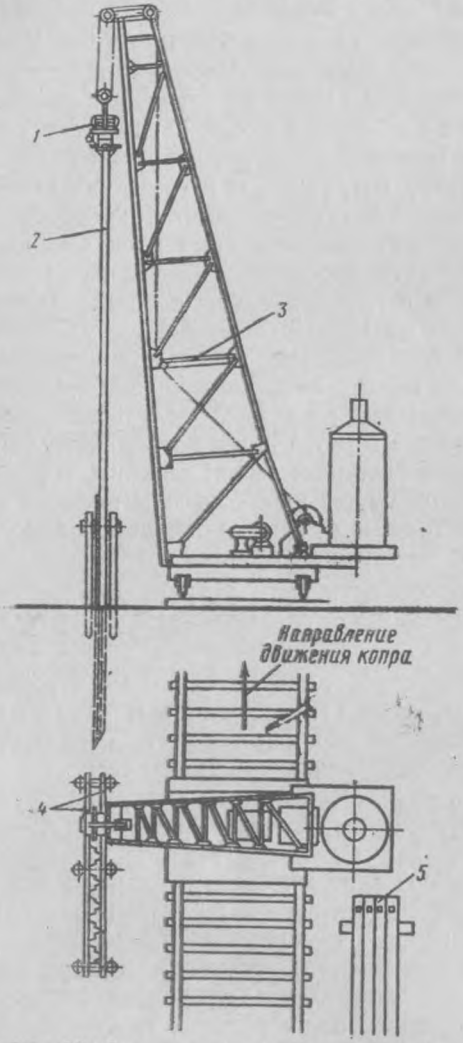


Рис. 98. Схема организации работ по погружению шпунта вибропогружателем при помощи универсального свайного копра:

1 — вибропогружатель ВПП-2; 2 — металлическая шпунтовая свая; 3 — универсальный копер; 4 — направляющие; 5 — подготовленные сваи к погружению

К сваям 3-й группы относятся сваи «Раймонд» и др. Устройство таких свай включает: бурение скважин под защитой постоянной (неизвлекаемой) обсадной трубы (или оболочки); очистку полости трубы; установку в трубу армокаркаса; бетонирование сваи.

§ 43. Оборудование для погружения свай

Оборудование, применяющееся для погружения свай, шпунта и оболочек, разделяется на основное — копры, краны, молоты, вибропогружатели, кабестаны и др. — и вспомогательное — буксиры, плавкондукторы, направляющие устройства и т. п.

Погружение свай способами, описанными в § 41, осуществляется в основном с использованием плавучих

механизмов: копров и кранов. При наличии необходимых условий погружение свай может быть выполнено при помощи сухопутных копров (рис. 98) и кранов, работающих с берега, с подмостей, со льда или с плит верхнего строения, смонтированных на ранее погруженных сваях, при пионерном способе ведения работ.

При работе береговых копров (кранов) с подмостей ширина подмостей определяется по формуле

$$B=b+2a, \qquad (82)$$

где B — ширина подмостей, *м*;

b — максимальная ширина копра (крана), *м*;

a — запас на проход, *м* ($a \geqslant 2{,}5$ *м*).

В портовом гидротехническом строительстве нашли применение паровоздушные молоты и дизель-молоты (рис. 99).

В портовом гидротехническом строительстве широко распространены вибропогружатели; при погружении оболочек диаметром более 0,6 *м* и крупнопанельного шпунта они незаменимы. В настоящее время создано много моделей высокочастотных (с подрессоренной пригрузкой) и низкочастотных вибропогружателей (рис. 100). При завинчивании цилиндрических свай применяются кабестаны.

При производстве свайных работ используются передвижные компрессоры для снабжения воздухом паровоздушных молотов и передвижные электростанции мощностью до 400 *квт* для снабжения электроэнергией вибропогружателей.

Усовершенствование конструкций свай было неразрывно связано с созданием специальных плавучих кондукторов, обеспечивающих точность погружения цилиндрических оболочек, шпунта и точность установки забуриваемых колонн-оболочек.

На рис. 101,*а* показан плавучий кондуктор для погружения колонн-оболочек диаметром 1,6 *м*. Основные узлы кондуктора: корпус, четыре захвата и три направляющие обоймы. Главные размеры: длина 29 *м*; ширина в носовой части 14 *м*; ширина на миделе 6,6 *м*; высота борта 2,5 *м*; средняя осадка 0,7 *м*; вес корпуса 76,9 *т*.

Металлические захваты, состоящие из двух балок, шарнирно прикреплены к бортам корпуса. На каждой балке установлены обоймы с дубовой обделкой, шарнирно связанные с балкой. Это дает возможность охватить колонну-оболочку обоймой без перекосов и зазоров. Балки захвата сжимают колонну-оболочку с помощью гидравлических домкратов, работающих от гидросистемы кондуктора. Направляющие металлические обоймы диаметром 1,65 *м* и высотой 6 *м* состоят из двух полуцилиндров: один прикреплен к корпусу жестко, другой — шарнирно. Обоймы раскрываются и закрываются с помощью гидравлических домкратов.

Плавучий кондуктор для колонн-оболочек диаметром 1,6 *м* снабжен: швартовным, папильонажным и якорным устройствами, осветительной системой; двумя насосами — для работы гидроэлеватора при удалении грунта из полости оболочки и для гидроподмыва грунта; четырьмя шпилями с тяговым усилием по 1,5 *т*.

Конструкция плавкондуктора определяет последовательность погружения оболочек. Первые три колонны-оболочки погружаются

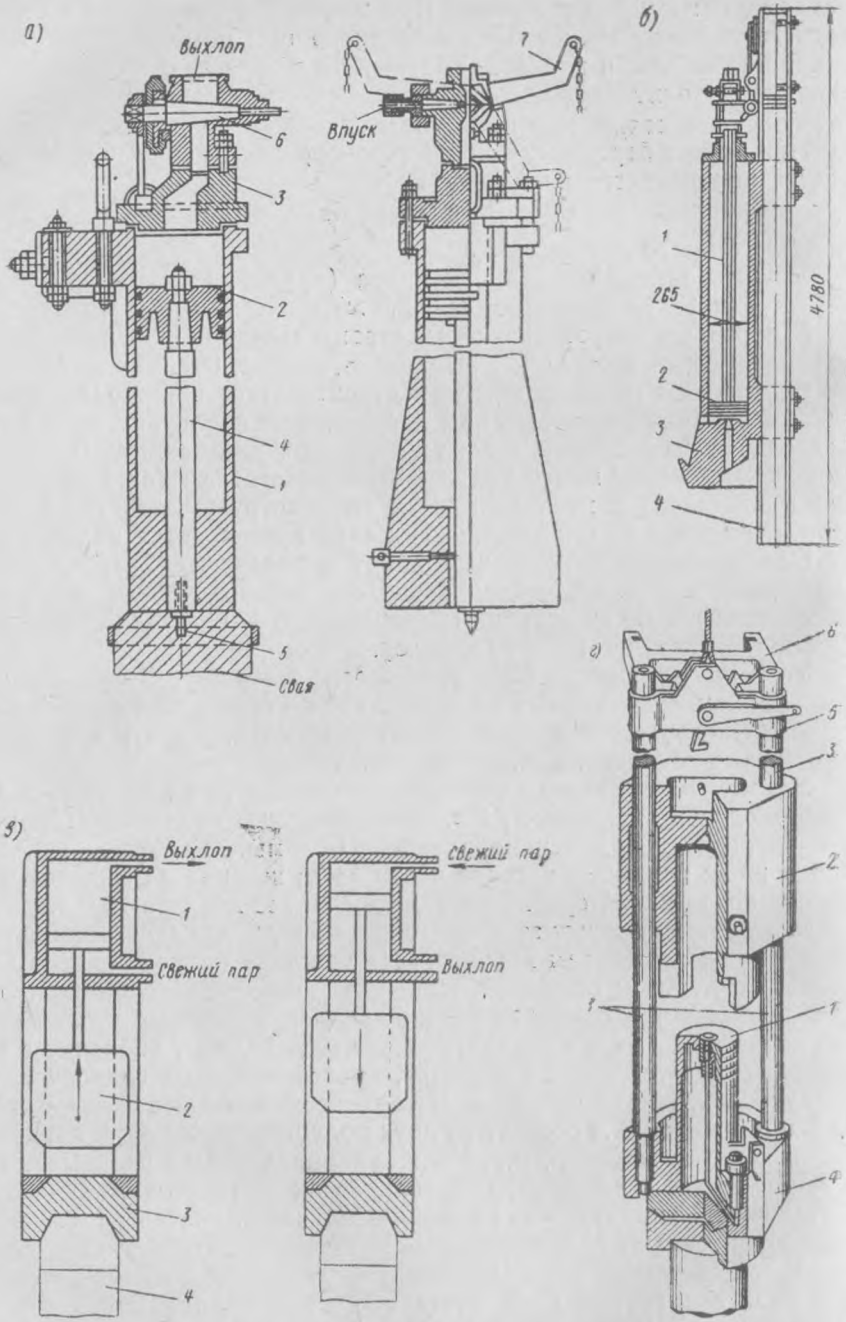


Рис. 99. Молоты для забивки свай:
а — паровоздушный молот одиночного действия типа ЦБА: 1 — чугунный корпус; 2 — поршень; 3 — головка с распределительным устройством; 4 — шток поршня; 5 — острие штока; 6 — поворотный кран для впуска пара

через кормовую направляющую обойму и две носовые направляющие обоймы. Плавкондуктор в это время раскрепляется на четырех якорях. Затем кондуктор перемещается параллельно продольной оси сооружения и своими средними захватами закрепляется за две погруженные оболочки. С этой стоянки, через кормовую и две носовые направляющие обоймы, погружаются последующие три оболочки. Далее кондуктор с раскрытыми обоймами и захватами перемещается в продольном направлении на длину, равную продольному шагу оболочек, и закрепляется захватами на четырех колоннах-оболочках, погруженных с предыдущей стоянки.

Дальнейшие операции и маневрирование кондуктора повторяются в той же последовательности.

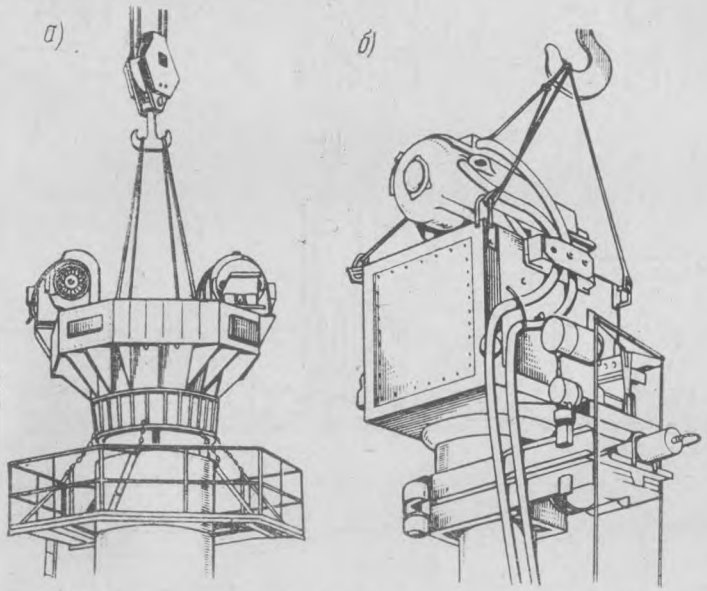


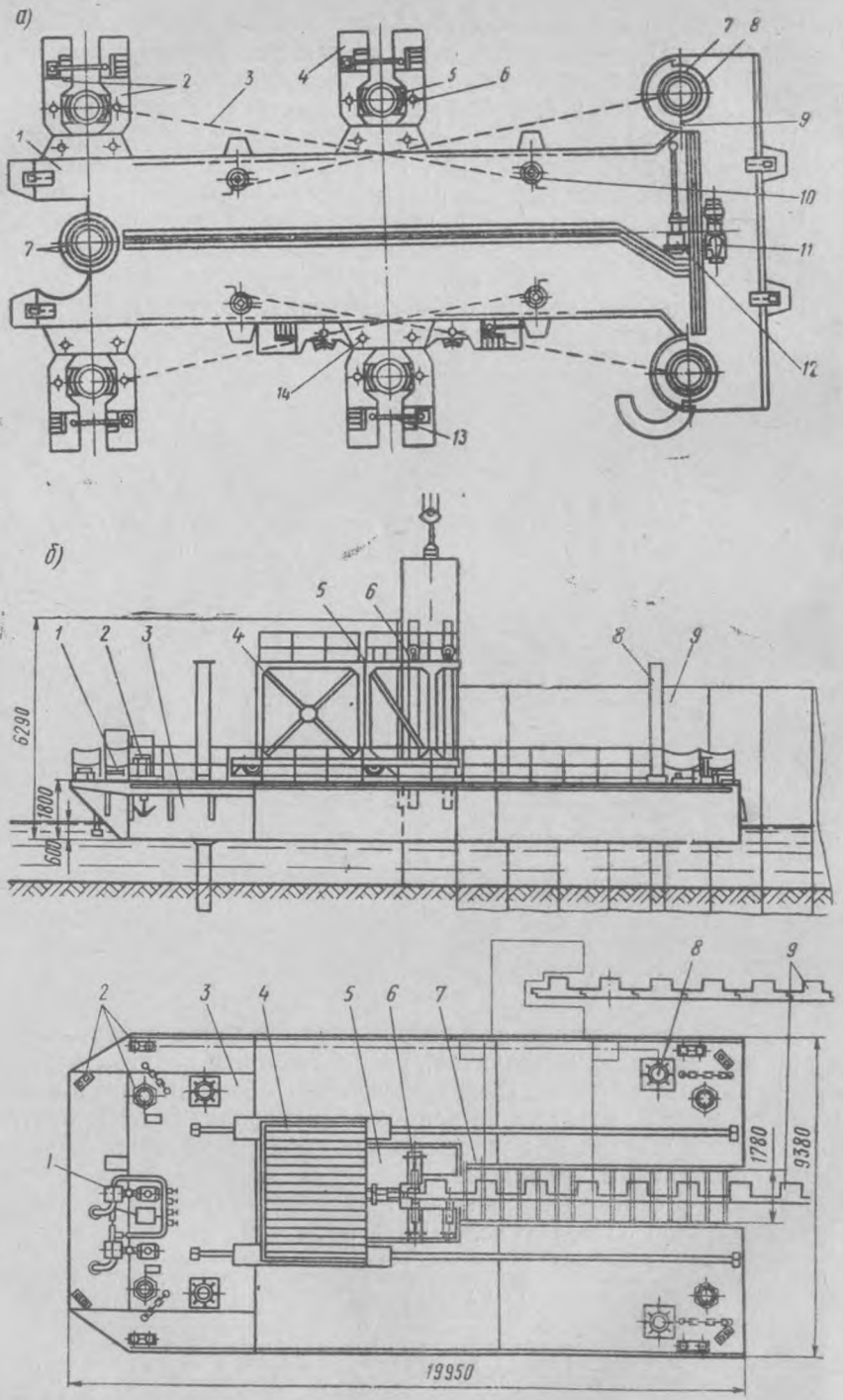
Рис. 100. Низкочастотные вибропогружатели: *а* — ВП-170; *б* — ВП-3

Правильность установки и погружения оболочек контролируется при помощи двух теодолитов, расположенных на двух взаимно перпендикулярных осях. Плавкондукторы обеспечивают высокую степень точности: отклонение оси колонны-оболочки от проектной оси не более ±5 *см*. В направляющие обоймы колонны-оболочки заводятся плавучим краном.

В тресте «Волгодонгидрострой» изготовлен универсальный плавучий кондуктор УПК-1 (рис. 101,*б*), предназначенный для погру-

---

или поздуха; 7— подвеска; б— паровоздушный молот одиночного действия типа СССМ-07 с полуавтоматическим распределительным устройством (вид сбоку): 1 — полый шток; 2 — неподвижный поршень; 3 — цилиндр; 4 — направляющая рейка; в — паровоздушный молот двойного действия: 1 — паровой цилиндр; 2 — ударная часть; 3 — ударная подушка; 4 — свая; г — дизель-молот штанговый типа С:1 — поршневой блок; 2 — ударная часть; 3 — направляющие штанги; 4 — топливный резервуар; 5 — кошка; 6 — траверса


а)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
б)
1
2
3
4
5
6
8
9
6290
1800
600
1
2
3
4
5
6
7
8
9
1780
9380
19950

жения шпунтовых свай различных размеров и оболочек диаметром до 1,6 *м*. Сваи и оболочки можно погружать в один или несколько рядов, но при условии, что между рядами расстояние не меньше 1 *м*. Основные показатели УПК-1: длина 19,9 *м*, ширина 9,38 *м*, количество погружаемых шпунтин таврового сечения (с шириной полки 1,6 *м*) с одной стоянки — 7 штук.

Основными узлами УПК-1 являются: корпус П-образной формы, собранный из пяти инвентарных понтонов типа КСУ; самоходная тележка с навесной рамой, оборудованной направляющими; четыре трубчатые опорные сваи. На палубе кондуктора уложены рельсы.

При погружении свай и оболочек через П-образную прорезь самоходная тележка перемещается по рельсам над прорезью; при погружении с борта рельсы укладываются вдоль одного из бортов кондуктора и тележка устанавливается на них (прорезь в этом случае перекрывается деревянными щитами).

Кондуктор оборудован якорно-швартовным устройством, состоящим из: двух шпилей с тяговым усилием по 1 *т*, двух ручных лебедок грузоподъемностью по 1 *т*, четырех кнехтов, четырех киповых планок и двух цепных стопоров; насосной станции из двух насосов и четырех подмывных трубок диаметром 50 *мм*, длиной по 15 *м*.

Кондуктор УПК-1 работает с плавучим краном, понтоном или палубной баржей и может быть использован на работах по монтажу анкерных устройств, навеске отбойной рамы и заделке стыков между сваями (шпунтинами, оболочками).

После точной установки УПК-1 над местом погружения свай и закрепления его с помощью трубчатых опорных свай накатывают самоходную тележку и закрепляют ее четырьмя рельсовыми захватами на путях. Затем с помощью плавучего крана в прорезь заводится шпунтина (или свая) и закрепляется в зажимных устройствах самоходной тележки. Шпунт погружают с подмывом в комбинации с вибрированием. После погружения семи шпунтин (общей шириной 11,2 *м*) УПК-1 перемещается с помощью папильонажа вдоль оси лицевой стенки больверка и процесс повторяется. УПК-1 обслуживает 6 человек команды. Сменная производительность по погружению: 4 шпунтины таврового сечения или 24 призматические шпунтины сечением 45×45 *см*.

На рис. 102 показана схема плавучего кондуктора, применяемого в тресте «Балтморгидрострой» для погружения свай-оболочек диаметром 1,2 *м*. Плавкондуктор представляет собой пространственную конструкцию с двенадцатью направляющими ячейками-захватами. Направляющий каркас смонтирован на шести инвентар-

Рис. 101. Схемы плавкондукторов:
а — для погружения колонн-оболочек: 1 — корпус; 2 — захват; 3 — трос для передвижения кондуктора; 4 — балка захвата; 5 — прокладки; 6 — шаровой шарнир; 7 — направляющая обойма; 8 — полуцилиндр, закрепленный на корпусе; 9 — откидной полуцилиндр, 10 — швартовное и якорно-папильонажное устройства; 11 — гидроподмыв; 12 — эрлифт; 13 — стяжка балок; 14 — шарнир поворота балок; б — кондуктор УПК-1: 1 — насосная станция; 2 — якорно-швартовное устройство; 3 — корпус; 4 — самоходная тележка; 5 — навесная рама с направляющими; 6 — зажимное устройство; 7 — инвентарная балка; 8 — фиксирующая свая; 9 — шпунтовая стенка

ных понтонах КСУ, жестко соединенных между собой. Техническая характеристика плавкондуктора: размер в плане 14,4×14,1 *м*, осадка 0,4 *м*, количество погружаемых свай-оболочек с одной стоянки — 8, количество захватов — 12, грузоподъемность кондуктора 100 *т*, количество рядов свай-оболочек — от 2 до 4, шаг свай 5,25×5,25 *м*.

Плавучий кондуктор закрепляется в необходимое положение с помощью четырех захватов (двух крайних и двух средних), обжимающих четыре ранее погруженные сваи-оболочки поперечного ряда эстакады. Остальные восемь захватов используются для погружения новых свай-оболочек. Захват кондуктора представляет собой плоскую металлическую раму, шарнирно прикрепленную к палубе кондуктора. При опускании рамы образуется ячейка, в которую вставляется погружаемая свая-оболочка.

Плавкондуктор для поддержания колонн-оболочек диаметром 1,6 *м* при забуривании имеет три захвата по типу направляющих обойм плавкондуктора для погружения таких оболочек (см. выше).

Плавкондуктор на выдвижных ногах (рис. 103) используется в условиях приливно-отливного режима. Он состоит из двух понтонов; восьми выдвижных ног — свай с опорными башмаками и стопорным устройством; пространственных металлических каркасов для создания рабочей площадки и скрепления понтонов между собой; гидравлической системы для подъема рабочей площадки на незатопленный уровень и опускания ее на воду при переходах на другую стоянку; четырех лебедок; киповых планок и направляющих ячеек. Основные технические показатели кондуктора: длина 36,8 *м*; ширина 23,5 *м*; высота от палубы до низа каркасов 3,6 *м*; вес 360 *т* (с людьми и оборудованием 490 *т*). На рабочей площадке размещаются: два буровых станка УКС-30М; виброустановка ВУ-1,6; гусеничный кран МКГ-25 грузоподъемностью 25 *тс*; турбобуры Т12РТ-9; эрлифт с подмывным устройством и др.

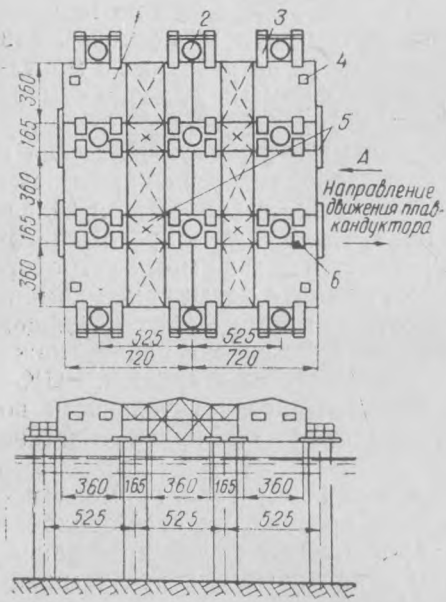


Рис. 102. Плавучий кондуктор для погружения свай-оболочек ∅ 1,2 *м*: 1 — понтоны; 2 — погружаемые сваи-оболочки; 3 — крайние откидные захваты; 4 — швартовные лебедки; 5 — связи усиления; 6 — средние откидные захваты

С помощью этого плавкондуктора можно забуривать металлические оболочки диаметром 1,6 *м* и погружать их методом вибрирования.

Для обеспечения точности погружения двутаврового железобетонного шпунта сечением 0,4×0,5 *м* в тресте «Севзапморгидрострой» было использовано направляющее устройство и прижимная тележка. Направляющая рама из шпунтин подвешивалась к маячным сваям. Полукруглые пазы погружаемых шпунтин являлись направляющими для перемещения колес прижимной тележки.

Призматические железобетонные сваи погружаются обычно с помощью навесных металлических жестких направляющих рам.

Направляющие устройства для погружения металлического шпунта устраиваются следующим образом: погружаются две маячные сваи (обычно в виде металлических труб) и к ним с помощью

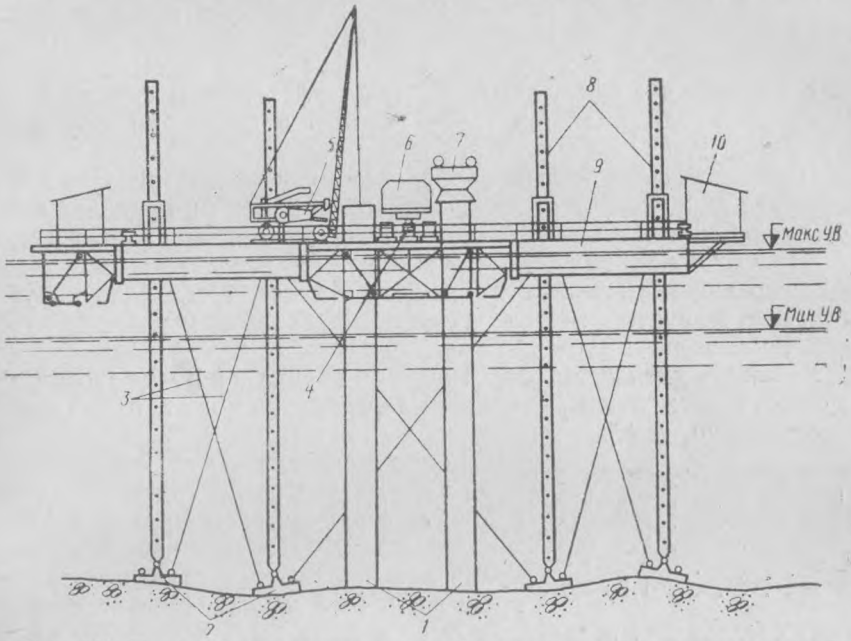


Рис. 103. Плавучий кондуктор для забуривания металлических колонн-оболочек ∅ 1,6 *м*:

1 — погружаемые оболочки; 2 — опорные башмаки; 3 — тросовые связи; 4 — ручная лебедка; 5 — буровой станок УКС-30м; 6 — кран МКГ-25; 7 — виброустановка ВУ-1,6; 8 — выдвижные ноги; 9 — понтон; 10 — насосная станция гидросистемы

болтов прикрепляются с лицевой стороны — шпунтина, с тыловой — балка из швеллеров, которая впоследствии используется как распределительный пояс. Расстояние между параллельными направляющими равно высоте профиля шпунтин. По мере погружения шпунта лицевая направляющая перемещается по маячным сваям вдоль оси больверка, а тыловая направляющая остается на месте и закрепляется постоянно на погруженном шпунте. Такие направляющие получили название «скользящие направляющие».

Скорость перемещения направляющих устройств всех типов должна соответствовать необходимому темпу ведения работ.

Грузоподъемность и высота подъема крюка крана, применяемого при погружении свай (шпунта, оболочек), должны обеспечивать возможность подъема и установки сваи вместе с закрепленным на ней агрегатом погружения на проектное место.

Применяемые для погружения свай оборудование и приспособления должны обеспечить: высокое качество работ по погружению свай в грунт до проектной отметки, с отклонениями от проектного положения, не превышающими допуски, приведенные в табл. 22; минимальные затраты времени на рабочий цикл погружения свай; экономическую эффективность погружения; удобство и безопасность работы обслуживающего персонала.

Для выдергивания свай и шпунта могут быть использованы пневматические сваевыдергиватели, молоты двойного действия и вибропогружатели в сочетании с тяговым механизмом.

В песчаных и супесчаных грунтах эффективным способом выдергивания свай является также подмыв в сочетании с работой сваевыдергивающего агрегата.

Наиболее эффективным оборудованием для выдергивания свай являются вибропогружатели с частотой вибрации в пределах 800—1400 колебаний в минуту. Вибропогружатель подвешивается к крюку тягового механизма через пружинный амортизатор и включается на несколько минут при ослабленном тяговом тросе (для нарушения связи с грунтом). После этого, при работающем вибропогружателе, производится выдергивание сваи.

Величина удельного сопротивления грунта на 1 $м^2$ боковой поверхности элемента при вибровыдергивании может приниматься приближенно, $тс/м^2$:

Песок водонасыщенный	0,1—0,2
Песок сухой	0,3
Супесь	0,4—0,5
Суглинок	0,8—1,2
Глина	1,5—3,0

Для извлечения свай используется кран или копер. Кран рекомендуется оборудовать ограничителем предельной грузоподъемности. Скорость подъема крюка крана при извлечении свай не должна превышать 4—5 *м/мин*. Пригодность плавучих средств для извлечения свай должна быть проверена расчетом на грузоподъемность и остойчивость.

§ 44. Организация свайных работ

Движение плавучего копра в процессе погружения свай может быть организовано по схемам, показанным на рис. 104.

Схема *б* может быть использована, когда процесс погружения свай в каждый продольный ряд (начиная с тылового) занимает незначительный период времени. Схема *в* применяется в случаях, когда береговой откос не мешает установке плавучего копра продольной осью вдоль берега для погружения свай в каждый поперечный ряд (начиная с крайнего). Схема *г* применяется, если шаг свай больше, чем половина ширины корпуса копра; использование универсального копра позволяет производить погружение свай по этой схеме и в случаях, когда шаг свай меньше половины ширины корпуса копра, однако при этом главные оси свай не будут совпа-

дать с осями свайных рядов, что нежелательно, и, кроме того, следует учитывать, что момент сопротивления сечения сваи относительно диагональных осей равен 0,7 момента сопротивления относительно осей, нормальных серединам его сторон. Схема *д* предусматривает погружение свай гребенкой (уступами); в этом случае ширина уступа должна быть больше половины ширины копра.

При разработке проекта производства работ должна быть избрана оптимальная схема движения копра, соответствующая необходимому темпу поточного строительства, предусматривающему выполнение работ по захваткам (участкам, секциям).

Подъем и установка свай в стрелы копра или в направляющие устройства осуществляются различными способами, выбор которых определяется темпом, материалом, габаритными размерами и весом свай. Деревянные сваи переводятся из горизонтального в вертикальное положение с помощью троса, закрепляемого в головной части сваи узлом удавка. Металлические сваи стропят в головной

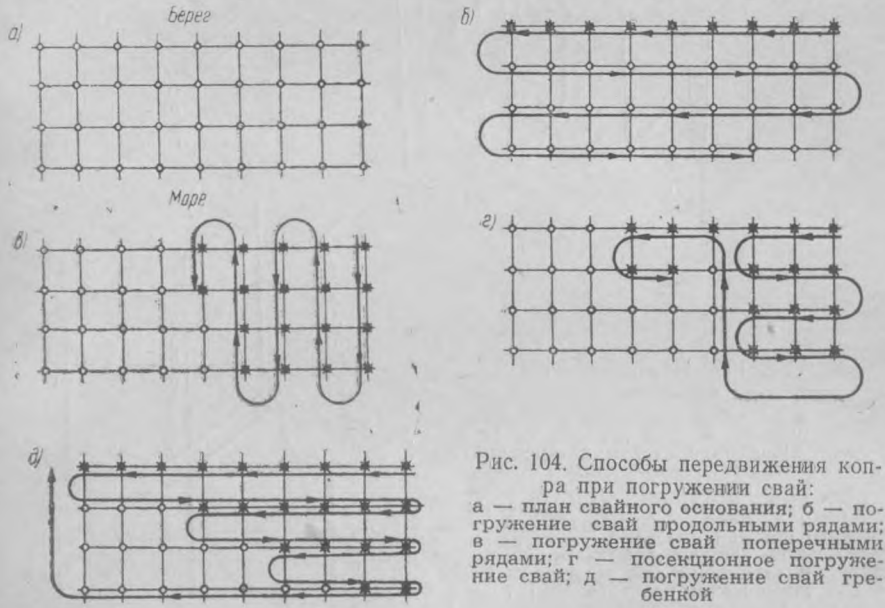


Рис. 104. Способы передвижения копра при погружении свай:
а — план свайного основания; б — погружение свай продольными рядами; в — погружение свай поперечными рядами; г — посекционное погружение свай; д — погружение свай гребенкой

части и поднимают с помощью копровой лебедки. Металлические шпунтовые сваи, погружаемые способом вибрирования, переводятся из горизонтального в вертикальное положение с закрепленными на них вибропогружателями (трос закрепляется на подъемной скобе вибропогружателя).

Железобетонные призматические и шпунтовые сваи переводят из горизонтального в вертикальное положение и заводят в стрелы копра или в направляющие устройства при помощи универсального стропа или фрикционного захвата (рис. 105) с понтона, оборудованного опорными брусьями, обитыми протекторной резиной, или с помощью копровой лебедки либо специального крана.

Операция по переводу железобетонных оболочек диаметром 1,2—1,6 *м* из горизонтального в вертикальное положение и установка их в обоймы плавкондуктора или в другие направляющие устройства осуществляется с помощью плавучего крана соответствующей грузоподъемности, имеющего на палубе специальное шарнирное приспособление, либо с использованием берегового откоса, позволяющего перевести оболочку из наклонного в вертикальное положение с перестроповкой оболочки.

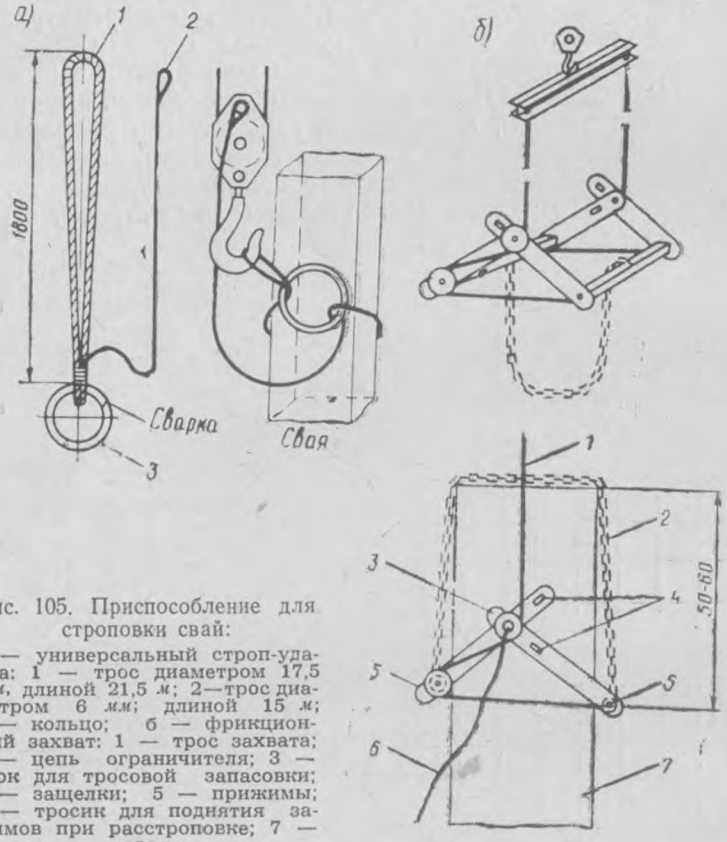


Рис. 105. Приспособление для строповки свай:

а — универсальный строп-удавка: 1 — трос диаметром 17,5 *мм*, длиной 21,5 *м*; 2—трос диаметром 6 *мм*; длиной 15 *м*; 3 — кольцо; б — фрикционный захват: 1 — трос захвата; 2 — цепь ограничителя; 3 — блок для тросовой запасовки; 4 — защелки; 5 — прижимы; 6 — тросик для поднятия зажимов при расстроповке; 7 — свая

Все операции, связанные с переводом железобетонных свай (шпунта, оболочек) из горизонтального положения в вертикальное, должны производиться плавно, без рывков и ударов, чтобы в свае не могли возникнуть изгибающие моменты, превышающие допускаемые по трещинообразованию. Кантовка свай, перемещение их волоком и сбрасывание не допускаются.

При транспортировке и складировании железобетонные сваи (шпунт, оболочки) надо укладывать только на подкладки. Опорные точки надо выбирать так, чтобы получить минимальные изгибающие моменты в сечениях сваи. При установке металлической шпунтовой сваи в направляющие устройства или в ряд ее следует захватывать

серьгой за монтажное отверстие в голове, однако, в отдельных случаях, когда высота подъема крюка крана (копра) недостаточна, может быть допущен захват сваи и в других точках, расположенных не ниже $^1/_3$ длины шпунтины, считая сверху.

При погружении сваи, шпунта и оболочек необходимо соблюдать следующие требования:

плавучие копры при использовании на открытом побережье, в акваториях и водоемах, подверженных волнению, во время производства работ должны быть надежно раскреплены;

погружение свай, шпунта и свай-оболочек с плавучих средств при волнении более двух баллов (высота волны 0,25—0,75 *м*) не допускается; однако при установке копрового оборудования на крупных (мощных) плавучих средствах, обеспечивающих безопасность и надлежащее качество работ, допускается погружение свай при волнении свыше двух баллов.

В табл. 22 приведены допускаемые отклонения свай колонн-оболочек от проектного положения, а в табл. 23 — допускаемые отклонения при погружении шпунта.

Таблица 22

Тип свай (оболочек) и их расположение	Допускаемые отклонения свай (оболочек)	
	длиной до 10 *м*	длиной свыше 10 *м*
Сваи-оболочки диаметром (или максимальным размером поперечного сечения) до 60 *см*:		
для однорядного расположения	0,2 D	0,2 D
для кустов и лент с расположением свай и оболочек в два-три ряда	0,3 D	0,3 D
для кустов и лент с расположением свай более чем в три ряда и для свайных полей	0,4 D	0,4 D
Оболочки диаметром $60 < D \leqslant 200$ *см*	0,4 D, но не более 40 *см*	50 *см*
Оболочки диаметром более 200 *см*	Не более 60 *см*	

Таблица 23

Вид шпунта	Допускаемое отклонение, *мм*
Деревянные шпунтовые ряды набережных, однорядных перемычек с подкосами и двухрядных перемычек	Толщина шпунта
Деревянный шпунтовый ряд (без подкоса)	300
Железобетонный шпунт на отметке поверхности грунта	100
Стальной шпунт при погружении плавучим копром:	
на отметке верха шпунта	Не более 300
на отметке поверхности грунта	150
Стальной шпунт при погружении с суши:	
на отметке верха шпунта	150
на отметке поверхности грунта	100
Отклонения отметок верха шпунта набережных и других сооружений, опиливаемого под водой	30
То же, для шпунта перемычек	10

Стальные и деревянные сваи, имеющие отклонения в плане свыше допускаемых, разрешается выправлять. При этом горизонтальное усилие не должно вызывать остаточных деформаций в стальных сваях и поломки деревянных свай. Сваи следует выправлять при помощи стяжек из пенькового каната и временных распорок между соседними сваями или между сваей и плоскостью какого-либо конструктивного элемента сооружения.

Погруженные сваи, имеющие свободную длину более 5 *м* и подверженные волновому воздействию силой более 3 баллов, должны быть надежно раскреплены. Увеличение колеблющейся под воздействием волн массы (например, установка на сваях сборных железобетонных наголовников и т. п.) без надежного раскрепления свай запрещается. Необходимо также принимать меры по защите от повреждений свай (шпунта, оболочек) во время ледоходов, волнения, паводков, приливов и отливов.

Погруженные пробные или постоянные сваи и оболочки для определения их несущей способности подвергаются динамическим и статическим испытаниям.

Согласно техническим условиям количество свай, подлежащих динамическому испытанию, должно быть не менее 2% от общего их количества, но не менее двух. Динамические испытания производятся также во всех случаях существенного изменения сопротивления грунта в процессе погружения. Сущность динамических испытаний заключается в том, что в процессе погружения и допогружения сваи (оболочки) под динамической нагрузкой производится систематическая фиксация отказов с помощью различных приборов и приспособлений. По расчетным формулам отказа, приведенным в § 41, можно определить несущую способность сваи (P) при известном отказе сваи. Динамические испытания при пробном погружении позволяют назначить рациональную длину свай и сравнить ее проектный (расчетный) отказ с фактическим.

Статической нагрузкой пробные сваи испытываются на вдавливание в грунт, горизонтальные перемещения (изгиб сваи) и на выдергивание из грунта. Выполнение статических испытаний свай занимает продолжительное время (от 4 до 12 суток) и сопряжено с большими затратами. Однако эти испытания оправдывают себя при строительстве свайных конструкций в сложных грунтовых условиях, так как позволяют получить весьма надежные данные для экономичных проектных решений.

Для статического испытания свай применяется нагрузочное устройство и система измерения деформаций. Над испытуемыми сваями (оболочками) устраивается нагрузочная платформа из металлических балок; загрузка свай выполняется гидравлическими домкратами, упирающимися в балки. При этом реактивные усилия от домкратов воспринимаются анкерными сваями или анкерами, заделанными в бетон. Для уменьшения изгибающих моментов на нагрузочную платформу устанавливается груз.

Статическое испытание сваи назначается для определения зависимости ее осадки от нагрузки, которая прикладывается к свае

возрастающими ступенями и выдерживается во времени до наступления стабилизации. Стабилизация считается достигнутой, если за последние 2 *ч* для глинистых грунтов и 1 *ч* для песчаных осадка сваи под данной ступенью нагрузки увеличилась менее чем на 0,1 *мм*.

Сваи испытывают до предельной или критической нагрузки. Предельная нагрузка (или предельная величина несущей способности сваи) принимается равной 0,92 критической нагрузки. Критическая нагрузка считается достигнутой, если общая осадка сваи (оболочки) превышает 40 *мм* и если осадка под нагрузкой последней ступени превышает осадку за предыдущую ступень более чем в 5 раз и не стабилизируется в период времени, превышающий одни сутки.

При определении предельной несущей способности сваи учитывается как тип сваи, так и характер ее работы в данных грунтовых условиях. Забивные сваи должны испытываться через 3 суток после погружения в песчаные грунты и через 6 суток — в глинистые грунты. К испытаниям буронабивных бетонных свай приступают после набора бетоном 100% прочности.

При разработке проекта производства свайных работ в зимний период при отрицательных температурах воздуха должны предусматриваться специальные мероприятия по очистке ото льда водной поверхности (при работе плавучих средств) с использованием потокообразовательной установки (см. § 12) или по использованию ледяного покрова для перемещения береговых средств, с образованием прорезей-майн — при помощи электропилы «Дружба». В зимнее время надлежит особенно тщательно выполнять приемку железобетонных свай, предназначенных к погружению. Сваи должны иметь проектную прочность при сжатии (не менее марки 400), по морозостойкости и водонепроницаемости. Желательно, чтобы период времени от момента изготовления сваи был как можно большим. Особенное внимание должно быть уделено сваям, изготовленным в осенне-зимний период. Следует учитывать, что при динамическом воздействии молота на преднапряженную железобетонную сваю недостаточно высокого качества, в свае могут возникнуть опасные напряжения, вызывающие трещинообразования. При одновременном действии воды и мороза на такую сваю бетон в зоне переменного уровня может быстро разрушиться.

Погруженные сваи (шпунт, оболочка) должны быть освидетельствованы комиссией. После приемки погруженных свай и разрешения комиссии производить операции по обработке голов свай, что необходимо для подготовки свай к сопряжению с верхним строением (плитами ростверка, ригелями, прогонами, шапочным брусом больверка и т. п.), производится срубка голов свай.

Срубка голов железобетонных свай под проектную отметку с оголением стержневой арматуры выполняется с помощью пневматического инструмента (отбойных молотков, бетоноломов) при работе с подмостей или с понтона.

Срубка голов железобетонных оболочек производится с помощью отбойных молотков со специального понтона, состоящего из двух половин, соединяемых между собой после наводки на оболочку (рис. 106).

Арматурные стержни призматических свай и цилиндрических оболочек перерезают бензорезом.

Срубленные части свай и оболочек убирают плавкраном. После срубки и подчистки бетон оставшейся части сваи (оболочки) должен быть освидетельствован приемочной комиссией, которая выдает разрешение на дальнейшее производство работ.

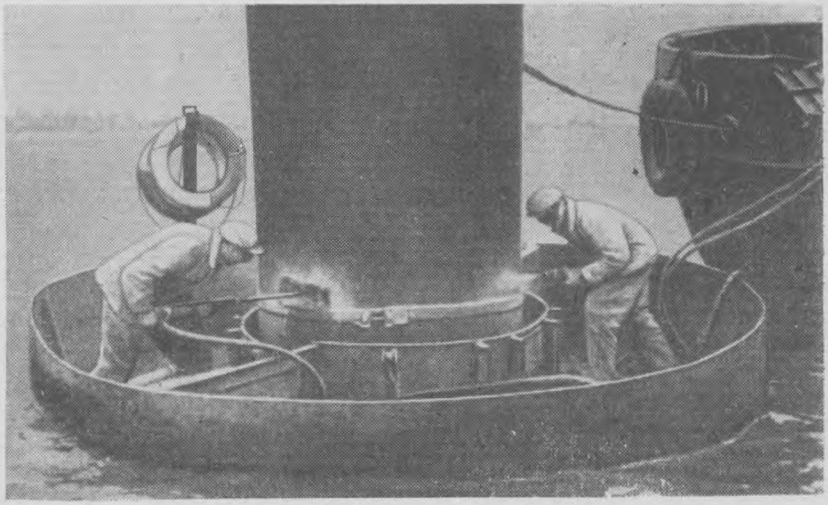


Рис. 106. Срубка головы колонны-оболочки ∅ 1,6 *м* с понтона

Производительность труда на свайных работах зависит от многих факторов: типа и длины свай; геологических и гидрометеорологических условий; способа транспортировки; конструктивных особенностей механизмов (копров, кранов), агрегатов погружения свай (молотов, вибропогружателей и др.), вспомогательного оборудования и приспособлений; режима работы оборудования во времени; конструкции сооружения; организации труда; мастерства копровщиков.

В процессе использования оборудования имеют место перерывы в работе: конструкторско-технические, связанные с обеспечением технической готовности к эксплуатации; технологические — перемещение копра в пределах рабочей зоны к новому месту погружения свай, к месту складирования свай и др.; перерывы из-за погодных условий; организационные простои как не зависящие от производителя работ, — перемещение копра с объекта на объект, переход к месту отстоя в конце смены и с базы на место работы и др., так и зависящие от производителя работ, — несвоевременная подача свай к копру, нерациональная схема движения копра и др.

Продолжительность полного рабочего цикла погружения одной сваи (оболочки) определяют по формуле

$$t_{ц} = \sum_{1}^{n} t_{п.в.о} + t_{погр}, \qquad (83)$$

где $t_{ц}$ — продолжительность полного рабочего цикла погружения одной сваи, *мин*;

$\sum_{1}^{n} t_{п.в.о}$ — суммарные затраты времени на подготовительные и вспомогательные операции, *мин* (при количестве этих операций от 1 до n);

$t_{погр}$ — время на собственно погружение сваи, *мин*.

Анализируя формулу (83), можно отметить, что при уменьшении величины слагаемых производительность увеличивается. Если считать, что $t_{погр}$ для данных геологических условий, типа и длины свай, при оптимально подобранных параметрах оборудования, является величиной постоянной, то повысить производительность труда на свайных работах можно за счет уменьшения затрат времени на подготовительные и вспомогательные операции, составляющие в настоящее время до 60—70% $t_{ц}$.

Для уменьшения этих затрат рекомендуется: перемещать сваи из парка к месту работ без дополнительных перегрузочных операций; процесс перемещения свай из парка хранения к месту работ обеспечить необходимым количеством средств транспорта, исключающим простои оборудования в ожидании доставки свай. Затраты времени на транспортировку свай к месту погружения должны быть меньше или равны продолжительности суммы полных циклов на погружение такого же количества свай, доставленных к копру ранее (см. § 40); размещать сваи на средствах транспорта таким образом, чтобы обеспечить: сохранность свай, удобство строповки и подъема свай; возможность пришвартовки плавсредств (понтона, баржи и т. п.) к плавкопру (плавкрану) или причалу (берегу); плавкопры и другие плавсредства, участвующие в производстве свайных работ, оборудовать лебедками (шпилями), обеспечивающими быстрое перемещение их на швартовных концах при переходе с одной позиции на другую; для установки сваи в проектное положение применять плавкондукторы и направляющие устройства удобной конструкции, позволяющих упростить геодезический контроль без ухудшения качества; исключить затраты времени на возобновление маркировки свай; мерные деления должны наноситься заблаговременно и качественно; производить погружение и выдергивание маячных свай скоростными способами, например, способом вибрации, без отвлечения на эти операции основного механизма, а при помощи плавкрана с навешенным на гак вибропогружателем; совмещать во времени отдельные операции, например, подъем молота с наголовником производить одновременно с перемещением копра за следующей сваей; тщательно разрабатывать маршрут копров во избежание повторных перемещений; применять автоматические и самозакрепляющиеся наголовники.

При производстве свайных работ ведется следующая исполнительная документация: журнал забивки свай и на его основе сводная ведомость погруженных свай, которые являются документами строгой технической отчетности и должны храниться на объекте до окончания свайных работ, а затем переданы заказчику.

В журнале непосредственно на месте производства работ в период погружения свай фиксируются все необходимые данные. Форма журнала забивки свай следующая.

Стр. . . . . .

Свая №

(материал сваи, порода дерева, железобетон, металл)

Забивка начата ——— 197 г. Забивка окончена ——— 197 ——— г.
Длина сваи ——— *м.* Наклон сваи по проекту ———
Вес сваи ——— *кг.*
Диаметр или поперечные размеры сваи ——— *см.*
Погружение сваи от свободной посадки молота ——— *см.*
Отметка дна ———

№ залогов	Число ударов в залоге или время работы	Высота подъема ударной части, *см*	Отказ сваи от одного залога, *см*	Погружение сваи с начала забивки, *см*	Отметка острия сваи после окончания забивки	Примечание

„——" ——— 197 г.

Должность и фамилия лица,
производившего запись ———

Приемочной комиссии предъявляются следующие документы: проектная документация с геологическими профилями; исполнительный схематический план погружения свай с указанием на нем границ сдаваемого участка свайного поля или ряда свай, основных разбивочных осей, величин отклонений в плане погруженных свай; журнал забивки свай и сводная ведомость погруженных свай; продольные профили по линиям погруженных шпунтин с указанием фактических и проектных отметок низа и верха шпунтовых свай; акты: промежуточных приемок разбивочных работ, водолазного обследования, приемки изготовленных свай и паспорта к ним, приемки отдельных участков погруженных свайных рядов (свай) после срубки голов или участков шпунтового ограждения.

В проекте производства работ должны быть полностью учтены требования техники безопасности и охраны труда. Основными вопросами, которые должны быть отражены в ППР, являются: общеплощадочные мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии; организация санитарно-технического, бытового и культурного обслуживания рабочих на строительной площадке, выбор системы освещения; обеспечение рабочих питьевой водой, ограждение опасных зон и защита каждого нижерасположенного рабочего места, обеспечение безопасности при выполнении свайных работ в действующих портах и на судоремонтных заводах, разработка способов и мероприятий, исключающих опасность поражения электрическим током: электрозащита, ограждение опасных мест и

т. п.; разработка мер безопасности при выполнении работ в зимних условиях.

Плавучие механизмы погружения свай, используемые в местах, подверженных волнению, должны быть оборудованы на менее чем шестью якорными устройствами: носовым, кормовым и четырьмя папильонажными, направленными примерно под углом 45° к направлению первых двух. При работе в защищенных от волнения местах разрешается закреплять копры четырьмя якорями.

При производстве свайных работ на открытых рейдах необходимо надежно раскреплять плавкопер во время производства работ и организовать дежурство буксира достаточной мощности, для перемещения плавучего механизма погружения свай от места производства работ в порт-убежище (или другое безопасное место) и в обратном направлении.

Перегруз копра не допускается. Суммарный вес сваи, наголовника (переходника) и молота (вибропогружателя) не должны превышать грузоподъемность копра. Подъем сваи (шпунта, оболочки) и сваебойного агрегата производится последовательно отдельными крюками. Одновременный подъем разрешается только в пределах грузоподъемности лебедки.

Для погружения наклонных свай должны использоваться только универсальные маятниковые и специально приспособленные копры. Изменение наклона копровых стрел за счет балластировки понтона плавкопра или односторонней шпальной выкладки под платформу сухопутного копра не разрешается.

Траверсы и другие такелажные приспособления для подъема грузов должны обеспечивать устойчивость груза во время подъема и перемещения и исключать самопроизвольное отцепление.

Основание под рельсовые пути сухопутных копровых установок должно быть тщательно спланировано. При укладке путей под копер на насыпной грунт необходимо уплотнять грунт, верхний слой основания должен быть из песка, песка с галькой и т. п. На концах рельсовых путей должны быть инвентарные упоры-ограничители, рассчитанные на динамическую нагрузку от копровой установки, движущейся с максимальным грузом. Рельсовые пути, проходящие вблизи котлованов, необходимо проектировать на таком расстоянии от верхней бровки, чтобы исключить обрушение грунта.

При работе механизмов погружения свай в ночное время должно быть предусмотрено достаточное освещение (не менее 10 *лк*). Освещенность должна быть обеспечена по всей высоте копровых стрел.

При проектировании производства работ по устройству набивных свай буро-взрывным способом необходимо руководствоваться действующими «Едиными правилами безопасности при взрывных работах».

При проектировании погружения свай со льда должны быть выполнены расчеты прочности ледяного покрова для определения минимально допустимой толщины льда под копром (в пределах свайного поля), под штабелем свай (с расчетным количеством свай и

площадью штабеля), под дорогами и площадками, на которых предполагается движение грузов, средств транспорта, рабочих и т. п. Временные склады свай и других материалов на льду разрешается устраивать на расстоянии не менее 25 *м* от места погружения свай.

Глава X. ПРИЧАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ТИПА

§ 45. Набережные из массивов

Сооружения массивовой кладки различают по конструктивным особенностям (рис. 107): ступенчатого профиля с тыловой стороны и с несколькими массивами в нижних курсах (горизонтальных рядах) в поперечнике; облегченной конструкции с верхним курсом из уширенных массивов, образующих разгружающую консоль, и с одним массивом во всех курсах в поперечнике (набережная «Союзморниипроекта»); из пустотелых массивов с днищами, заполненными песком; из столбчатой кладки фасонных массивов с гребнями и пазами, с заполнением образованной массивами полости камнем (набережная, предложенная французским инж. Равье); с нижним курсом из массивов со скошенными гранями, получившая название набережной «на стуле».

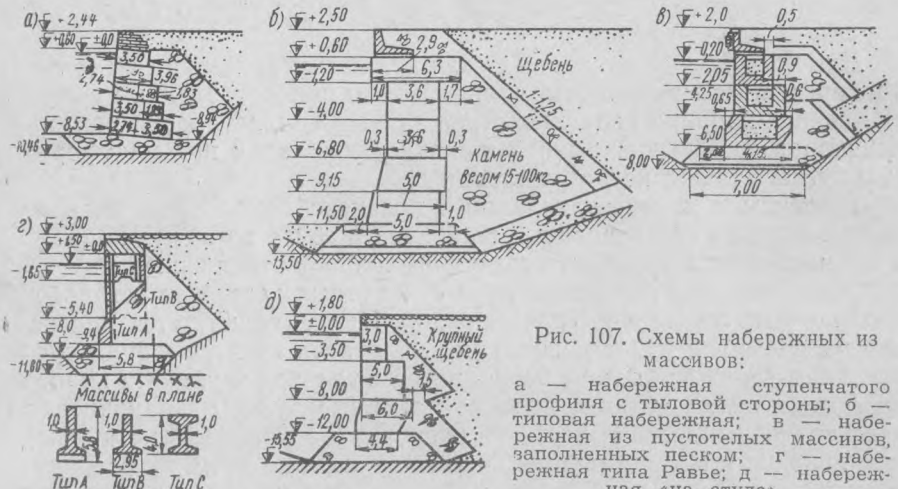


Рис. 107. Схемы набережных из массивов:
а — набережная ступенчатого профиля с тыловой стороны; б — типовая набережная; в — набережная из пустотелых массивов, заполненных песком; г — набережная типа Равье; д — набережная «на стуле»

Перечисленные конструкции состоят из следующих основных элементов: каменной постели; массивов; надводной стенки; разгрузочной каменной призмы с контрфильтром (обратным фильтром) и заполненной грунтом пазухи.

Основным видом кладки является установка массивов горизонтальными курсами с перевязкой швов. Другие виды кладки масси-

вов — наклонными рядами и столбами — в отечественной практике распространения не получили.

Технологическая последовательность возведения сооружений из массивовой кладки, показанных на рис. 107, *а* и *б*, следующая: 1) подготовительные работы, в том числе геодезическая разбивка сооружения, водолазное обследование и очистка дна акватории от затонувших предметов; 2) устройство котлована под каменную постель; 3) отсыпка слоя карьерной мелочи или щебня для устройства контрфильтра постели; 4) грубое ровнение поверхности фильтра; 5) отсыпка камня в постель; 6) уплотнение каменной постели; 7) ровнение поверхности каменной постели; 8) разбивка «боевой» линии на поверхности каменной постели; 9) установка (укладка) массивов; 10) отсыпка разгрузочной каменной призмы; 11) грубое ровнение поверхности каменной призмы; 12) отсыпка щебня контрфильтра; 13) грубое ровнение поверхности фильтра; 14) первая очередь заполнения пазухи сооружения песчаным (или другим годным для образования территории) грунтом до отметки прокладки инженерных сетей; 15) прокладка инженерных сетей (ливневой канализации, водопровода и т. п.); 16) устройство из монолитного бетона (или монтаж из сборных элементов с омоноличиванием стыков) надводной стенки с бетонированием тумбовых массивов; 17) вторая очередь заполнения пазухи грунтом до отметки низа щебеночной подготовки под подкрановые и железнодорожные пути; 18) монтаж швартовных тумб; 19) навеска отбойных устройств; 20) прокладка подкрановых и железнодорожных путей с укладкой щебеночного основания; 21) устройство покрытия; 22) благоустройство прилегающей территории; 23) отделочные и другие работы, связанные с подготовкой сооружения к сдаче государственной комиссии.

Перед началом работы по строительству сооружений из массивов составляется проект производства работ, основой для которого служат рабочие чертежи сооружения, содержащие поперечные профили и фасады массивовой кладки, планы всех курсов с привязкой первого (нижнего) курса к основным разбивочным линиям сооружения, а остальных (вышележащих) курсов — к первому, а также номера, типы и типоразмеры массивов, требования к массивам и допускаемые отклонения сооружения от проектного, проект организации строительства, перечень механизмов и плавтехсредств, имеющихся в наличии у строительной организации, и другие необходимые исходные данные.

Сетевой график или календарный план возведения сооружения из массивов увязывается с производственными мощностями парков изготовления и хранения массивов и с объемами работ по устройству и ровнению поверхности каменной постели с учетом гидрометеорологических условий в районе строительства по среднемноголетним статистическим данным.

Последовательность (очередность) укладки массивов по фронту (длине) сооружения назначается в зависимости от геологической характеристики основания сооружения, толщины каменной постели,

гидрометеорологических и других природных условий в районе строительства в заданный период года, влияющих на величину и характер осадки стенки. Она может быть различной (рис. 108):

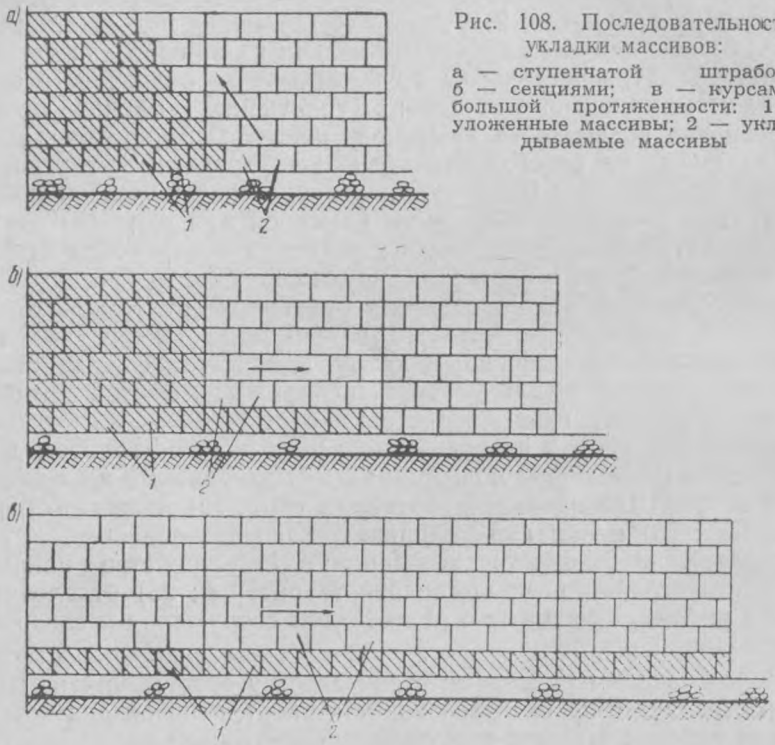


Рис. 108. Последовательность укладки массивов:
а — ступенчатой штрабой; б — секциями; в — курсами большой протяженности: 1— уложенные массивы; 2 — укладываемые массивы

ступенчатой штрабой; секциями (по длине секций, предусмотренных проектом для устройства температурно-осадочных швов) на всю высоту кладки; курсами большой протяженности.

Кладка ступенчатой штрабой и особенно секциями создает форсированную нагрузку на основание и может быть применена при прочном основании сооружения. Эти методы кладки соответствуют организации работ поточно-совмещенным способом, что позволяет сократить срок возведения сооружения.

Укладка массивов курсами большой протяженности на огруженную (уплотненную) каменную постель позволяет возводить сооружения на слабых грунтах, при этом каждый курс до укладки последующего выдерживают до полной стабилизации осадок.

Непосредственно перед началом работ по установке массивов нижнего курса производят контрольные промеры и водолазный осмотр постели; при обнаружении деформаций или загрязнений выполняют необходимые работы для восстановления постели.

На подготовленной к укладке массивов захватке (секции) постели разбивается и закрепляется «боевая» линия — фасадная линия нижнего курса массивов с морской стороны. Закрепление «боевой» линии выполняется при помощи проволоки (тонкого троса), натянутой по штырям или сегментам, так же как и при разбивочных работах по закреплению границ выравнивания постели (см. § 38).

«Боевую» линию на первой (начальной) захватке можно разбивать и другим способом. Сначала по концам захватки в створе «боевой» линии устанавливают два разбивочных массива, на которые при помощи лота переносят точки, лежащие на «боевой» линии. Движение лота по створу контролируется теодолитом. Трос с подвешенными по концам грузами весом по 30 *кг* перебрасывают через разбивочные массивы с таким расчетом, чтобы он лежал точно на отмеченных точках «боевой» линии. Такой способ крепления обеспечивает нужное натяжение троса и предотвращает возможность его обрыва устанавливаемым массивом.

Иногда «боевую» линию закрепляют на постели длинномерными металлическими или железобетонными балками либо сваями. Такой способ обеспечивает точность установки массивов, особенно при плохой видимости под водой.

Укладка массивов производится, как правило, плавучим краном соответствующей грузоподъемности, надежно раскрепленным на четырех концах. К месту работы массивы доставляются на баржах, понтонах или на палубе плавкрана. Подъем и установка массивов в кладку производятся при помощи специальных парных ключей, подвешенных к жесткой металлической траверсе, или одинарных ключей с клиновыми захватами.

Первый массив нижнего курса устанавливается боковой гранью точно у начала сооружения или у осадочного шва секции стенки, а лицевой гранью — вплотную к «боевой» линии. При установке первого массива необходимо тщательно контролировать его плановое и высотное положения на постели геодезическим инструментом по всем четырем углам. Остальные фасадные («боевые») массивы нижнего курса стенки также устанавливаются вплотную к «боевой» линии (в упор к натянутому тросу или к балке, свае). Тыловые массивы нижнего курса, если по проекту предусмотрено два массива в поперечнике стенки, устанавливаются вплотную к фасадным. «Боевые» массивы устанавливаются «в угол», т. е. с касанием гранней соседнего и тылового массивов и с некоторым опережением по отношению к тыловым.

Массивы последующих курсов устанавливаются в таком же порядке, что и первый курс. Ориентиром для их установки в проектное положение служат нижележащие курсы массивов.

Установка массивов осуществляется следующим образом. Краном массив опускается под воду на небольшую глубину и подводится к месту установки; ориентиром для крановщика служит сигнальный буёк, закрепленный водолазом на установленном до этого массиве. Затем массив опускается глубже и останавливается над

кладкой на высоте 20—30 *см*. После этого под воду спускается водолаз и следит за тем, чтобы массив при установке плотно прижимался к вертикальной грани ранее установленного; это достигается за счет изменения вылета или поворота стрелы крана по команде водолаза. При необходимости водолаз направляет массив в нужном направлении и после установки проверяет его положение относительно «боевой» линии или нижележащего курса, производит замер величин швов между установленным, соседним и нижележащими массивами и передает эти сведения на водолазный бот. Высотное положение установленного массива проверяют при помощи нивелира и футштока с закрепленной на нем отсчетной рейкой. Если его положение не отвечает проектному и требованиям технических условий в части допускаемых отклонений, массив перекладывается. Если положение массива соответствует проектному и отвечает требованиям технических условий, то с него снимают ключи с помощью водолаза или автоматически. Затем водолаз закрепляет трос сигнального буйка на установленном массиве и поднимается на водолазный бот.

Верхний курс массивов, выступающий из воды, устанавливают монтажники, ориентируясь по береговым створам и маячным массивам.

В тресте «Балтморгидрострой» применяется способ установки массивов всех курсов в правильную кладку без участия водолазов с использованием полуавтоматического самораскрывающегося захвата со съемным кондуктором (рис. 109). Захват представляет собой пространственную металлическую конструкцию, состоящую из: кондуктора с двумя телескопическими футштоками и базы-рамы с шарнирно закрепленными захватными приспособлениями. В верхней части кондуктора закреплены нарезные муфты для крепления телескопических футштоков; набор трубок телескопического футштока выполняется с таким расчетом, чтобы при работе на максимальных глубинах концевые трубки с круговыми кольцевыми сантиметровыми делениями выступали над поверхностью воды на 1,5—2 *м*. Концы трубок окрашиваются в разные цвета, что облегчает установку массивов в проектное положение по створам. В нижней части захвата имеются косынки с отверстиями для крепления кондуктора к базе-раме. База-рама в плане имеет прямоугольную форму, размеры которой подбираются по наибольшему размеру массива. Самораскрывающиеся захваты состоят из двух П-образных рам, к которым прикреплены грузоудерживающие балки; внутри балок пропущены стальные канаты (стропы) для удержания массива. К вертикальным стержням торцовых свесов с двух сторон шарнирно закреплены болты с отжимными пружинами возврата захватов и защелками с ограничителями против западания захватов. Сечения стержней грузовой балки П-образных рам и диаметры тросов рассчитываются по наибольшему весу массива. Для применения полуавтоматического захвата на торцовых гранях массивов при их изготовлении устраиваются горизонтальные штрабы (пазы).

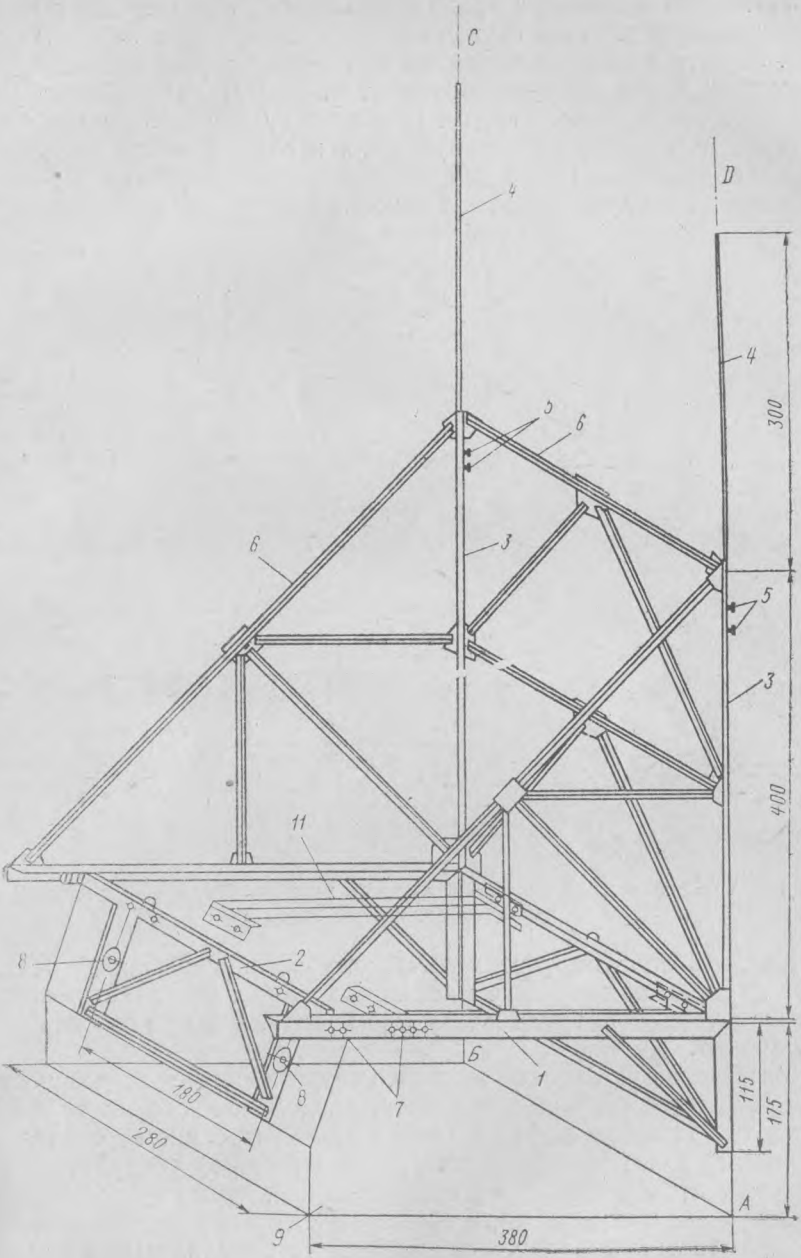


Рис. 109. Универсальный съемный кондуктор:

1 — базовая рама; 2 — передвижная плоская ферма; 3 — вертикальные телескопические рейки; 4 — выдвижные трубы; 5 — зажимы выдвижных труб; 6 — решетка жесткости; 7 — отверстия для болтового крепления рамы; 8 — зажимы для крепления кондуктора на массиве; 9 — бетонный массив; 11 — ограничители (для массивов второго курса); *АВС* — плоскость кондуктора, по которой он устанавливается по тыловой стенке набережной

Установка массивов в правильную кладку при помощи самораскрывающегося захвата осуществляется следующим образом (рис. 110). Захват с закрепленным на нем кондуктором устанавливают на массив; после этого освобождают от защелок П-образные рамы и краном подтягивают стропы. При этом грузоудерживающие балки заходят в торцовые пазы массива и одновременно сжимаются пружины возврата. Поднятый массив транспортируется и устанавливается под воду в проектное положение.

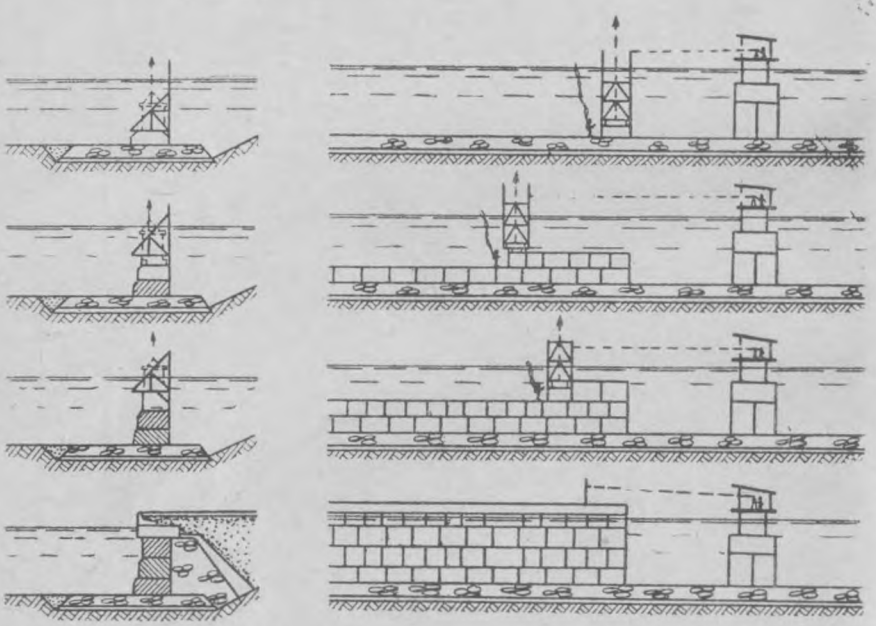


Рис. 110. Технологическая последовательность установки массивов с помощью полуавтоматического захвата

Использование полуавтоматического самораскрывающегося захвата на работах по кладке массивовых стенок позволяет повысить производительность труда и качество кладки, а также снизить стоимость работ.

Контроль за установкой массивов осуществляется геодезическим инструментом с командного пункта, расположенного на торце законченного причала либо на специально устроенном основании. Командный пункт производителя работ (мастера) оборудуется теодолитом, световой и звуковой сигнализацией, двумя круговыми табло с цифрами и стрелками, с помощью которых производитель работ указывает крановщику отклонения устанавливаемого массива от проектного положения.

Большой интерес представляет опытное применение в тресте «Балтморгидрострой» подводной телевизионной установки ППТУ ЦНИИС для контроля качества подводного монтажа элементов. Надводная часть ППТУ смонтирована в кабине крановщика. Под-

водная часть — камера располагается на специальной каретке, прикрепленной к съемному кондуктору с таким расчетом, чтобы просматривался шов между устанавливаемым и ранее установленным массивами. По изображению на экране можно судить о параллельности и величине шва, а также о величине сдвига массива относительно лицевой плоскости набережной.

Допускаемые отклонения массивовой кладки от проектного положения не должны превышать величин, указанных в табл. 24.

Таблица 24

Наименование отклонений	Величина отклонений, *мм*	
	для прямых участков	для углов и сопряжений
Отклонение фасадной линии	30	20
Выступы или впадины в кладке относительно фасадной плоскости	30	20
Наибольший зазор (толщины швов) между массивами	30	20
Отклонения перевязки швов от проектной . . .	150	150
Отклонения по высоте отдельных курсов массивов	40	30

При возведении стенки из пустотелых массивов (см. рис. 107,*в*) после установки массивов каждого курса производится заполнение пустот в массивах песком и отсыпка поверх песка слоя щебня.

Для ускорения процесса уплотнения постели и подстилающего грунта выполняется огрузка кладки. Срок выдерживания кладки под огрузкой назначается в соответствии со сроками осадок, определенных расчетным путем. Однако если по проекту до начала кладки уплотнение каменной постели малой толщины (до 1 *м*), уложенной на плотное основание, производилось способом виброуплотнения или подводными взрывами (см. гл. VIII, § 3) и если в поперечном сечении нижнего курса не более одного массива, то огрузка может не производиться.

Порядок и последовательность огрузки определяются с учетом необходимости уменьшить расстояния перемещений огрузочных массивов в процессе перекладки и сократить их количество.

Отсыпка камня для образования разгрузочной призмы выполняется по окончании огрузки и перекладки массивов в проектное положение. Грубое ровнение поверхности каменной призмы выполняют водолазы. Отсыпка щебня для контрфильтра и ровнение его поверхности выполняются теми же способами. Заполнение пазухи сооружения грунтом (первая очередь) осуществляется способами, описанными в § 22; интенсивность должна быть такой, чтобы от распора грунта не произошло смещение кладки по швам и ее осадка. Часть грунта резервируется в тыловой зоне сооружения.

Монтаж надводной стенки из сборных блоков (уголкового профиля или другой формы) производится с помощью плавучего крана. Сборные блоки доставляют к месту монтажа на понтонах или баржах и устанавливают на бетонную подготовку до начала схва-

тывания бетона. Омоноличивание стыков между смежными блоками бетоном выполняется после проверки правильности их установки и сварки арматурных выпусков соседних блоков. Иногда сборные блоки со сквозными отверстиями устанавливаются на три выставленные по нивелиру подкладки, а бетон омоноличивания подается через отверстия. Такой способ обеспечивает лучшее сопряжение надводной стенки с верхним курсом массивов.

В тумбовые массивы бетон укладывают горизонтальными слоями с уплотнением каждого слоя бетона вибраторами; при этом в массивы устанавливают закладные части (скобы, съемные болты и т. п.) для крепления швартовных тумб.

Если надводная стенка выполняется из монолитного бетона, то опалубка должна быть предохранена от повреждения волнами. Опалубку рекомендуется изготавливать в виде слабоармированных сборных железобетонных плит-оболочек. Швы между плитами-оболочками заполняют цементным раствором. Съемные швартовные тумбы монтируются с помощью автокрана.

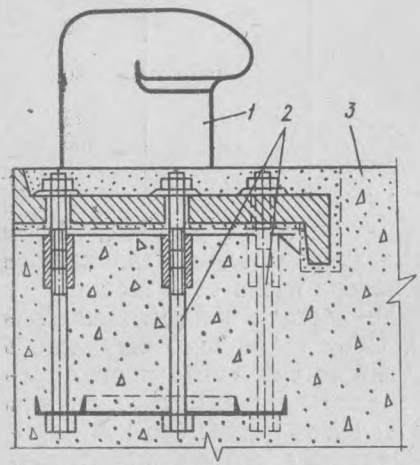


Рис. 111. Схема крепления швартовных тумб:
1 — швартовная тумба; 2 — анкерные болты; 3 — бетон омоноличивания

Для крепления швартовных тумб применяются болты, имеющие на нижнем конце Т-образную головку. Болты вставляют в закладные трубки эллипсовидного сечения и поворачивают в них с таким расчетом, чтобы головка болта встала под трубкой параллельно малой оси трубки. На верхнюю часть болтов, имеющих нарезку, надевают гайки с шайбой, которые плотно прижимают основание тумбы к поверхности металлического листа, прилегающего к бетону (рис. 111).

Отбойные устройства монтируются автокраном из отдельных заранее собранных секций деревянных рам или резиновых цилиндров диаметром 400 *мм*. Рамы навешиваются на съемные болты, закрепленные в надводной стенке таким же способом, что и швартовные тумбы. Резиновые цилиндры (трубы) навешиваются на металлических цепях или тросах, которые крепятся к закладным частям надводной стенки. Наиболее целесообразно секции деревянных рам (или звенья резиновых труб) заранее навешивать на сборные блоки надводной стенки (рис. 112).

В современных условиях применяются и другие типы отбойных устройств, например, смешанной конструкции в виде деревянных рам с навешенными на них резиновыми цилиндрами, но принцип крепления их к закладным частям надводной стенки сохраняется.

Глубина заложения подземных инженерных коммуникаций зависит от глубины промерзания грунта и назначается проектом. Трубопроводы и кабели прокладываются непосредственно в грунте или в потернах, проходных и непроходных каналах, удобных для подключений, ревизии и ремонта сетей.

Монтаж сборных элементов потерн, смотровых колодцев, фундаментов электроколонок и гидрантов осуществляется береговым краном (обычно автокраном).

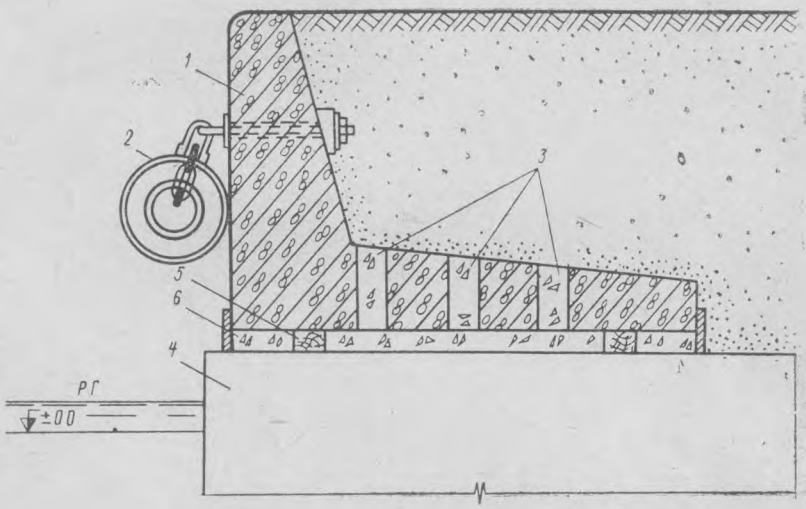


Рис. 112. Сборная монолитная надстройка:
1 — сборный блок; 2 — отбойное устройство; 3 — вертикальные шахты; 4 — верхний курс массивовой кладки; 5 — подкладки; 6 — бетон омоноличивания

Вторую очередь заполнения пазухи грунтом выполняют после прокладки инженерных сетей. Поверхность грунта планируется бульдозером под отметку отсыпки щебеночного балласта подкрановых и железнодорожных путей. Планировка выполняется под геодезическим контролем и с послойным уплотнением грунтового основания.

Щебень для устройства шпально-балластного основания под пути отсыпается непосредственно автосамосвалами либо краном, оборудованным грейферным ковшом. Отсыпка щебня ведется по створным вехам, расположенным по осям путей, с соблюдением высотных отметок, контролируемых по колышкам, забитым в грунтовое основание.

Отметка верха щебеночной призмы должна быть на 3—5 *см* ниже проектной отметки основания шпал.

На подготовленное основание краном укладываются шпалы: для подкрановых путей — железобетонные, для железнодорожных — деревянные.

Подкрановый рельс (рис. 113) крепится к железобетонным шпалам при помощи специальных длинномерных путевых шурупов с прижимными шайбами; путевые шурупы ввинчиваются в деревянные (из дуба) вкладыши железобетонной шпалы, плотно прижимая подошву рельса к металлической накладке. Железнодорожные рельсы крепятся («пришиваются») к деревянным шпалам при помощи путевых костылей и металлических подкладок.

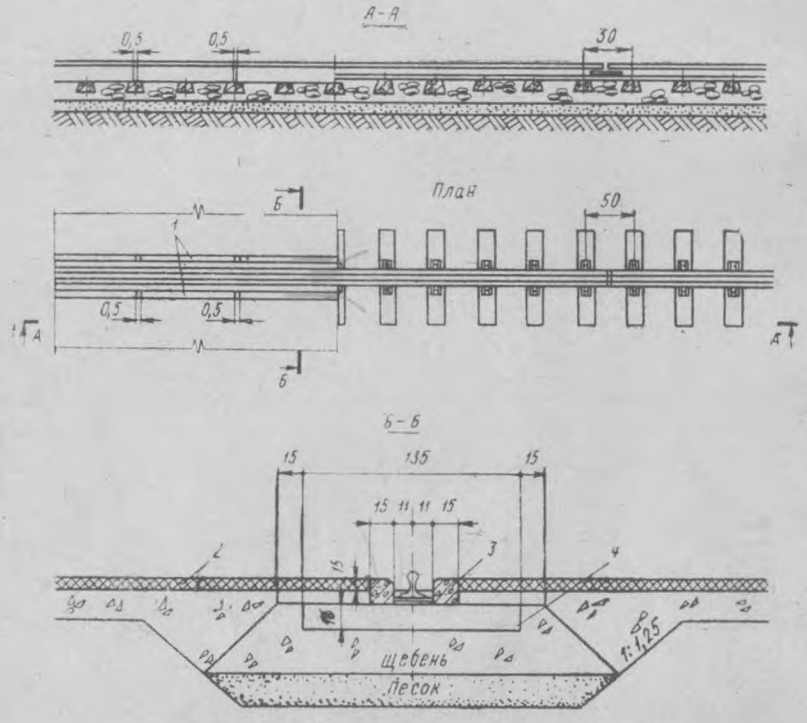


Рис. 113. Конструкция подкранового пути:
1 — железобетонные бордюрные балки; 2 — покрытие территории; 3 — бордюрная балка; 4 — железобетонная шпала

В последние годы широко применяется способ укладки путей, заблаговременно собранных на участке комплектации из рельсов и шпал в звенья длиной, равной длине рельсов.

Монтаж путей из отдельных шпал и рельсов или из собранных звеньев производится при помощи крана. Для подъема и укладки звеньев применяется жесткая траверса со строповыми подвесками. Устройство путей выполняется по шаблону (для соблюдения расстояния между рельсами) под постоянным геодезическим контролем с помощью теодолита (для определения планового расположения) и нивелира (для определения высотного положения). После укладки рельсы со шпалами приподнимаются винтовыми домкратами на 1—2 *см* выше проектной отметки (для компенсации осадок

после обкатки) и под них при помощи электрических или пневматических шпалоподбойников подбивается щебень. После обкатки (подкрановых путей — 10—15 проходами портального крана, железнодорожных — груженым составом) производится нивелировка путей и при обнаружении недопустимой по техническим условиям осадки и других дефектов — рихтовка, «подштопка» балластным материалом и т. п.

Тип покрытия территории причала назначается проектом с учетом расчетных осадок во времени, климатической зоны и гидрометеорологических условий в районе строительства. Наиболее распространенными типами покрытий являются: асфальтобетонные, железобетонные и из сборных железобетонных плит. Асфальтобетонное покрытие устраивается по уплотненному слою щебня толщиной 15—20 *см* в два слоя: первый слой асфальтобетона (биндер), изготовленный на крупном щебне, укладывается толщиной 5—8 *см*; второй слой, изготовленный на мелком щебне, укладывается толщиной 3 *см*.

Асфальтобетонную смесь доставляют на место строительства на автосамосвалах с асфальтобетонного узла и укладывают асфальтоукладчиком. Слой смеси уплотняется механическим путем: катками весом 5—15 *т*, до полного исчезновения на поверхности асфальтобетона следов от прохода катка. В труднодоступных для катка местах смесь уплотняют вручную металлическими трамбовками, предварительно разогретыми до температуры 80°С.

Укладка асфальтобетонной смеси допускается только в сухую погоду при температуре наружного воздуха не ниже 5°С; температура смеси должна быть не ниже 140° и не выше 180°С. При укладке необходимо соблюдать проектные уклоны и вести контроль геодезическим инструментом. Во избежание сползания асфальтобетона на стороны устраиваются специальные бортовые упоры из бетона или булыжного камня.

Монолитное цементнобетонное покрытие укладывается поверх уплотненного песчаного основания. Перед укладкой бетонной смеси вся площадь разбивается на карты бетонирования размером 6×6 *м*. Бетонирование карт ведется в шахматном порядке с прокладкой в швах между картами досок толщиной 20 *мм*, пропитанных креозотом (или другим масляным антисептиком) и покрытых битумом. На место укладки бетон подается автосамосвалами или в бадьях (поддонах) при помощи крана. Бетонную смесь с осадкой конуса 1—2 *см* уплотняют поверхностными вибраторами или виброрейкой с выдерживанием их на одной позиции не менее 1 *мин*. При большом объеме работ применяется бетоноотделочная машина Л-182А, выполняющая разравнивание, уплотнение и отделку покрытия.

Уход за свежеуложенными участками цементнобетонного покрытия должен начинаться немедленно после окончания отделки их поверхности. Движение людей и транспорта по свежеуложенному цементнобетонному покрытию разрешается не ранее достижения бетоном 70% проектной прочности.

Покрытие из сборных железобетонных плит устраивается по уплотненному песчаному или щебеночному основанию. Плиты укладываются краном. Для подъема плит служат петли, расположенные по четырем углам плит в углублениях в бетоне. Швы между плитами, уложенными с перевязкой, заполняются асфальтом. Покрытия из сборных железобетонных плит легко поддаются послеосадочному ремонту и разборке для повторного использования.

В процессе строительства набережных из массивов помимо журнала работ должна вестись следующая документация: а) при устройстве котлована под каменную постель и устройстве каменной постели — документация, указанная в § 38; б) при кладке массивов каждого курса — чертеж-план соответствующего курса с указанием номера каждого массива, присвоенного ему в парке изготовления, даты укладки и перекладки каждого массива, а также журнал и чертеж всех нивелировок, выполненных в процессе кладки и в период последующих наблюдений за этим курсом до установки следующего курса массивов; в) при огрузке массивов схематический план сооружения с указанием огрузки каждого участка, даты установки и снятия огрузочных массивов и достигнутых напряжений грунта, кроме того, профили сооружения с нанесением огрузочных массивов, журнал с чертежом всех нивелировок, а также акты о перекладке массивов, расстройстве кладки и т. п.

По мере выполнения работ все основные конструктивные элементы подводной части сооружения должны приниматься на основании актов на скрытые работы, составленных контрольной водолазной станцией, а также исполнительной документации, указанной выше.

Приемка сооружения из массивовой кладки осуществляется комиссией на основании результатов обследования кладки в натуре и предъявленных актов промежуточных приемок и других обязательных документов, указанных в Технических условиях.

§ 46. Причальные сооружения из массивов-гигантов

Массивы-гиганты представляют собой водонепроницаемые железобетонные ящики с продольными и поперечными перегородками. Длина ящика, как правило, назначается равной двойной ширине его, а высота — в зависимости от глубины воды над поверхностью каменной постели, но с обязательным превышением верха массива-гиганта над рабочим горизонтом. Внутренние перегородки разделяют массив-гигант на отдельные отсеки, придают ему жесткость и облегчают равномерную посадку его на подготовленное основание.

Массивы-гиганты из монолитного бетона или из сборных железобетонных элементов изготавливают в специальных парках, которые могут быть организованы на берегах морских бухт, защищенных от волнения, или устьев рек; в котлованах, огражденных перемычками; на затопляемых участках рек; на стапельных участках

слипов; в плавучих или сухих доках и др. Место для парка выбирается в зависимости от способа спуска массивов-гигантов на воду, получения ими положительной плавучести и возможности осуществления отстоя массивов-гигантов на защищенном от волнения участке акватории.

Поскольку в стоимость сооружения из массивов-гигантов включаются затраты на организацию парка изготовления, а также на транспортировку их к месту установки на плаву, выбор места размещения и емкости парка, способов изготовления, перемещения, спуска на воду и транспортирования их должен базироваться на технико-экономических расчетах.

Массивы-гиганты могут быть изготовлены из монолитного железобетона в инвентарной щитовой или в скользящей (подвижной) опалубке и из сборных железобетонных плит, изготовленных на заводе, с омоноличиванием стыков между элементами.

Процесс изготовления массива-гиганта из монолитного железобетона начинается с бетонирования днища. Конструкция опалубки днища определяется проектом в зависимости от принятого способа бетонирования стен и перегородок.

Бетонирование стен и перегородок массива-гиганта в неподвижной инвентарной опалубке особых пояснений не требует. Установка щитовой опалубки и армокаркасов выполняется, как правило, башенным краном с большим вылетом стрелы, перемещающегося по подкрановым путям для обслуживания нескольких массивов-гигантов, находящихся в парке. Бетон в опалубку подается в бадье.

Более прогрессивным является применение скользящей опалубки для изготовления массивов-гигантов из монолитного железобетона. Скользящая опалубка представляет собой вертикальную, перемещающуюся при помощи винтовых (или гидравлических) домкратов форму.

Скользящая опалубка должна отвечать следующим основным требованиям: соотношение между высотой формы и скоростью движения ее должно обеспечивать окончание процесса схватывания бетона к моменту его выхода из формы; форма должна непрерывно и равномерно подниматься на одинаковую высоту по всему периметру массива-гиганта, обеспечивая одинаковый возраст бетона по всему контуру; форма должна обеспечивать заданную точность геометрических размеров массива-гиганта; форма должна иметь гладкую внутреннюю поверхность и быть сплошной с плотными сопряжениями, исключающими утечку цементного молока.

Высота формы принимается обычно равной 1,2 *м*, при скорости подъема формы 1 *м* за смену (8 *ч*).

В скользящую опалубку бетонная смесь должна укладываться по всему контуру массива-гиганта горизонтальными слоями высотой 30—40 *см*, при этом форма всегда должна быть заполнена на высоту не менее 80—90 *см*. Процесс бетонирования в скользящей опалубке должен быть непрерывным. При вынужденном перерыве более 1 *ч* форму необходимо заполнить бетоном и выровнять его

поверхность под одну горизонтальную отметку. После этого движение формы замедляется, и в течение 5—6 *ч* она должна быть поднята всего на 25—30 *см*. Этого времени достаточно для укладки новой порции бетона до окончания процесса схватывания нижележащего слоя.

После распалубки массива-гиганта, изготовленного в стационарной опалубке, или после перемещения скользящей опалубки вверх, все открытые бетонные поверхности массива-гиганта необходимо укрыть и непрерывно поддерживать во влажном состоянии.

Сборные железобетонные плиты для изготовления массива-гиганта изготовляются, как правило, на полигонах при заводах железобетонных конструкций или на приобъектных полигонах. Сборные плиты различаются по маркам бетона. Наиболее ответственные элементы, предназначенные для работы в тяжелых условиях (в зоне переменного горизонта), должны иметь повышенные марки бетона и при необходимости изготовляться из предварительно напряженного железобетона.

Сборка массивов-гигантов из готовых элементов производится на специальных стапельных местах. До начала монтажа должны быть выполнены все подготовительные работы, создан запас сборных элементов, рассортированный по видам, типоразмерам и партиям; сборные элементы подготовлены к монтажу (очищены, размечены и т. п.); подготовлено стапельное место.

Технология монтажа массива-гиганта состоит из следующих основных процессов: укладки плит днища, выверки и сварки их закладных частей; омоноличивания стыков между плитами днища бетоном; установки контрфорсов, вертикальных плит стенок и диафрагм (перегородок); сварки закладных частей между плитами, омоноличивания стыков цементным раствором; последовательного нанесения слоев торкретбетона на поверхность стыков (толщина каждого слоя 0,5—1 *см*); нанесения гидроизоляции на поверхность стыков.

При монтаже массивов-гигантов из сборных элементов должны соблюдаться следующие основные требования: элементы устанавливать на опорные места по осевым рискам с помощью кондуктора; тщательно выверять положение установленных элементов; применять электросварку для закрепления элементов в проектном положении; вертикальные элементы монтировать после приобретения бетоном омоноличивания стыков между плитами днища 25—30% проектной прочности (по прошествии не менее 3 суток после окончания омоноличивания при нормальных условиях твердения); омоноличивание стыков между вертикальными элементами выполнять после сварки закладных частей и очистки бетона и арматурных выпусков; омоноличенные стыки укрыть гигроскопическим материалом и поддерживать во влажном состоянии до приобретения цементным раствором 70% проектной прочности; торкретирование должны выполнять опытные сопловщики; каждый последующий слой торкретбетона должен наноситься сверху вниз, после зачист-

ки стальной щеткой поверхности предыдущего слоя; в течение 14 дней торкретбетон поддерживать во влажном состоянии и защищать от солнечных лучей, ветра и дождя.

На рис. 114 приведен общий вид массива-гиганта, собранного из отдельных железобетонных элементов.

Независимо от способа изготовления каждый массив-гигант перед спуском на воду должен быть проверен на водонепроницаемость, для чего во все отсеки массива-гиганта наливают воду на высоту не менее 2 *м*. Стенки массива-гиганта в местах, расположенных выше уровня воды в отсеках, поливают из брандспойта с расстояния не более 3 *м* при высоте струи 10 *м*.

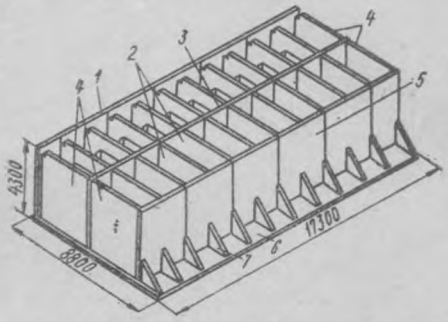


Рис. 114. Сборный железобетонный массив-гигант причальной набережной Пермского порта:
1 — плита лицевой (передней) стенки; 2 — элементы диафрагм (переборок); 3 — плиты средней стенки; 4 — плиты торцовых стен; 5 — плиты задней стенки; 6 — плита днища; 7—элемент контрфорсов консоли днища

Испытываемый массив-гигант считается водонепроницаемым, если на его поверхности не наблюдаются течи в виде струй, стекающих капель и подтеков. При обнаружении течи дефектный бетон должен быть вырублен и заменен новым, после чего массив-гигант вновь испытывают на водонепроницаемость.

Спуск массивов-гигантов на воду должен производиться в соответствии с разработанным проектом. Комплекс работ по перемещению и спуску массивов-гигантов на воду состоит из следующих основных операций: подъема при помощи домкратов и посадки на тележки (салазки); перемещения от стапельного места по поперечным рельсовым путям; перестановки массива-гиганта с поперечных тележек на продольные; перемещения по продольным рельсовым путям до спускового стапеля; перестановки массива-гиганта с продольных тележек на косяковые тележки (салазки); спуск массива-гиганта на воду по спусковому стапелю; подготовка и оборудование массива-гиганта перед буксировкой.

В процессе выполнения перестановок, перемещений и спуска массива-гиганта должны приниматься меры, исключающие перекосы и появление трещин в днище и стенках.

Расчетная глубина воды на пороге спускового стапеля $h_п$ должна быть больше осадки массива-гиганта $h_о$ (рис. 115) на величину

$$Bi + (0{,}3 \div 0{,}5), \qquad (84)$$

где B — размер массива-гиганта вдоль стапеля при спуске, *м*;
i — уклон стапеля ($i = 0{,}1 \div 0{,}125$).

После спуска массив-гигант обычно в течение некоторого времени хранится на плаву на защищенном от волнения участке аква-

тории, в ожидании буксировки. Отстой массивов-гигантов может осуществляться: с временным затоплением на глубине, допускающей откачку воды и всплытие массива-гиганта (при песчаном грунте на дне акватории); в плавучем состоянии с надежным раскреплением оттяжками.

Перед выводом с места отстоя к месту установки в сооружение на массиве-гиганте устраивается рабочий настил из инвентарных щитов, устанавливаются лебедки и кнехты, монтируются автономные насосы, навешиваются кранцы, на торцовых стенках закрепляются створные вехи и крепится буксирный трос.

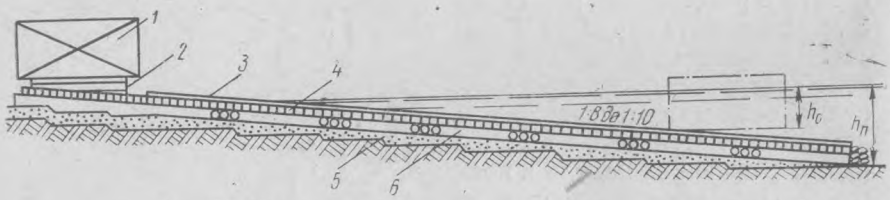


Рис. 115. Спуск массива-гиганта на воду:
1 — оболочка массива-гиганта; 2 — косяковая тележка; 3 — продольные брусья; 4 — поперечные брусья; 5 — слой песка; 6 — каменная постель

Отвод массива-гиганта из защищенной акватории допускается только при наличии благоприятного прогноза погоды на ближайшие двое суток (отсутствие волнения свыше 2 баллов). Вывод массива-гиганта начинается после окончания подготовки каменной постели, погрузки на плавсредства всех необходимых для его заполнения материалов, подготовки оборудования.

Если массив-гигант не обладает необходимой остойчивостью, то часть его отсеков разрешается равномерно заполнить водой, а при недостаточности его плавучести можно подвешивать понтоны.

На расстояние до 2 *км* (или при стесненных условиях) массив-гигант перемещается буксиром под бортом (лагом) или двумя буксирами, как показано на рис. 116 *а, б*. В этом случае трос обводится «брагой» вокруг оболочки, на углах которой подвешены деревянные накладки. Скорость буксировки обычно не превышает *7 км/ч*.

Прибуксированный в район строительства массив-гигант на плаву устанавливается непосредственно над проектным местом его погружения.

В створ сооружения первый массив-гигант устанавливается на четырех якорях (рис. 116, *в*). Правильная установка массива-гиганта в плане контролируется по закрепленным на нем вехам с помощью геодезического инструмента. Ввод последующих массивов-гигантов в створ сооружения осуществляется с помощью лебедок. Тросы от двух передних лебедок закрепляются на кнехтах ранее установленного массива-гиганта, а тросы от двух задних ле-

бедок — на якорях (рис. 116, *г*). Установка массива-гиганта в створ сооружения считается законченной, когда все тросы равномерно и сильно натянуты, а вехи на нем совмещены с инструментально отбиваемыми проектными створами.

После точной установки массива-гиганта над местом погружения одновременно открывают кингстоны (задвижки) в днище каждого отсека при помощи длинных ключей, выведенных выше уровня верхней плоскости массива-гиганта.

Погружение массива-гиганта в воду должно производиться равномерно. Равномерность погружения должна непрерывно контролироваться по нанесенным на гранях массива-гиганта делениям и регулироваться с помощью кингстонов. В процессе погружения массива-гиганта необходимо также непрерывно следить за его положением в створе сооружения и не допускать отклонений. Тросы лебедок в процессе погружения массива-гиганта должны быть натянуты.

Когда массив-гигант опустится на каменную постель, производят контрольную проверку его планового положения и прилегания к постели днища по периметру. Кингстоны оставляют открытыми и отсеки заполняются водой до уровня воды на акватории. Если массив-гигант установлен правильно, водолазы снимают кингстоны и ставят постоянные заглушки.

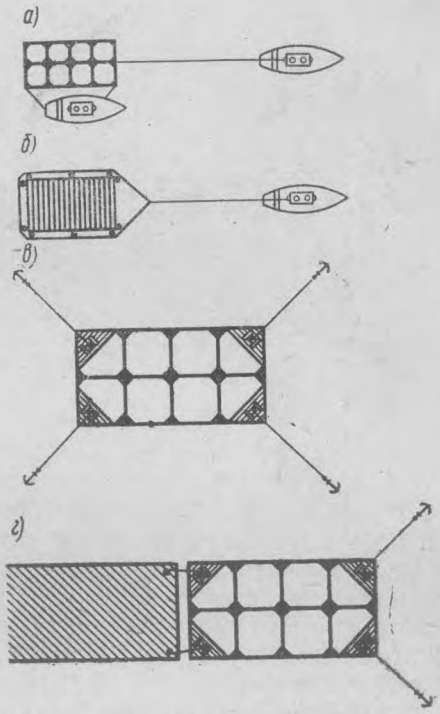


Рис. 116. Транспортировка и установка массива-гиганта:
а — лагом; б — с помощью «браги»; в — установка первого массива; г — установка последующих массивов

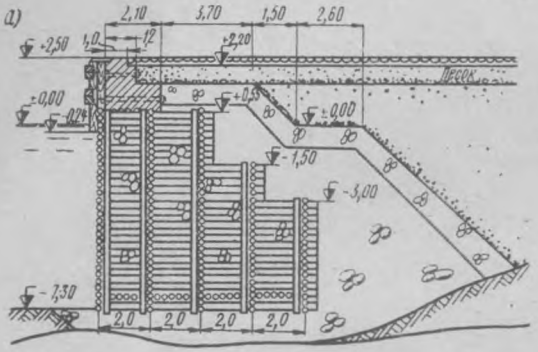
Отсеки массива-гиганта загружаются различными материалами в соответствии с проектом. Обычно передние отсеки заполняются бетоном, тыловые — песком, камнем или гравием. Загрузка бетонной смесью производится после откачки воды из отсеков и очистки внутренних поверхностей. Массив-гигант необходимо загружать равномерно, начиная со средних отсеков.

Надводная стенка устраивается в сборном или сборно-монолитном варианте. Работы по монтажу швартовных тумб, навеске отбойных устройств, образованию территории, прокладке подкрановых и железнодорожных путей подробно описаны в § 45 настоящей главы.

§ 47. Причальные сооружения на ряжевом основании

Ряжем называется конструкция, выполненная в виде деревянного сруба из бревен или брусьев, с днищем и внутренними стенками, заполненными камнем.

Причальные сооружения на ряжевом основании (рис. 117,*а*) нашли применение главным образом в морских и речных портах в районах, богатых лесными ресурсами, на бассейнах, незараженных древоточцами и другими вредными для древесины организ-



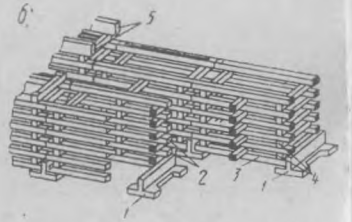


Рис. 117. Причальные сооружения ряжевых конструкций:
а — набережная; б — технология возведения сборно-разборного пирса: 1 — опорные балки; 2 и 3 — продольные балки; 4 — поперечные балки; 5 — верхнее строение

мами (бассейны Северного, Баренцева и Балтийского морей, северные внутренние водные пути и др.). В последние годы строительство ряжевых оснований сократилось. Попытки улучшить показатели ряжевой конструкции путем замены лесоматериала на сборные железобетонные элементы (рис. 117,*б*) пока не дали положительных результатов. Однако указанные обстоятельства не исключают возможностей применения ряжевых оснований при технико-экономическом обосновании целесообразности их возведения.

Строительству причального сооружения на ряжевом основании должны предшествовать: организация специального ряжевого парка, предназначенного для приемки, складирования, хранения и обработки леса, для заготовки деталей и сборки ряжей, а также для спуска готовых ряжей на воду (на плав); геодезическая разбивка сооружения на местности; водолазное обследование и расчистка дна акватории; дноуглубление под конструкцию; устройство каменной постели.

Расположение, площадь и состав ряжевого парка определяются проектом производства работ на детализированном строительном генеральном плане (стройгенплане). В состав ряжевого парка включаются: склад лесоматериалов; приспособления к приему леса с транспортных средств (водных, железнодорожных или автомобильных); лесопильные рамы с площадкой для хранения про-

дукции; заготовительный цех для предварительной заготовки деталей ряжей с площадкой для хранения деталей; цех для антисептирования заготовленных деталей с площадкой хранения деталей, прошедших обработку; стапельная площадка для сборки и спуска ряжей на воду; причал для дорубки ряжей на плаву и отстоя готовых к установке в сооружение ряжей.

В зависимости от местных условий, объема ряжевых работ и других факторов некоторые из основных элементов ряжевого парка могут отсутствовать в составе парка или быть совмещенными (сблокированными) с другими элементами.

Различают два вида ряжей (рис. 118): сплошные (сплошной рубки) и сквозные (сквозной рубки).

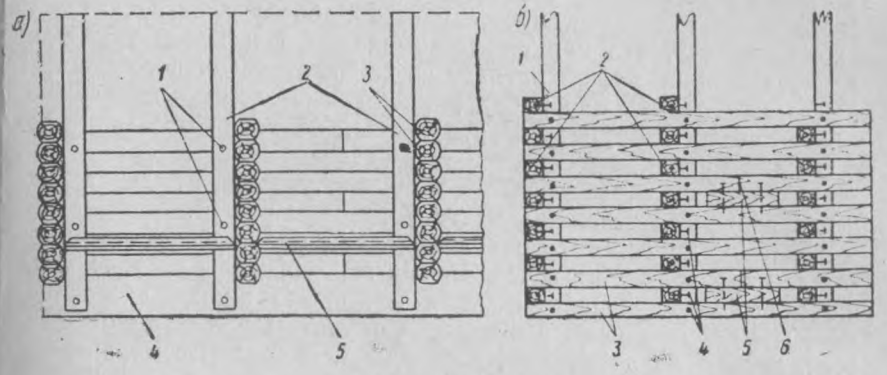


Рис. 118. Ряжи:
а — сплошной рубки: 1 — болты; 2 — сжимы; 3 — бревна поперечной стенки; 4 — бревна продольной стенки; 5 — пол; б — сквозной рубки: 1 — сжимы; 2 — брусья; 3 — брусья лицевой стенки; 4 — болты; 5 — вкладыш; 6 — стык брусьев

В настоящее время ряжи изготовляются из брусьев или из опиленных на два канта бревен, последнее предпочтительнее, так как момент сопротивления таких бревен больше, чем у четырехканатных брусьев. Все бревна должны быть опилены под одну скобу, т. е. иметь одинаковую высоту порядка 20 *см*.

Бревна или брусья соединяют между собой стальными нагелями (шкантами). Для этого в каждом венце просверливаются отверстия длиной в два с половиной венца, куда загоняются нагели, которые нарубаются из квадратного железа без какого-либо заострения или ершения. Сечение нагеля должно быть равно диаметру отверстия или на 1—2 *мм* меньше. Нагели своими гранями врезаются в древесину по всей длине просверленных отверстий, образуя прочное и надежное соединение, при котором в сквозных ряжах никаких вообще врубок не делают, а в сплошных — в местах пересечений делаются простейшие врубки глубиной не более $^1/_4$ толщины бруса.

Организация работ по рубке (сборке) ряжей выбирается в зависимости от принятого способа спуска ряжей на воду.

Рубка ряжей может быть выполнена: на береговом или эстакадном стапеле со спуском полностью законченного ряжа на воду; на береговом или эстакадном стапеле со спуском нижней готовой части ряжа на воду с последующей дорубкой ряжа, находящегося на плаву у стапеля, либо на месте установки в сооружение; на береговой площадке с пониженными отметками, затопляемой паводковой водой (применяется на реках); на причале или судне со спуском полностью или частично законченного ряжа на воду при помощи грузоподъемного механизма; на плаву, в защищенной акватории; на льду, непосредственно над местом установки ряда в сооружение.

Рубка ряжей может быть организована с заготовкой деталей из бревен или брусьев непосредственно на ряже, или из заранее заготовленных деталей, прошедших обработку в заготовительном цехе. Очевидно, что наиболее рациональной и менее трудоемкой является сборка ряжей из продукции заготовительного цеха, так называемая раздельная рубка ряжей.

Все работы по рубке (сборке) ряжей должны быть максимально механизированы.

Стапели для спуска ряжей в речных условиях следует располагать выше (по течению) места установки ряжей.

Конструкция берегового стапеля (при большой протяженности фронта строительства) и технология выполнения работ по спуску ряжей на воду разрабатываются в проекте производства работ (ППР). Уклон стапеля выбирается с учетом рельефа береговой части, глубин на акватории, веса ряжей и средств механизации, применяемых для их спуска. Уклон стапеля обычно назначается в пределах от 1 : 8 до 1 : 20. Глубина на пороге должна быть больше расчетной осадки ряжа на величину, определяемую по формуле

$$\Delta h = Bi + (0{,}3 \div 0{,}5), \tag{85}$$

где Δh — превышение глубины на пороге осадки ряжа, *м;*
B — ширина ряжа, *м;*
i — уклон стапеля.

(Осадка ряжа в воде принимается равной 80% от высоты собранных венцов.)

Тяговое усилие, необходимое для спуска ряжей по стапелю на воду (без катков), равно

$$T = 1{,}25Q(\mu - i), \tag{86}$$

где T — тяговое усилие, *тс*;
Q — вес ряжа, *т*;
μ — коэффициент трения при скольжении ряжа по спусковым дорожкам (для смазанных пусковых дорожек $\mu = 0{,}2$).

Перед спуском ряжа со стапеля выполняются подготовительные работы:

смазка стапельных дорожек;

спуск ряжа с клеток на спусковые дорожки при помощи домкратов (если ряж рубили в горизонтальном положении);

обводка вокруг ряжа и закрепление тяговых тросов на нем на уровне пола;

уборка клиньев и других приспособлений, удерживающих ряж в неподвижном положении;

приведение в готовность тяговых средств: буксиров, лебедок и т. п.;

ряжи неправильной формы перед спуском уравновешивают балластом из камня, чтобы на плаву не возникал крен или дифферент.

Ряжи, срубленные на затапливаемой высокой водой береговой полосе (площадке), после всплытия отбуксировывают к месту отстоя, где при необходимости дорубают их. На месте отстоя ряжи раскрепляют у причала или на якорях.

Спуск ряжей, срубленных полностью или частично (не менее чем на шесть — восемь венцов), плавучим или береговым краном производится при помощи стропов, закрепляемых на ряже в двух и более местах. Способ строповки с поверочным расчетом указывается в ППР.

Рубка ряжей на льду (толщиной более 25 *см*) и спуск их на воду могут быть произведены следующими способами, выбор которых осуществляется в зависимости от гидрологических и производственных условий.

1. Ряж рубят на несколько нижних венцов с полом и сжимами на высоту, обеспечивающую плавучесть ряжа; затем ряж спускают на воду, дорубают на плаву и опускают на подготовленное основание.

2. Ряж рубят на льду на высоту пять-шесть венцов; затем вырубают сквозную майну по периметру ряжа шириной 0,5—0,7 *м* с временными перемычками длиной 1—2 *м* и опускают ряж в воду вместе со льдиной. Ряж дорубают на плаву и опускают на постель. Льдина под ряжем тает обычно через 7—15 дней.

3. Ряж рубят на высоту пять-шесть венцов на подкладках, перекинутых через очищенную от льда прорубь. Размер проруби соответствует размеру ряжа. Ряж дорубают на плаву и опускают на штатное место.

Ряжи от места отстоя к месту установки буксируются при волнении не свыше 2 баллов. При небольших расстояниях перехода — до 2 *км* — буксир ведет ряж под бортом со скоростью 2—5 *км/ч*; при транспортировке на бóльшие расстояния ряж буксируют с помощью буксирного конца длиной 75—100 *м* со скоростью до 8 *км/ч*.

До спуска и установки ряжа на подготовленное основание должны быть выполнены повторные промеры и водолазное обследование и при необходимости досыпка и дополнительное ровнение поверхности каменной постели или очистка ее от наносного грунта.

На постель ряж устанавливают при помощи четырех лебедок, расположенных на ряже, тросов и якорей. Точность установки ряжа в плаву и в вертикальной плоскости контролируется геодезическими инструментами. Отклонения в положении ряжей от проектного не должны превышать 100 *мм*.

При установке ряжей на водоемах с сильным течением применяются удерживающие ряжи — рамы, представляющие собой сквозные ряжи, собранные из брусьев, к которым устанавливаемые ряжи крепятся тросами на лебедках.

При погружении ряжа в воду, для ликвидации его положительной плавучести постепенно и равномерно загружают его банки камнем. Загрузку можно производить с плавсредств, со льда или пионерным способом с ранее установленных ряжей, но с обязательной механизацией процесса загрузки. При загрузке со льда или пионерным способом рекомендуется осуществлять заезд транспортных средств на загружаемый ряж с непосредственной выгрузкой камня в банки ряжа.

Установка ряжа в проектное положение и полная загрузка его камнем на незащищенных акваториях во избежание разрушения ряжа штормовым волнением должны осуществляться в максимально сжатые сроки, не более чем за 1,5 суток.

Надводную стенку причала на ряжевом основании выполняют обычно из монолитного или сборного бетона (железобетона).

Заполнение пазухи сооружения каменной разгрузочной призмой с контрфильтром и грунтом производится после полной загрузки ряжевых банок камнем.

(Технологию выполнения работ по монтажу швартовных тумб, навеске отбойных устройств и других см. в § 45 и 46 настоящей главы.)

§ 48. Сооружения из тонкостенных оболочек большого диаметра

Сооружения из тонкостенных оболочек большого диаметра относятся к гравитационному типу, если оболочки устанавливаются на каменную постель или заглубляются в грунт на небольшую величину.

Технология изготовления. В отечественной практике оболочки большого диаметра изготавливают различными способами: 1) оболочки диаметром 3 *м* собирают при помощи кондуктора из отдельных железобетонных сегментов (скорлуп), изготовленных способом виброштампования; стыки между скорлупами омоноличиваются (трест «Севзапморгидрострой»); 2) оболочки диаметром 6,5 *м* изготавливают путем послойного нанесения на внутреннюю поверхность деревянной опалубки пневмобетона (трест «Балтморгидрострой»); 3) оболочки диаметром 10,5 *м* собирают при помощи кондуктора из отдельных плоских и криволинейных прямоугольных плит и скорлуп; стыкование плит между собой осуществляется путем сварки закладных частей (трест «Крымморгидро-

строй»); 4) оболочки диаметром 7 *м* изготавливают в металлической опалубке, со скользящим сердечником отдельными звеньями и собирают на стенде (трест «Азербайджантрансстрой»).

Первый способ. Сегменты (скорлупы) формуются в матрице (рис. 119,*а*) при помощи специального скользящего виброштампа, представляющего собой жесткую сварную конструкцию, обшитую по радиусу внутренней образующей оболочки металлическим листом с загибом вверх, в направлении движения для наезда на бетон (рис. 119,*б*). Виброштамп перемещается вдоль матрицы, придает изделию необходимую форму и одновременно уплотняет бетонную смесь (рис. 119,*в*).

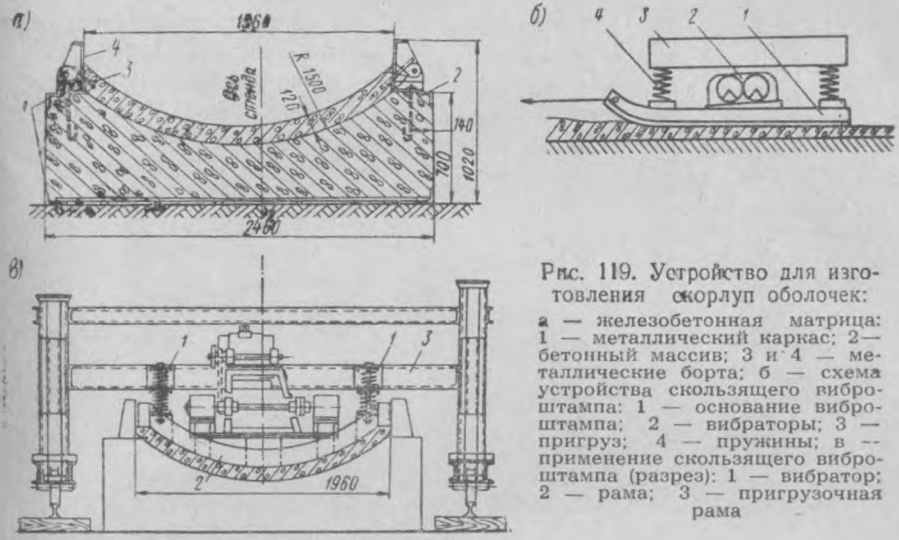


Рис. 119. Устройство для изготовления скорлуп оболочек:
а — железобетонная матрица: 1 — металлический каркас; 2— бетонный массив; 3 и 4 — металлические борта; б — схема устройства скользящего виброштампа: 1 — основание виброштампа; 2 — вибраторы; 3 — пригруз; 4 — пружины; в — применение скользящего виброштампа (разрез): 1 — вибратор; 2 — рама; 3 — пригрузочная рама

Изготовление сегментов при помощи скользящего виброштампа может осуществляться по различным технологическим схемам:

а) при стендовой технологии изготовления в технологическую линию входят: стенды (матрицы), снабженные устройствами для тепловой обработки изделий, самоходный бетоноукладчик и самоходная тележка со скользящим виброштампом;

б) при агрегатно-поточной: комплект металлических форм, фундаменты-стоянки, бетоноукладчик и самоходная тележка;

в) при конвейерно-поточной: бетоноукладчик и система скользящих виброштампов, смонтированных на общей неподвижной раме (при непрерывно движущемся конвейере) или перемещающейся вдоль изделия, если форма-вагонетка стоит (при прерывистом движении конвейера).

Выбор способа изготовления должен базироваться на технико-экономическом расчете.

Сегменты могут изготовляться из ненапряженного и предварительно напряженного бетона.

Для изготовления армокаркасов сегментов и укладки их в форму применяется специальный кондуктор.

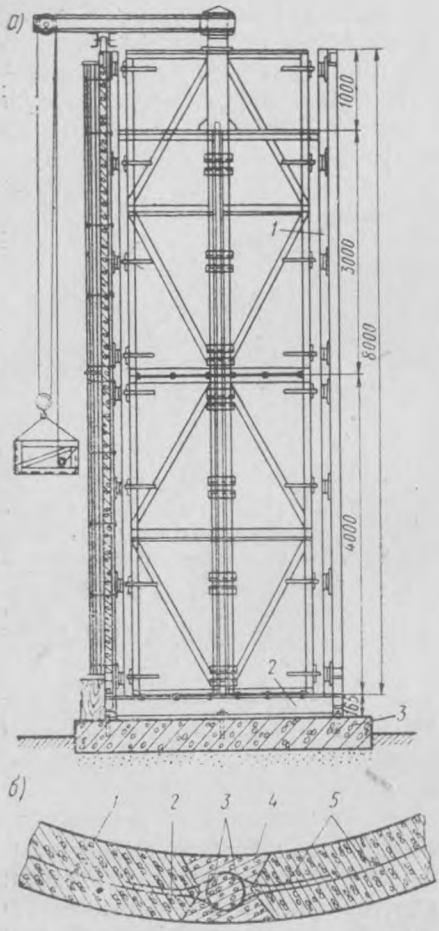


Рис. 120. Монтаж тонкостенных оболочек:

а — общий вид кондуктора для монтажа оболочек: 1 — ферма; 2 — опорное кольцо; 3 — фундамент; б — конструкция железобетонного продольного стыка оболочки диаметром 3 *м*: 1 — железобетонные скорлупы-панели; 2 — петли поперечной арматуры; 3 и 5 — продольные стержни; 4 — железобетонная шпонка

Размеры сегментов могут быть различными по длине и ширине, а также по толщине стенок.

Исследованиями установлено, что лучше всего формуется бетонная смесь с осадкой конуса 0,5—1 *см* при соответствующем режиме работы вибраторов.

Сборка оболочки из отдельных сегментов (скорлуп) производится в вертикальном положении при помощи кондуктора (рис. 120). К кондуктору на болтах крепят рабочие фланцы оболочек, к которым привариваются нижние и верхние арматурные выпуски скорлуп; в петлевые выпуски арматуры сменных скорлуп заводят вертикальные арматурные стержни.

Омоноличивание стыков производится бетоном или торкретированием с помощью цемент-пушки С-320.

Второй способ (способ «пневмобетон»). С помощью инвентарных подмостей собирают и устанавливают наружную деревянную щитовую опалубку. Затем оболочку армируют отдельными стержнями или заранее заготовленными арматурными блоками. В нижней части оболочки приваривают арматурные стержни к фланцу металлического ножа, а в верхней — устанавливают закладные болты диаметром 36 *мм* для крепления подъемной траверсы.

Формование тела оболочки производится цементно-песчаной смесью, приготовляемой в растворо- или бетоносмесителе. Расход составляющих на 1 $м^3$ смеси: цемента 500—590 *кг*, крупнозернистого песка 1410 *кг*, воды 230 *л* и сульфато-спиртовой барды (ССБ) 1,1 *кг*, при водоцементном отношении (В/Ц) 0,42 и осадке конуса 5—7 *см*. Смесь вначале подается через вибросито в приемный бункер растворонасоса С-317, затем поступает в прямоточную приставку, откуда под давлением 5—7 *атм* — по резиновым шлангам диаметром 50 *мм* к соплу с выходным отверстием диаметром 20—25 *мм* и наносится на внутреннюю поверхность опалубки равномерными слоями толщиной 2—3 *см*, пока не будет достигнута требуемая по проекту толщина стенки оболочки.

Для ускорения процесса набора прочности цементно-песчаным бетоном оболочку после формования накрывают брезентом и паровыми или электрокалориферами прогревают воздух под брезентовым колпаком до 40°С.

Третий способ. Сборные прямоугольные плиты (или скорлупы) заводского изготовления поступают на стенд сборки оболочек. Для сборки оболочки диаметром 10,5 *м* требуется 10 плит.

При помощи козлового крана грузоподъемностью 65 *тс* плиты устанавливаются в специальный металлический пространственный кондуктор и после выверки их положения каждая плита закрепляется в кондукторе домкратами: двумя винтовыми внизу и двумя прижимными вверху.

Стыкование плит производится соединением электросваркой закладных частей смежных плит между собой. После сварки очищенный стык покрывают в два-три слоя мастикой, приготовленной на основе эпоксидной смолы, обеспечивающей надежную гидроизоляцию металла (рис. 121).

Четвертый способ (в наружной щитовой и внутренней скользящей металлической опалубке). Стенд для изготовления отдельных звеньев оболочек диаметром 7 *м* толщиной стенок 14 *см* и высотой до 4,5 *м* показан на рис. 122. Наружная опалубка (рис. 123,*а*) состоит из четырех щитовых металлических сегментов, шарнирно закрепленных на двух опорах; внутренней опалубкой служит скользящий сердечник (рис. 123,*б*), который по мере бетонирования поднимается по направляющим центральной опоры. Бетонная смесь в форму подается из бадьи по желобу. Бадья подвешена к вращающейся раме, что обеспечивает равномерное распределение смеси по всему периметру оболочки. Бетонная смесь уплотняется вибраторами С-414: четыре закреплены на наружной стороне опулубки и четыре — на скользящем сердечнике.

После формования производится тепловая обработка звеньев оболочки. Стыкование звеньев оболочек по высоте производится на стенде, расположенном в радиусе действия плавучего крана, при помощи сварки закладных частей.

Технологические способы возведения сооружений из оболочек. Они зависят от: геологического строения грунтового основания,

проектной глубины у кордона сооружения, категории эксплуатационных нагрузок, условий естественного режима в районе строительства и других факторов.

При наличии в основании сооружения несвязных грунтов применяются следующие способы: а) погружение оболочки диаметром 3—5 *м* в грунт на проектную глубину при помощи мощных вибропогружателей (ВП-3, ВП-170, ВП-250, синхронно-спаренных ВП-250 и др.); б) постепенное заглубление оболочки по мере извлечения грунта из ее полости (опускного колодца); в) вдавливание оболочки в грунт под собственным весом и весом пригрузки;

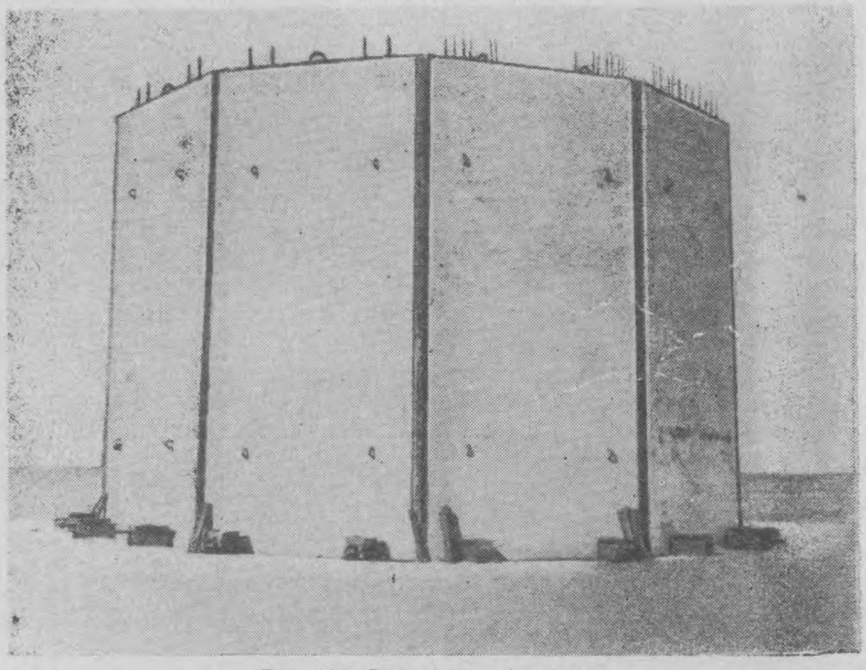


Рис. 121. Собранная оболочка

г) вдавливание оболочки в грунт под собственным весом и под действием избыточного гидростатического давления, образующегося в результате откачки глубинными насосами воды из полости оболочки с герметической крышкой.

При наличии плотных грунтов в основании сооружения оболочки устанавливаются в проектное положение: а) в заранее открытый котлован (траншею) с последующей огрузкой и обратной засыпкой грунта для создания защемления нижней части оболочки; б) на подготовленную (весьма тщательно выровненную) каменную постель.

Независимо от избранного способа строительства перед его началом выполняется комплекс подготовительных работ, в том числе геодезическая разбивка сооружения, водолазное обследова-

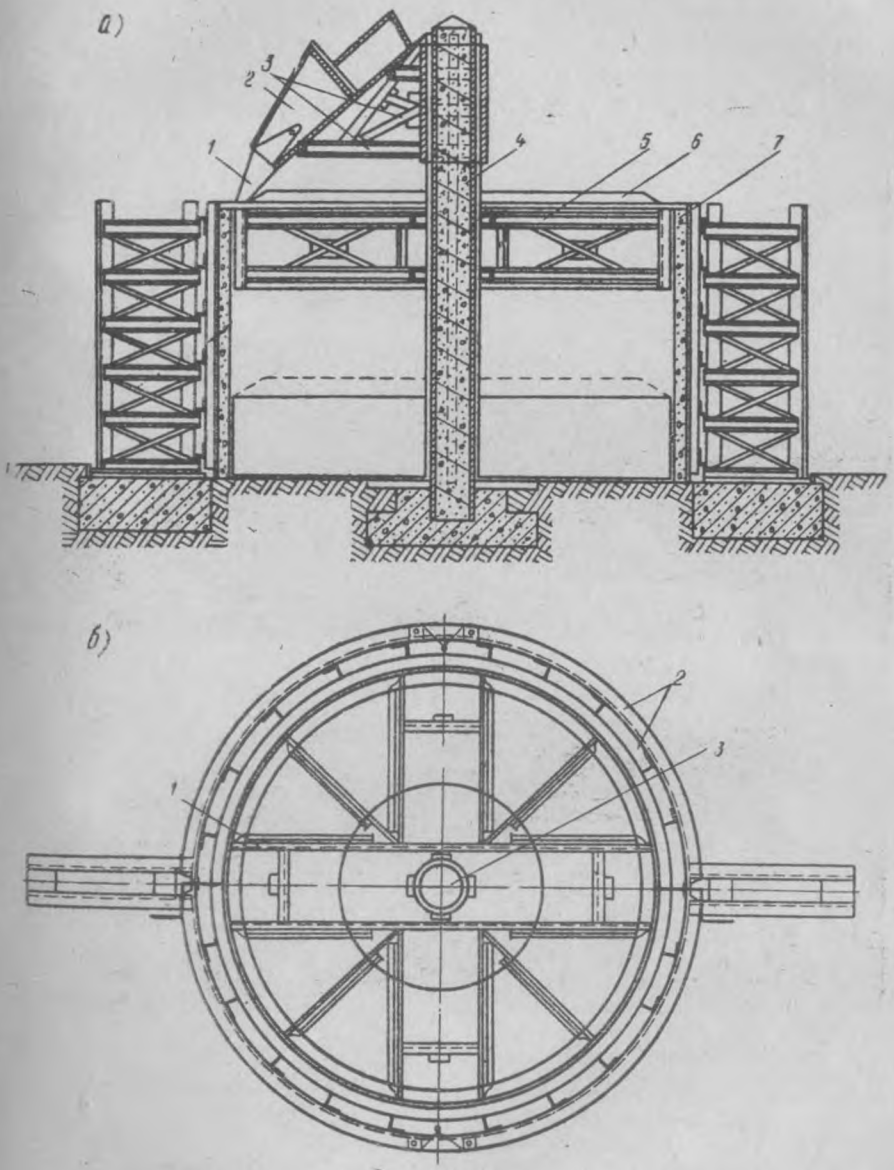


Рис. 122. Стенд для изготовления оболочек большого диаметра:
а — разрез: 1 — течка; 2 — бадья; 3 — кронштейн; 4 — опорная колонка; 5 — рама скользящего сердечника; 6 — рабочая площадка; 7 — оболочка; б — план: 1 — внутренний скользящий сердечник; 2 — сегмент наружной опалубки; 3 — направляющая колонна

ние дна акватории, дноуглубление под конструкцию, если оно предусмотрено проектом.

Технологическая последовательность строительства сооружения из оболочек диаметром 3—5 *м* следующая: 1) погружение оболочек; 2) заделка стыков между смежными оболочками для обеспечения грунтонепроницаемости; 3) заполнение полостей оболочек

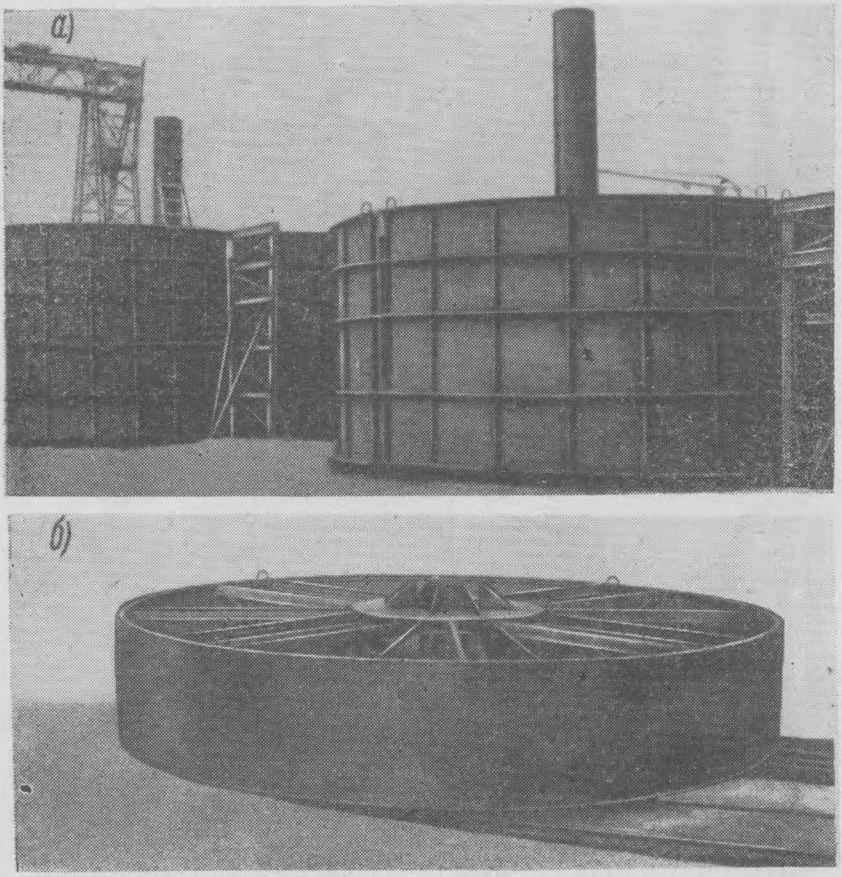


Рис. 123. Полигон для изготовления тонкостенных оболочек:
а — наружная опалубка; б — внутренняя опалубка (скользящий сердечник)

песчаным грунтом, щебнем, камнем; 4) первая очередь заполнения пазухи сооружения песчаным грунтом; 5) установка и закрепление консольных балок разгрузочной площадки; 6) монтаж блоков надводной стенки из сборных элементов с омоноличиванием стыков и с оболочками; 7) монтаж плит разгрузочной площадки по консольным балкам; 8) вторая очередь заполнения пазухи сооружения песчаным грунтом; 9) установка обрамляющего уголка и омоноличивание его с блоками надводной стенки; 10) устройство

тумбовых массивов из монолитного бетона с заделкой закладных частей для крепления швартовных тумб.

Работы по навеске отбойных приспособлений, прокладке инженерных коммуникаций и путей, устройству покрытия и другие выполняются в той же последовательности и аналогичными способами, что и в § 45 настоящей главы.

Оболочки диаметром 3—5 *м* погружаются в грунт способом вибрирования.

Грунтонепроницаемость стыков между оболочками создается путем укладки в опалубку, состоящую из двух щитов, скрепленных между собой стяжными болтами, подводного бетона методами вертикально-перемещающейся трубы (ВПТ) или восходящего раствора (ВР).

Щиты опалубки опираются концами на стенки двух смежных оболочек с лицевой и тыловой сторон, образуя полость для укладки бетона. Во избежание вытекания грунта засыпки из-под стыка щиты опалубки должны быть заглублены в грунт на глубину 0,5—1 *м*.

Примером строительства причала из оболочек диаметром 3 *м* с разгрузочной площадкой является причал, построенный в Ленинградском речном порту. Разгрузочная площадка, состоящая из плит, уложенных на консольные балки, была устроена для уменьшения активного давления грунта засыпки и увеличения их устойчивости.

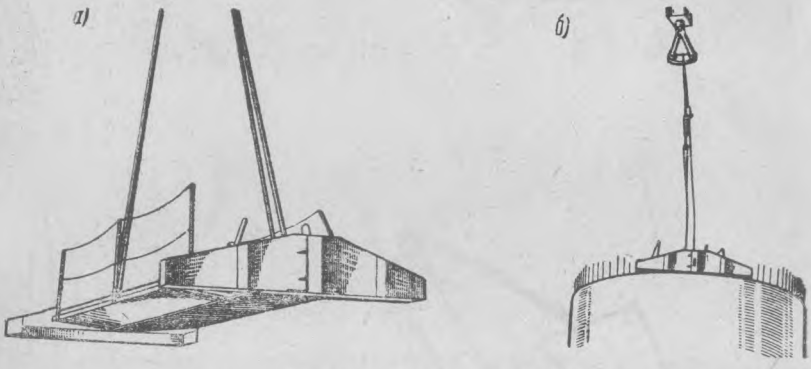


Рис. 124. Траверса для подъема оболочек (*а*) и ее крепление к оболочке (*б*)

В порту Клайпеда трестом «Балтморгидрострой» построен причал из оболочек диаметром 6,5 *м*, изготовленных способом «пневмобетона». Технология возведения причала отличается от описанной выше тем, что готовые оболочки высотой 10,5 *м* и весом 88 *т* не погружались в грунт, а устанавливались плавкраном грузоподъемностью 100 *тс* на дно котлована, имеющего отметку на 2 *м* ниже, чем глубина у кордона. Для подъема оболочки служила специальная траверса, закрепляемая болтами на верхнем торце оболочки (рис. 124).

Оболочки устанавливались с зазором в 30 *см*. Затем они огружались бетонными массивами (по два массива на оболочку) весом по 50 *т*, установленными на распределительные балки. Огрузка снималась после полной стабилизации осадки оболочек. Контроль за огрузкой осуществлялся с помощью геодезического инструмента по четырем диаметрально противоположным точкам, расположенным по верху оболочки.

Заделка стыков между оболочками выполнялась методом ВПТ. Опалубка устраивалась из деревянных щитов шириной 0,8 *м* и длиной 9,5 *м*. На берегу щиты попарно устанавливали встык между оболочками. После затяжки болтов и прижатия щита к оболочкам стык бетонировали.

После заделки стыков на участке причала длиной 40—50 *м* производилась обратная засыпка котлована песчаным грунтом и одновременная засыпка таким же грунтом полостей оболочек. В полости оболочки песчаный грунт уплотнялся глубинным виброуплотнителем типа ВУУП-4.

Затем по верху оболочек устраивалась подвесная опалубка опорных колец, состоящая из щитов криволинейной формы. После раскрепления и проверки положения подвесной опалубки в нее устанавливался арматурный каркас, который приваривался в местах пересечений с арматурными выпусками из оболочки. Бетонная смесь марки 300 подавалась краном к месту укладки в форму в бадьях.

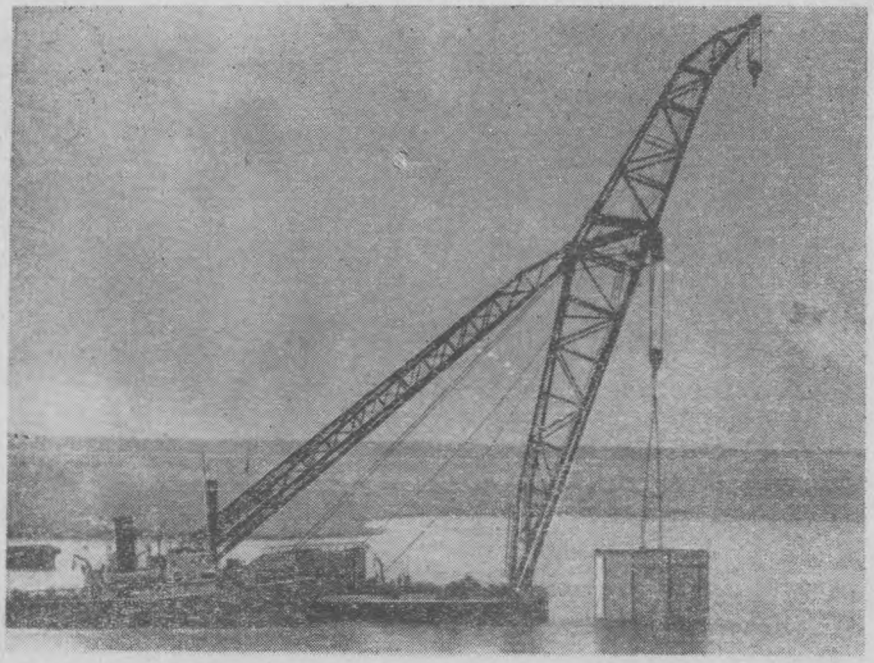


Рис. 125. Установка оболочек ∅ 10,2 *м* в проектное положение

Когда бетон набирал 70% проектной прочности, производились работы по монтажу консольных балок, сборных блоков надстройки с омоноличиванием стыков, разгрузочных плит и другие работы.

Конструкция набережной, построенной в Камышовой бухте, представляет собой гравитационную стенку из оболочек диаметром 10,2 *м*, установленных на весьма тщательно выровненную каменную постель, с надстройкой из сборных блоков.

Со стенда сборки готовые оболочки весом около 120 *т* доставлялись к месту установки плавучим краном грузоподъемностью 250 *тс*, с помощью специальной траверсы (рис. 125).

Установка оболочек на постель выполнялась с особой тщательностью, так как даже небольшое отклонение положения нижнего торца оболочки от горизонтального могло привести к разрушению поверхности постели и дополнительным работам по ровнению ее, а также к наклону установленной оболочки.

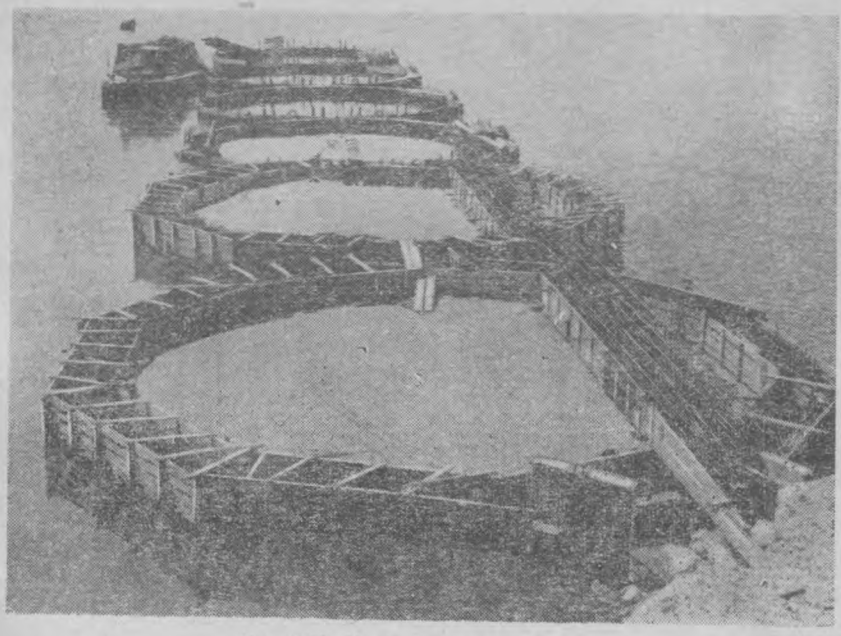


Рис. 126. Установленные оболочки

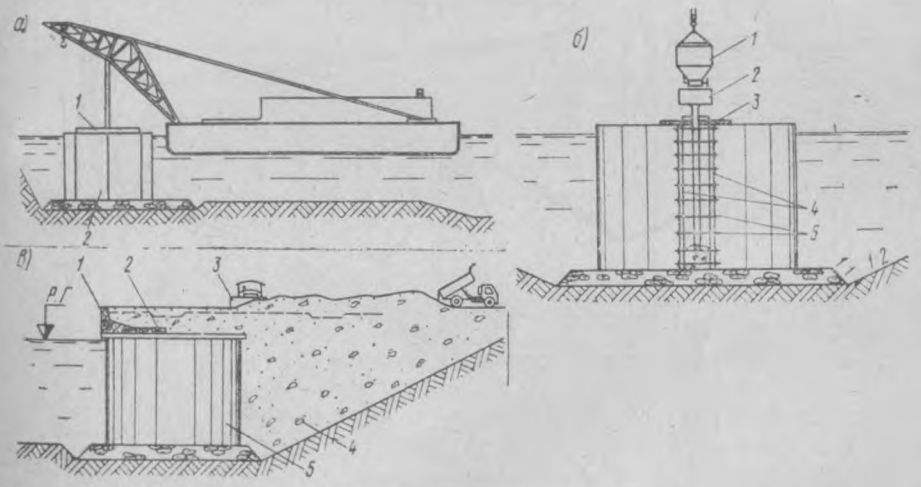


Рис. 127. Технологическая последовательность строительства причала из оболочек ∅ 10,2 *м*:

а — установка оболочки: 1 — траверса; 2 — оболочка; б — заделка стыков между оболочками: 1 — бадья для подачи бетона; 2 — приемный бункер с бетонолитной трубой; 3 — рабочий настил; 4 — щитовая опалубка; 5 — стяжные бояты; в — создание территории за стенкой оболочек 1 — сборно-монолитная надводная стенка; 2 — плита уплотнения; 3 — бульдозер; 4 — засыпка; 5 — оболочка

До установки оболочки плавкран был надежно раскреплен на якорях. В период установки в районе строительства не допускалось движение плавсредств, могущих вызвать волнение.

Для обеспечения установки оболочек ее выполняли под геодезическим контролем: на каждой оболочке были закреплены по два створных штыря. После выверки положения установленной оболочки геодезическое наблюдение за ней не прекращалось.

Если отклонения положения оболочки от проектного превысят нормативные допуски и если обнаружена недопустимая ее осадка, оболочку необходимо поднять, отвести в сторону и после повторного ровнения поверхности постели вновь устанавливать на место.

После заделки стыков между оболочками по верху оболочек устраивались опорные кольца из монолитного бетона и после набора ими 70% прочности монтировалась надстройка (рис. 126).

Технологическая последовательность строительства причала из оболочек диаметром 10,5 *м* иллюстрируется рис. 127.

Глава XI. ПРИЧАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ УГОЛКОВОГО ПРОФИЛЯ

§ 49. Набережные с внешней анкеровкой

Набережные уголкового профиля относятся к причальным сооружениям гравитационного типа.

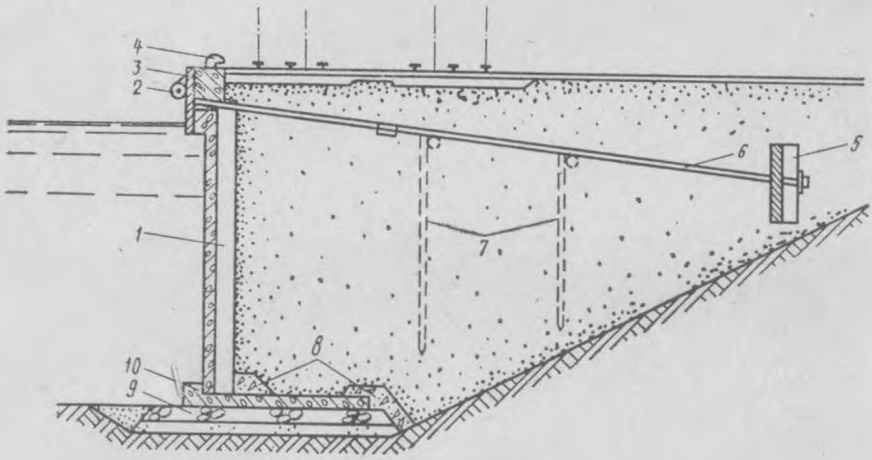


Рис. 128. Схема уголковой стенки с внешним анкером:

1 — лицевая плита; 2 — отбойное устройство; 3 — сборно-монолитный оголовок; 4 — швартовная тумба; 5 — анкерная плита; 6 — анкерная тяга; 7 — подмосточные сваи; 8 — щебеночные призмы; 9 — каменная постель; 10 — фундаментная плита

Основными конструктивными элементами набережной с внешней анкеровкой (рис. 128) являются: каменная постель; железобетонные фундаментные и лицевые плиты; железобетонные плиты оголовка; анкерные тяги из круглой стали, покрытые антикорро-

зионной изоляцией, и железобетонные анкерные плиты, устанавливаемые в тыловой части причала. Все железобетонные элементы унифицированные, изготовляются в заводских условиях и могут быть использованы для строительства причалов с глубиной у кордона 4,5—11,5 *м*.

Технологическая последовательность строительства причала уголкового профиля с внешней анкеровкой следующая: 1) подготовительные работы, в том числе геодезическая разбивка осей сооружения; 2) водолазное обследование дна акватории в районе строительства; 3) извлечение грунта для устройства котлована под сооружение; 4) отсыпка обратного фильтра из щебня (или карьерной мелочи) в постель сооружения; 5) грубое ровнение поверхности фильтра; 6) отсыпка камня в постель; 7) грубое ровнение горизонтальной поверхности постели; 8) виброуплотнение постели; 9) ровнение поверхностей постели после виброуплотнения; степень ровнения поверхности откосов — грубое, горизонтальной поверхности под фундаментные плиты — весьма тщательное, поверхности берм (в границах от бровки откоса каменной постели до линии, отстоящей на 1 *м* от торца фундаментной плиты с каждой стороны) — тщательное; 10) установка фундаментных плит на выровненную поверхность постели; 11) укладка на грунт перед фундаментными плитами инвентарных массивов с монтажными телескопическими подкосами; 12) установка на фундаментные плиты лицевых плит с временным креплением и удерживание их в вертикальном положении с помощью монтажных подкосов; 13) навеска вертикальных и укладка горизонтальных полотнищ гидрорерина в два слоя для покрытия стыков между плитами; 14) отсыпка контрфильтра из щебня вдоль стенки в местах сопряжения лицевых и фундаментных плит, а также в тыловой части фундаментных плит и на тыловом откосе каменной постели; 15) грубое ровнение поверхности контрфильтра водолазами; 16) первая очередь заполнения пазухи сооружения песчаным грунтом с устройством горизонтальной бермы в месте установки анкерных плит; 17) погружение деревянных подмосточных свай и подвеска к ним деревянных прогонов для предохранения анкерных тяг от провисания; 18) монтаж анкерных тяг и плит; 19) отсыпка над анкерными плитами и перед ними грунтовой отпорной призмы (вторая очередь заполнения пазухи сооружения грунтом); 20) освобождение лицевых плит от монтажных подкосов; 21) перекладка массивов с монтажными подкосами на новые места; 22) третья очередь заполнения пазухи грунтом до отметки, обеспечивающей прокладку инженерных коммуникаций без больших дополнительных объемов земляных работ; 23) прокладка инженерных сетей (ливневой канализации, водопровода, электрических и телефонных кабелей) непосредственно в грунте либо в потернах, смонтированных из сборных плит или блоков; 24) устройство оголовка и тумбовых массивов причала, установка сборных лицевых плит-оболочек, тыловой опалубки, арматуры и укладки монолитного бетона; 25) четвертая очередь заполнения пазухи грунтом до отметки низа

балластного слоя щебня под подкрановые и железнодорожные пути с планировкой территории; 26) навеска отбойных устройств; 27) монтаж швартовных тумб; 28) укладка покрановых и железнодорожных путей; 29) устройство покрытия причала; 30) благоустройство прилегающей к причалу территории; 31) завершающие и отделочные работы перед сдачей сооружения в эксплуатацию.

Выполнение некоторых из перечисленных работ и технологических процессов совмещается во времени, что способствует организации потока и сокращению продолжительности строительства сооружения.

Некоторые технологические схемы производства работ показаны на рис. 129.

При строительстве набережных с внешней анкеровкой используются различные плавучие и береговые механизмы и средства транспорта, которые подбираются при составлении проекта производства работ на основании технико-экономических расчетов. При этом учитываются наличные средства механизации и транспорта, объем работ и требуемый срок выполнения работ.

До начала строительства набережной на участке комплектации (временном складе) должны быть подготовлены к монтажу сборные элементы в количестве, предусмотренном проектом производства работ, обеспечивающем развертывание и непрерывное ведение строительства.

До установки фундаментных плит по акту принимается уплотненная и выровненная каменная постель, под воду переносится «боевая линия» и вдоль нее для обеспечения точности монтажа плит укладываются упоры из длинномерных свай или балок.

Фундаментные плиты устанавливаются в проектное положение плавучим краном, соответствующей грузоподъемности при участии водолазной станции. Правильность установки фундаментных плит проверяют при помощи теодолита, нивелира и футштока.

После установки шести—восьми фундаментных плит приступают к монтажу лицевых плит.

Для временного поддержания лицевых плит в вертикальном положении при помощи крана перед фундаментными плитами с морской стороны устанавливают инвентарные массивы с монтажными анкер-подкосами, шарнирно закрепленными попарно на каждом массиве. Лицевые плиты устанавливаются на фундаментные плавучим краном. При установке монтажники с помощью оттяжек направляют лицевые плиты так, чтобы они заняли положение, близкое к проектному. Точность установки каждой лицевой плиты проверяется при помощи теодолита и отвеса. Водолазы контролируют плотность примыкания закладной металлической полосы в лицевой плите к выступающему из зуба фундаментной плиты рельсу. Если плотность прилегания не соответствует проектной, то плиту по команде водолаза приподнимают на 10—15 *см* и затем устанавливают в новое положение. Эту операцию выполняют до тех пор, пока не будет обеспечена необходимая плотность прилегания закладных частей, так как в узле сопряже-

ния плит в период эксплуатации концентрируются максимальные напряжения. После окончательной установки и выверки положения лицевой плиты на верхний ее торец наводятся и прочно закрепляются при помощи винтовых упоров (домкратов) Г-образные концы двух анкер-подкосов, монтажники освобождают стропы и плавкран перемещается для выполнения последующей операции.

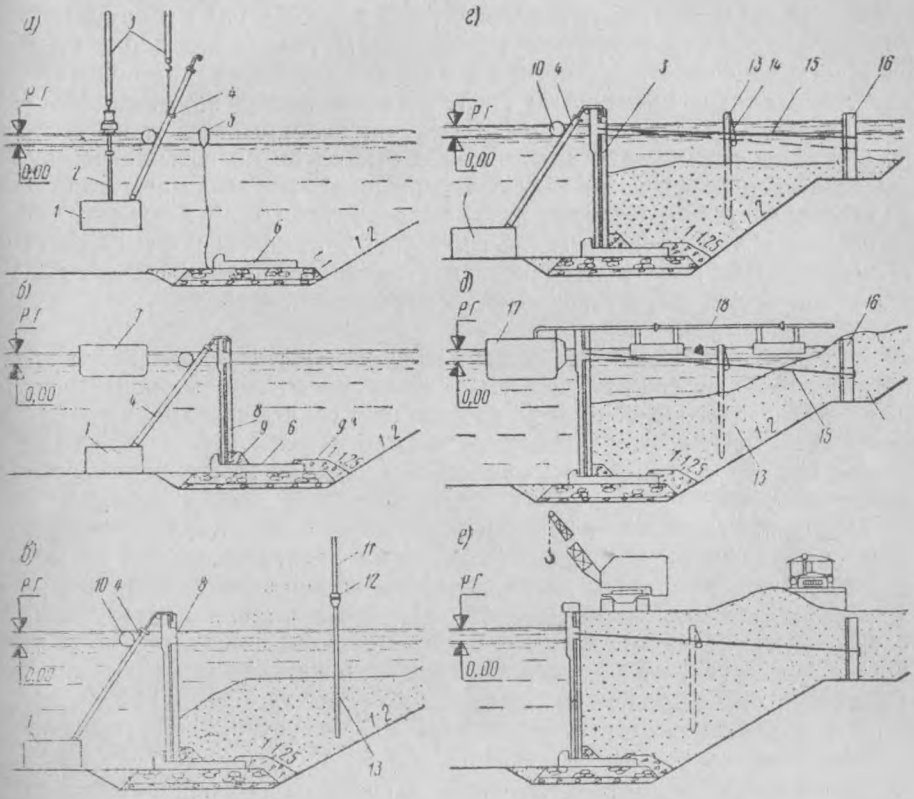


Рис. 129. Технологические схемы производства работ:
а — установка опорного массива с подкосом: 1 — опорный массив; 2 — стропа; 3 — трос; 4 — подкос; 5 — створный буй; 6 — фундаментная плита; б — крепление лицевой плиты: 7 — понтон; 8 — лицевая плита; 9 — щебеночные призмы; в — рефулирование грунта за стенку I очереди и погружение подмосточных свай; 10 — удерживающий поплавок; 11 — траверса; 12 — вибропогружатель; 13 — подмосточные сваи; г — установка анкерных плит; монтаж анкерных тяг и подвеска прогонов: 14 — прогоны; 15 — анкерная тяга; 16 — анкерная плита; д — рефулирование грунта II очереди: 17 — рефулер; 18 — пульпопровод; е — планировка территории и устройство оголовка

Работы по установке фундаментных и лицевых плит — весьма ответственны и должны выполняться под непосредственным руководством производителя работ. Особое внимание должно быть уделено монтажу крайних лицевых и фундаментных плит, служащих в дальнейшем «маячными», а также соблюдению проектных

требований в части положения плит в плане и в вертикальной плоскости.

Зазоры между смежными плитами не должны превышать 4 *см*. Для обеспечения грунтонепроницаемости стыков на плитах закрепляют гидрорерин, уложенный в два слоя. Эта операция выполняется следующим образом. Монтажники крепят верхние концы двух полотнищ гидрорерина, скрученных в один рулон, к выпускам арматуры на торцах двух соседних лицевых плит и опускают рулоны водолазу, который постепенно разматывает его вдоль стыка и металлическими планками и клиньями прикрепляет полотнища к закладным проушинам плит. Нижние концы полотнищ раскладывают с таким расчетом, чтобы они перекрывали стык между фундаментными плитами не менее чем на 50 *см*. Стыки между фундаментными плитами также перекрывают полотнищами гидрорерина в два слоя. Водолаз раскатывает рулон над горизонтальным стыком так, чтобы в месте сопряжения лицевых и фундаментных плит были перекрыты концы вертикальных полотнищ, а в тыловой части фундаментных плит — перекрыт вертикальный стык между плитами.

В местах сопряжения лицевых и фундаментных плит гидрорерин пригружают щебнем, а в тыловой части — щебеночной призмой, препятствующей выносу частиц грунта через каменную постель (рис. 129,*б*). Щебень крупностью 30—40 *мм* отсыпается плавучим краном с грейфером; ориентиром служат выставленные водолазом буйки.

После приемки по актам на скрытые работы заделки стыков между плитами и устройства фильтра на захватке длиной не менее 50 *м* осуществляется первая очередь заполнения пазухи сооружения песчаным грунтом (рис. 129, *в*). При заполнении пазухи высота слоя грунта у лицевых плит с временными подкосами не должна превышать 4 *м*, что обеспечивает устойчивость плит на сдвиг. Грунтовой откос должен иметь уклон в пределах 1 : 4 ÷ 1 : 5. В местах установки анкерных плит необходимо устраивать горизонтальную берму.

Деревянные подмосточные сваи, к которым подвешиваются на проволоке (или крепятся на строительных скобах) прогоны для опирания на них анкерных тяг, в целях предохранения последних от провисания, погружают в грунт (рис. 129,*д*) одним из методов, описанных в гл. IX.

Установка анкерных плит в проектное положение (рис. 129,*г*) может быть осуществлена двумя способами. Первый способ: плиту при помощи берегового или плавучего крана устанавливают непосредственно на грунтовую берму, отметка которой на 1 *м* выше проектной отметки низа плиты, и раскрепляют со стороны берега оттяжками из проволоки, со стороны моря—анкерными тягами, заведенными в отверстия плиты. Напорной струей воды, подаваемой гидромонитором, водолазы подмывают грунт под плитой и она под собственным весом погружается до проектной отметки. Второй способ: в грунтовую берму погружают два ряда коротких

деревянных свай на расстоянии друг от друга, равном ширине анкерной плиты с небольшим запасом (по 5 *см* с каждой стороны плиты), шаг свай в продольном направлении — 1 *м*; сваи скрепляют между собой деревянными продольными прогонами и поперечными связями, образуя клетки для установки в них анкерных плит; анкерные плиты при помощи берегового или плавучего крана устанавливают на выровненную поверхность бермы, имеющую отметку низа анкерной плиты. Первый способ наиболее рационален и позволяет водолазной станции или звену рабочих за смену смонтировать две анкерные плиты и четыре анкерные тяги.

Монтаж анкерных тяг производится при помощи специальной жесткой траверсы с большим количеством строповых подвесок, исключающих прогиб при подъеме тяги и заводке ее в отверстия. На нарезной конец тяги, выходящий из отверстия в анкерной плите с тыловой ее стороны, надевают клиновидную металлическую шайбу и навинчивают гайку и контргайку. Для натяжения анкерной тяги служат натяжные муфты-талрепы, соединяющие отдельные части тяги в единое целое.

После монтажа анкерных устройств на захватке производится отсыпка отпорной грунтовой призмы (вторая очередь заполнения пазухи), препятствующей сдвигу анкерных плит в сторону кордона при последующем заполнении пазухи грунтом. Отсыпку рекомендуется выполнять при помощи бульдозера, перемещающего грунт из тылового резерва.

Перед началом работы по очередному заполнению пазухи грунтом (рис. 129,*д*) лицевые плиты, воспринимающие распор грунта, нужно освободить от монтажных анкер-подкосов, а инвентарные массивы с подкосами переложить плавкраном на другую захватку, расположенную через одну от данной.

Монтаж плит-оболочек оголовка производится береговым краном, перемещающимся по созданной территории. Плиты-оболочки устанавливаются на кронштейны, приваренные к арматурным выпускам из лицевых плит. Этим же краном подается бетонная смесь в опалубку оголовка и тумбовых массивов.

Планировка грунта до отметки низа балластной призмы щебня после заполнения пазухи в четвертую очередь и одновременно послойное уплотнение его производится бульдозером.

§ 50. Набережные с внутренней анкеровкой

Конструкция набережной уголкового профиля с внутренней анкеровкой отличается от конструкции набережной с внешней анкеровкой тем, что анкерные тяги жестко крепятся к лицевой и фундаментной плитам (рис. 130). Эти набережные возводятся из укрупненных блоков, заранее собранных из отдельных элементов на береговом сборочно-монтажном стенде. Технология сборки укрупненных блоков отработана на строительстве причала в Новороссийске.

Блоки собираются в следующей последовательности: вначале на стенд укладывают фундаментную плиту, затем плавкраном соответствующей грузоподъемности на нее устанавливают лицевую плиту из преднапряженного железобетона, на которую навешивают монтажную площадку для работы сварщиков на высоте. После этого с помощью гусеничного крана монтируются две анкерные тяги, концы которых привариваются к закладным деталям лицевой и фундаментной плит. Перед монтажом на анкерные тяги наносится антикоррозионное покрытие в два слоя.

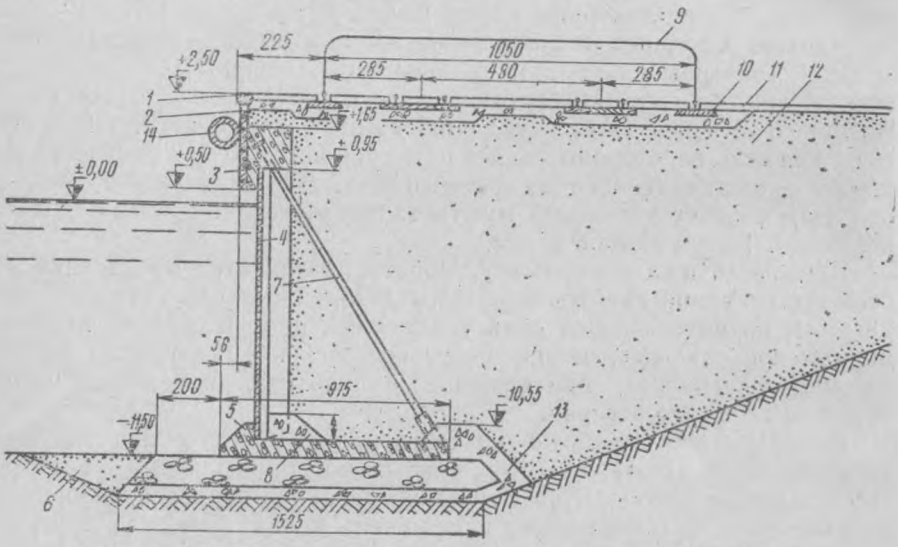


Рис. 130. Набережная уголкового профиля с внутренним анкером:
1 — обрамляющий уголок; 2 — облицовочная плита; 3 — монолитный оголовок; 4 — лицевая плита; 5 — фундаментная плита; 6 — засыпка песком; 7 — внутренний анкер; 8 — щебеночная призма; 9 — подкрановые пути; 10 — железобетонные шпалы; 11 — покрытие причала; 12 — засыпка песком; 13 — обратный фильтр; 14 — отбойное устройство

После монтажа первого блока вплотную к переднему торцу фундаментной плиты этого блока на стенд укладывают фундаментную плиту следующего блока, обращенную торцом в противоположную сторону. Затем на фундаментную плиту устанавливают лицевую плиту, которая специальными монтажными тягами раскрепляется с лицевой плитой первого блока, служащего при сборке второго блока монтажным кондуктором. После сборки второго блока один из блоков снимают со стенда и на его месте монтируют следующий.

Вертикальное положение лицевых плит при монтаже контролируется теодолитом.

При строительстве набережной выполняются следующие работы и технологические операции: 1) подготовительные работы; 2) водолазное обследование дна акватории в районе строительства; 3) извлечение грунта для устройства котлована под сооружение;

4) отсыпка обратного фильтра из щебня (или карьерной мелочи) в постель сооружения; 5) грубое ровнение поверхности фильтра; 6) отсыпка камня в постель; 7) грубое ровнение горизонтальной поверхности постели; 8) виброуплотнение постели; 9) ровнение поверхности постели после виброуплотнения; 10) установка укрупненных блоков на весьма тщательно выровненную поверхность постели; 11) навеска вертикальных и укладка горизонтальных полотнищ гидрорерина в два слоя на стыки между плитами; 12) отсыпка вдоль стенки контрфильтра из щебня в месте сопряжения лицевых и фундаментных плит и на тыловом откосе каменной постели; 13) грубое ровнение поверхности контрфильтра; 14) первая очередь заполнения пазухи сооружения грунтом до отметки, обеспечивающей прокладку инженерных коммуникаций без больших дополнительных объемов земляных работ; 15) прокладка инженерных сетей непосредственно в грунте либо в потернах, смонтированных из сборных плит или блоков; 16) устройство оголовка и тумбовых массивов причала, установка сборных лицевых плит-оболочек, тыловой опалубки, арматуры и укладка монолитного бетона; 17) вторая очередь заполнения пазухи грунтом до отметки низа балластного слоя щебня под подкрановые и железнодорожные пути с планировкой территории; 18) навеска отбойных устройств; 19) монтаж швартовных тумб; 20) укладка подкрановых и железнодорожных путей; 21) устройство покрытия причала; 22) благоустройство прилегающей к причалу территории; 23) завершающие и отделочные работы перед сдачей сооружения в эксплуатацию.

Если сравнить процесс возведения набережной уголкового профиля с внутренней анкеровкой со строительством набережной с внешней анкеровкой, последовательность которого описана в предыдущем параграфе, то можно установить, что они отличаются монтажными операциями и очередностью заполнения пазухи сооружения грунтом, все же остальные операции аналогичны.

Сокращение количества технологических операций и, следовательно, повышение степени индустриальности строительства набережной уголкового профиля с внутренней анкеровкой достигаются благодаря установке укрупненных блоков, имеющих значительный вес, жесткость и устойчивость, что исключает опасность сдвига или деформации блоков при заполнении пазухи сооружения грунтом сразу на большую высоту.

Рассмотрим некоторые специфические особенности строительства набережных уголкового профиля с внутренней анкеровкой. Укрупненные блоки устанавливаются на каменную постель плавкраном соответствующей грузоподъемности при помощи жесткой траверсы. Перед отсыпкой щебня в место сопряжения лицевых и фундаментных плит, после заделки стыков гидрорерином, во избежание повреждения антикоррозионной изоляции анкерные тяги должны защищаться коробами из досок. Заполнение пазухи первой очереди наиболее целесообразно организовать методом намыва.

§ 51. Набережные с контрфорсами

Набережная с контрфорсами представляет собой конструкцию, в которой роль анкеров выполняют железобетонные плоские плиты — контрфорсы, объединяющие лицевые и фундаментные плиты в жесткую пространственную систему. Набережная с контрфорсами, подобно набережной с внутренней анкеровкой, возводится из укрупненных блоков, которые собирают на береговом стенде.

Укрупненный блок шириной 3,98 *м* состоит из трех омоноличенных между собой сборных железобетонных элементов: фундаментной, лицевой и контрфорсной плит. Эти элементы изготовляются из железобетона без предварительного натяжения арматуры и к числу унифицированных элементов не относятся.

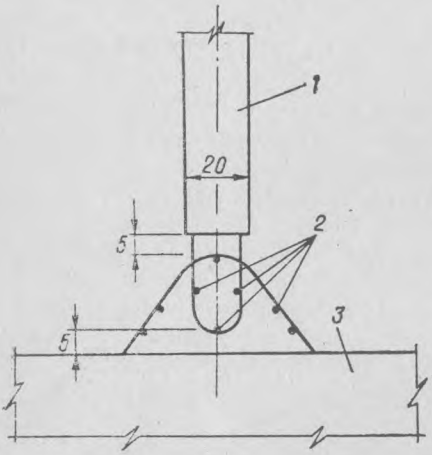


Рис. 131. Узел омоноличивания лицевой плиты и контрфорса:
1 — контрфорс; 2 — арматурные стержни; 3 — лицевая плита

Технология сборки укрупненных блоков весом до 100 *т*, описываемая ниже, проверена на строительстве причала в Новороссийске.

До начала сборки блока петлеобразные арматурные выпуски (рис. 131) на всех сборных железобетонных элементах тщательно очищают, а на торцовых поверхностях плит производят насечку бетона для обеспечения хорошего сопряжения с бетоном омоноличивания стыков. Затем травелером (козловым краном) при помощи жесткой металлической траверсы лицевую плиту транспортируют и укладывают на две деревянные подкладки из бруса сечением 20×20 *см*. Подкладки раскладывают так, чтобы центральные оси, проходящие через каждую пару заделанных в плиту подъемных петель, совпадали с осями подкладок. По окончании выверки горизонтального положения плиты на ее поверхность укладывают два монтажных железобетонных столбика высотой, равной высоте стыка между элементами. На столбики краном устанавливают контрфорсную плиту. Для точной фиксации положения контрфорса используется специальный металлический кондуктор, состоящий из нижней и верхней жестких рам, плотно прилегающих к поверхности контрфорса.

Защемление контрфорса в рамах выполняется вблизи от места монтажа укрупненного блока в следующей последовательности. Сначала на стенд укладывают нижнюю раму, на нее — контрфорсную плиту и поверх плиты — верхнюю раму. При укладке верхней рамы необходимо, чтобы металлические оси (диаметром 48 *мм*) до

упора заходили в прорези крюков нижней рамы, а отверстия в замке и верхней раме были соосны и соединены металлическими пальцами (диаметром 48 *мм*). Перевод кондуктора с защемленным в нем контрфорсом из горизонтального в вертикальное положение выполняется краном при помощи двух стропов, заведенных в скобы нижней рамы. В вертикальном положении контрфорс закрепляют на лицевой плите при помощи нижних и верхних захватов и винтов М48.

После сварки арматурных петель, выступающих из лицевых и контрфорсной плит в зоне омоноличивания стыка, нижнюю раму кондуктора освобождают от закрепления, т. е. выбивают пальцы из верхней рамы и сдвигают оси в сторону и убирают краном на другое место для последующего использования.

Перед омоноличиванием стыка между лицевой плитой и контрфорсом в петлеобразные выпуски арматуры заводят дополнительные арматурные стержни, которые крепят к петлям вязальной проволокой и устанавливают опалубку из инвентарных деревянных щитов. В опалубку стыка бетонную смесь укладывают при помощи бадьи или автопогрузчика с ковшом.

Для ускорения процесса твердения бетона омоноличивания рекомендуется делать над стыком паровую рубашку из брезента и подавать под нее пар с температурой до 70°С и влажностью до 100% или применять способ электропрогрева. По достижении бетоном омоноличивания 70% проектной прочности верхнюю раму кондуктора демонтируют. Для этого верхние и нижние захваты рамы переводят в монтажное положение, а по достижении 100% прочности — спаренный блок переводят в положение, при котором лицевая плита находится в вертикальной плоскости и подается к уложенной на стенке фундаментной плите. На ее поверхности имеются три железобетонных монтажных столбика или выступают замоноличенные в плиту выпуски швеллеров. После установки спаренного блока на фундаментную плиту и выверки положения всех элементов производится сварка арматурных петлевых выпусков в стыках между фундаментной плитой и спаренными элементами, постановка дополнительных стержней, опалубки и укладка бетона в стыки.

Установка укрупненных блоков в сооружение разрешается после достижения бетоном омоноличивания 100% проектной прочности.

Технология возведения причала уголкового профиля с контрфорсами, по существу, ничем не отличается от технологии возведения причала с внутренней анкеровкой. Все технологические операции и их последовательность выполнения, а также методы работ аналогичны.

§ 52. Возведение причалов «насухо»

Набережные уголкового профиля по типу, показанному на рис. 132, в последние годы получили большое распространение при транспортном освоении водохранилищ (Воткинском, Куйбышевском и др.), строительстве городских набережных, мелководных

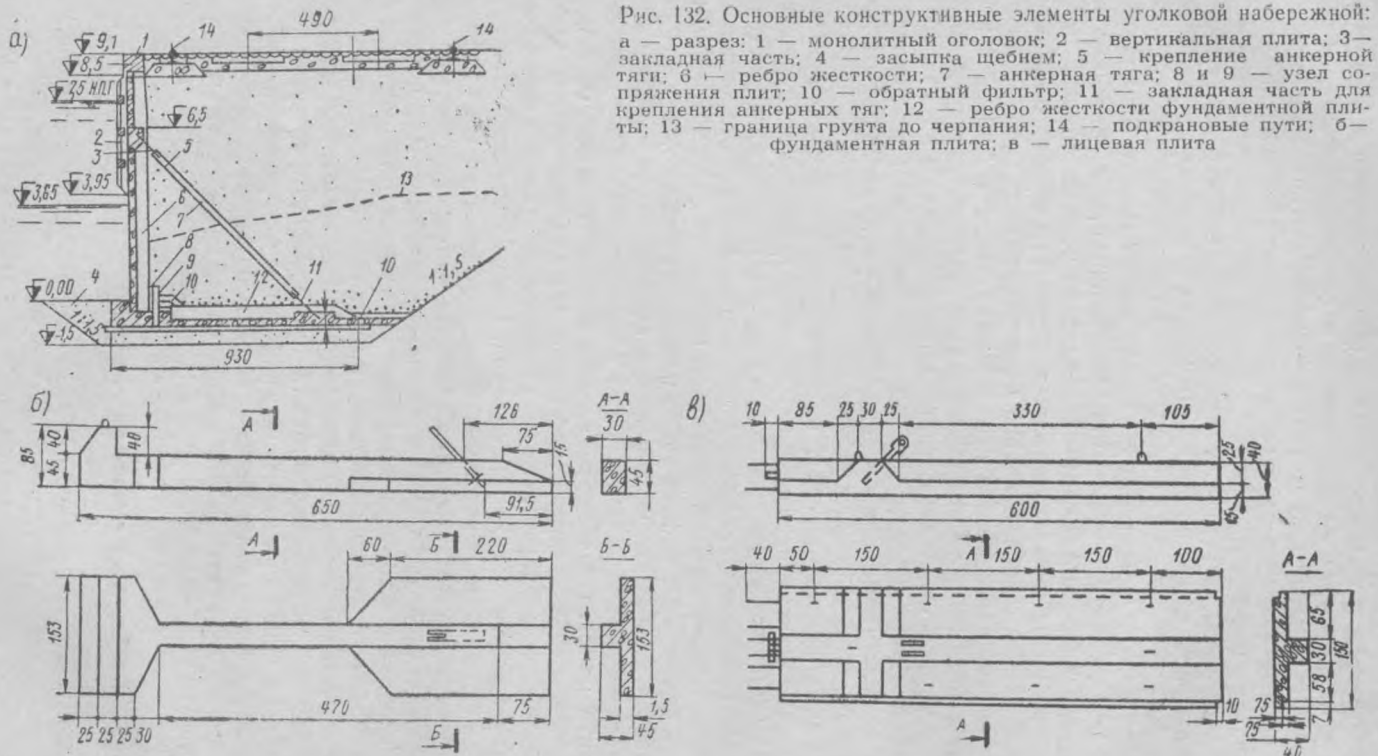


Рис. 132. Основные конструктивные элементы уголковой набережной:

а — разрез: 1 — монолитный оголовок; 2 — вертикальная плита; 3 — закладная часть; 4 — засыпка щебнем; 5 — крепление анкерной тяги; 6 — ребро жесткости; 7 — анкерная тяга; 8 и 9 — узел сопряжения плит; 10 — обратный фильтр; 11 — закладная часть для крепления анкерных тяг; 12 — ребро жесткости фундаментной плиты; 13 — граница грунта до черпания; 14 — подкрановые пути; б — фундаментная плита; в — лицевая плита

набережных на реках и как подпорные стенки сооружений. В условиях незаполненных водохранилищ, а также благоприятных для строительства условиях, эти набережные возводятся «насухо».

Основными конструктивными элементами набережной уголкового профиля, предназначенной для строительства «насухо», являются: постель из щебня или гравия, железобетонные фундаментные (горизонтальные) плиты таврового сечения, железобетонные вертикальные плиты таврового сечения, в полках которых для перекрытия стыков устроены четверти с поперечным ребром, анкерные тяги из полосовой стали, поставленной на ребро. Ширина одинарных вертикальных и горизонтальных плит 1,53 *м*, сдвоенных — 3,06 *м*.

Последовательность возведения набережных уголкового профиля «насухо» следующая: 1) подготовительные работы, в том числе геодезическая разбивка сооружения; 2) устройство котлована под щебеночную (гравийную) постель; 3) отсыпка щебня (гравия) в постель с послойным уплотнением; 4) ровнение поверхности постели; 5) укладка фундаментных плит; 6) установка вертикальных плит с шарнирно прикрепленными к ним анкерными тягами; 7) приварка анкерных тяг к закладным частям фундаментных плит; 8) навеска вертикальных полотнищ гидрорерина в стыках между лицевыми плитами, устройство в местах сопряжения вертикальных и горизонтальных плит со стороны засыпки двухслойного обратного фильтра; 9) заполнение пазухи сооружения; 10) устройство шапочного бруса; 11) монтаж швартовных тумб; 12) подвеска отбойных устройств; 13) благоустройство территории.

При строительстве набережной уголкового профиля «насухо» все основные строительные процессы должны быть механизированы. Монтаж сборных элементов набережной проводится без устройства подмостей при помощи берегового крана соответствующей грузоподъемности. Сначала на подготовленную постель укладывают 15—20 фундаментных плит с зазорами между ними до 2 *см*. На них устанавливают вертикальные плиты (8—10 шт.) с анкерными тягами. Тяги одним концом крепят к закладным частям вертикальных плит. Свободный конец анкерной тяги при установке вертикальных плит отводят назад и фиксируют в проектном положении при помощи Х-образного шаблона.

При монтаже вертикальных плит используется полуавтоматический захват для закрепления плиты на гаке крана. Захват представляет собой скобу, соединенную штырем с трубкой, закрепляемой в верхнем торце плиты.

После установки плиты, выверки ее положения в двух плоскостях закрепления ее в проектном положении сваркой анкерной тяги к закладной детали фундаментной плиты и соединения сваркой закладных деталей, расположенных в нижней части вертикальной плиты и на выступе (зубе) фундаментной плиты, штырь полуавтоматического захвата при помощи тросика выдергивают из трубки, и захват освобождается от плиты. Стыки между плитами заделывают путем наклейки на внутреннюю поверхность вертикальных плит полотнищ гидрорерина горячим битумом.

Перед заполнением пазухи грунтом в местах сопряжения вертикальных и фундаментных плит, а также над стыками фундаментных плит отсыпается двойной обратный фильтр из щебня, поверхность которого ровняется вручную. Заполнение пазухи может выполняться различными способами: засыпкой, намывом и комбинированным способом.

Шапочный брус (оголовок), обеспечивающий продольную и поперечную жесткость сооружения, в которой заделываются арматурные выпуски из вертикальных плит, устраивается из монолитного бетона, или в сборном варианте в виде железобетонной балки с окнами для выпуска арматуры. Подача бетонной смеси и монтаж балок осуществляются при помощи крана.

Набережные уголкового профиля, возводимые «насухо», имеют хорошие технико-экономические показатели. Звено монтажников из 4—5 человек монтируют 10—12 *пог. м* набережной в сутки. Применение поточно-совмещенного метода работ позволяет вести строительство высокими темпами.

Глава XII. ПРИЧАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ВИДЕ ТОНКИХ ЗААНКЕРОВАННЫХ СТЕНОК

§ 53. Причальные сооружения из металлических шпунтовых свай

Причальные сооружения в виде тонких заанкерованных стенок — больверки — нашли в портовом гидротехническом строительстве широкое применение. Они применяются в тех случаях, когда в основании залегают сжимаемые грунты. Сваи, погруженные в ряд, образуют вертикальную подпорную стенку, удерживающую грунт засыпки. В больверках сваи работают на изгиб в одном определенном направлении и поэтому чаще всего имеют такую форму поперечного сечения, которая обладает большим моментом сопротивления. Больверки из шпунтовых свай, особенно металлических, являются конструкциями, надежными в эксплуатации, так как малочувствительны к перегрузкам и отличаются достаточной простотой и технологичностью возведения.

Основными конструктивными элементами больверка из металлического шпунта (рис. 133) являются: шпунтовые сваи из низколегированной стали, анкерные тяги из металла круглого сечения, анкерные железобетонные плиты и железобетонные плиты-оболочки шапочного бруса (оголовка). Анкерная стенка может быть выполнена также из обрезков металлического шпунта, погруженного в тыловой ряд, из металлических труб или из железобетонных свай.

Больверки из металлического шпунта обладают хорошей грунтонепроницаемостью. Поэтому за лицевую стенку отсыпается (рефулируется) песчаный грунт. В больверках с глубиной у кордона более 9,75 *м* у лицевой стенки, до отметки закрепления анкерных

тяг, отсыпается каменная призма для разгрузки стенки и уменьшения величины изгибающего момента в лицевом ряду.

Технологическая последовательность строительства больверка из металлического шпунта: 1) подготовительные работы, в том числе геодезическая разбивка и водолазное обследование дна акватории по трассе (шириной 2 *м*); 2) дноуглубление; 3) погружение шпунтовых свай; 4) закрепление распределительного пояса; 5) по-

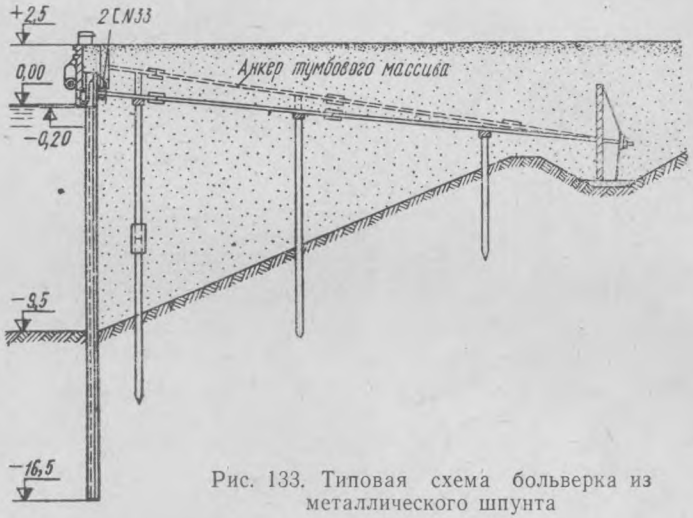


Рис. 133. Типовая схема больверка из металлического шпунта

гружение подмосточных деревянных свай и навешивание на них прогонов для поддержания анкерных тяг от провисания; 6) монтаж анкерных плит и тяг; 7) отсыпка перед анкерным рядом грунтовой отпорной призмы; 8) первая очередь заполнения пазухи сооружения песчаным грунтом до отметки прокладки инженерных коммуникаций; 9) прокладка инженерных коммуникаций; 10) вторая очередь заполнения пазухи сооружения песчаным грунтом до отметки низа щебеночной подготовки под подкрановые и железнодорожные пути; 11) монтаж плит-оболочек шапочного бруса (оголовка); 12) укладка бетона в шапочный брус и тумбовые массивы; 13) третья очередь заполнения пазухи грунтом и планировка его; 14) прокладка подкрановых и железнодорожных путей, отсыпка щебеночной подготовки, укладка шпал и др.; 15) монтаж отбойных устройств; 16) монтаж швартовных тумб; 17) устройство покрытия причала; 18) благоустройство прилегающей территории; 19) отделочные и заключительные работы перед сдачей сооружения в эксплуатацию.

Шпунтины должны храниться в непосредственной близости от берегового стенда, который, в свою очередь, желательно размещать вблизи от места погружения шпунта. На стенде производится разметка и подготовка шпунтовых свай требуемой длины. Если шпун-

товые сваи длинные, их обрезают бензорезом, если короткие — к ним приваривают обрезки шпунта длиной не менее 2 *м*. При сварке особое внимание нужно уделить соосности замков.

Шпунтину поднимают со стенда при помощи троса, имеющего по концам крюки. Если шпунт будет погружен вибратором и если применяется несамозакрепляющийся наголовник, то в каждой шпунтине прорезают отверстие для закрепления вибропогружателя.

Каждая шпунтовая свая перед погружением должна быть тщательно проверена и покрашена кузбасслаком.

Замки шпунтин должны удовлетворять следующим требованиям: смежные шпунтины должны соединяться в замках без всяких

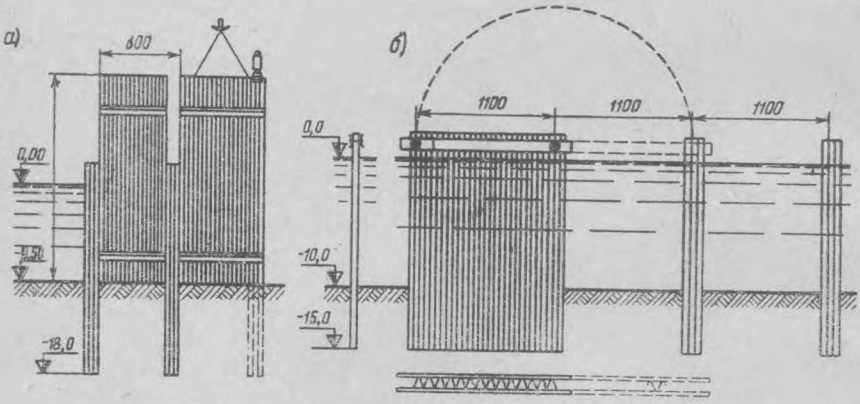


Рис. 134. Схема погружения шпунта пакетами:
а — заводка пакетов в направляющие; б — направляющие для погружения шпунта

затруднений; замки должны обеспечивать плотность и грунтонепроницаемость лицевой шпунтовой стенки; во время погружения шпунтин замки не должны подвергаться деформациям.

Заготовленные шпунтовые сваи транспортируются к копру обычно на плавсредствах. Если стенд расположен в тыловой части строящегося причала, то целесообразно шпунтины раскладывать перпендикулярно к линии кордона. В этом случае шпунтины подтягивают к копру и переводят из горизонтального в вертикальное положение при помощи копровой лебедки.

Шпунтины погружают при помощи жестких направляющих.

В зависимости от метода погружения различают несколько способов подготовки шпунта: а) при методе забивки: предварительно выставляют все шпунтины ряда или его части в направляющее устройство; крупнощитовой набор шпунта (по 20 шт. в щите) заводят в замки смежных маячных пакетов (по 3 шпунтины в пакете) и направляющую раму между ними (рис. 134); каждую последующую шпунтину заводят в замок ранее погруженной; б) при методе вибрирования: последовательно заправляют каждую шпунтину с при-

крепленным к ней вибропогружателем в замок ранее погруженной; в) при методе вдавливания: шпунтовый щит (8 шт. в щите) с закрепленным на щите гидравлическим погружателем заводят в направляющую раму.

Шпунтовые металлические сваи имеют весьма малую лобовую (в нижнем торце) поверхность и благодаря этому легко погружаются в сравнительно плотные грунты, перерезая прослойки глины, гравия и другие подобные грунты. Но в процессе погружения, в результате тормозящего действия замков ранее погруженных шпунтин образуется постепенно нарастающее веерообразное отклонение стенки в плоскости погружения свай. О величине сил трения в замках шпунтовых свай можно судить по косвенным данным. Иногда смежная, ранее погруженная, шпунтина увлекается в грунт вместе с погружаемой, особенно часто в слабых грунтах, если в грунте встречается упругое препятствие (кусок дерева или металла), то погружаемая шпунтина перестает проникать в грунт и начинает «подпрыгивать», что приводит к постепенному выдергиванию соседней шпунтины.

Чтобы уменьшить веерные отклонения, нижним торцам шпунтин придают форму односторонне наклоненного острия и приваривают на скошенной боковой стенке шпунтины плоский башмак для создания реактивной силы отпора грунта, под действием которой погружаемая шпунтина прижимается к ранее погруженной.

При образовании веерности погружают клинообразные шпунтины, сваренные из двух шпунтин по шаблону. Количество их в сооружении не должно превышать 2% от общего числа шпунтин.

После погружения шпунтины срезают до проектной отметки и прорезают в них отверстия для пропуска передних концов анкерных тяг, а также для закрепления на болтах распределительного пояса с внутренней стороны шпунтового ряда.

Анкерные тяги заготавливают на специальном плазе. Отдельные части тяг раскладывают на подкладках и сваривают ванным способом равнопрочным швом. После этого анкерную тягу очищают щетками от ржавчины до металлического блеска и наносят на нее антикоррозионную битумную изоляцию в несколько слоев (нарезные части тяг не изолируются). Затем производится контрольная сборка анкерной тяги на полную длину, при этом надевают на нее шайбы и навинчивают гайки, контргайки и соединительные муфты (талрепы).

Технологические операции по погружению подмосточных свай, навешиванию на них прогонов, монтажу анкерных устройств, а также заполнению пазухи сооружения грунтом описаны в § 49 гл. XI.

Шапочный брус (оголовок) выполняется в сборно-монолитном варианте. Вначале на шпунтовый ряд навешивают кронштейны, а на них устанавливают железобетонные плиты-оболочки, монтаж которых производится при помощи берегового крана. Плиты-оболочки служат опалубкой во время строительства и облицовкой в период эксплуатации. Затем устанавливают тыловые щиты опалуб-

ки и укладывают бетон. В подводную часть формы бетон укладывают методом «островка», в надводную часть — обычным способом.

Технология производства работ по монтажу швартовных тумб, навешиванию отбойного устройства, прокладке железнодорожных и подкрановых путей, устройству покрытий, благоустройству и других приведена в § 45 гл. X.

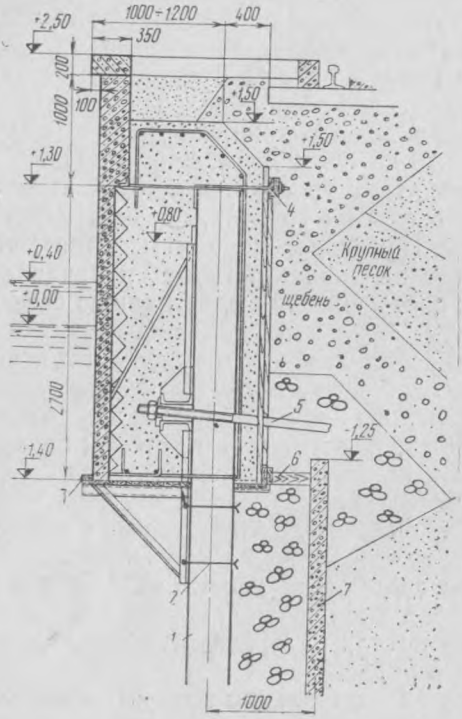


Рис. 135. Схема конструкции шапочного бруса больверка из трубчатых металлических свай:

1 — трубчатая свая диаметром 426 мм; 2 — хомуты из проволоки; 3 — скрутка из проволоки; 4 — элементы крепления деревянной опалубки; 5 — анкерная тяга; 6 — распорка; 7 — железобетонный экран

При строительстве временных, разбираемых, сооружений (перемычек, ограждения котлованов) возможно повторное использование металлического шпунта.

Строительство больверка из металлических трубчатых свай выполняется в той же технологической последовательности, что и больверка из металлического шпунта, но за лицевым рядом отсыпается каменная разгрузочная призма с контрфильтром из щебня.

В порту Ильичевск был построен больверк из металлических трубчатых свай. Сваи из некондиционных труб заготовлялись в пакеты по 3 штуки и транспортировались к копру на понтоне. Один из участков причала был выполнен с экранирующими железобетонными плитами размером 10×10 *м*, которые устанавливались на небольшом расстоянии от лицевого ряда. Пространство между ними заполнялось камнем. Это позволило значительно уменьшить расход камня и снизить стоимость сооружения, так как от плит до берега пазуха заполнялась рефулированным песчаным грунтом.

Конструкция шапочного бруса больверка из трубчатых металлических свай с экранирующими плитами показана на рис. 135.

§ 54. Больверки из железобетонных оболочек, свай и шпунта

Больверки из железобетонных элементов возводятся из оболочек диаметром 1,2 и 1,6 *м*, широкопанельного (ширина 5 *м*) шпунта

волнистого профиля, поперечное сечение которого подобно сечению металлического шпунта типа Ларсен, ребристого шпунта (ширина 3 *м*) со скошенным с одной стороны ребром, таврового широкополочного (ширина 1,6 *м*) шпунта, двутаврового шпунта ВНИИГС, шпунта прямоугольного сечения и других видов железобетонных свай.

Технология возведения больверков из железобетонных оболочек имеет некоторые особенности.

Оболочки лицевого ряда погружаются в грунт вибропогружателями при помощи специального плавучего кондуктора, жестких направляющих металлических рам или инвентарного направляющего устройства навесного типа (рис. 136,*а*), разработанного в тресте «Балтморгидрострой».

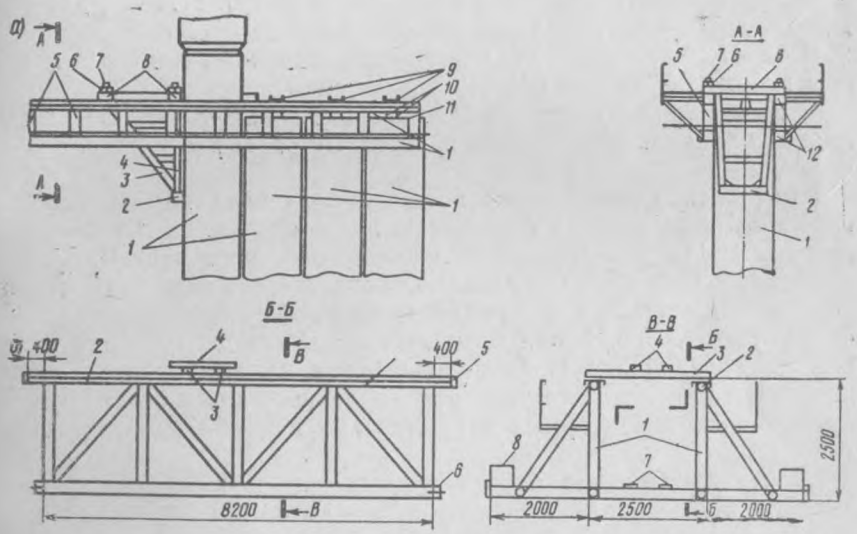


Рис. 136. Жесткие направляющие для погружения свай и шпунта:
а — навесная: 1 — сваи-оболочки; 2 — упорная балка, 3 — элемент нижнего пояса; 4 — уголковые раскосы; 5 — стойки; 6 — гайки; 7 — шпильки; 8 — габаритные балки; 9 — поперечные балки; 10 — косынки; 11 — фланцы свай-оболочек; 12 — жесткая цельносварная рама;
б — универсальная: 1 — пространственные трубчатые фермы; 2 — швеллеры; 3 — верхние продольные направляющие элементы; 4 — поперечные направляющие элементы; 5 — верхняя поперечина; 6 — нижняя поперечина; 7 — нижняя продольная направляющая; 8 — пригрузочная свая

Оболочки погружаются в грунт с зазором между ними, равным 10 *см*. Образование зазора заданной величины обеспечивается путем установки инвентарных дубовых вкладышей между погруженной и погружаемой оболочками или другим способом.

После водолазного осмотра подводных частей погруженных оболочек и составления соответствующего акта производятся работы по заполнению стыков между оболочками подводным бетоном для создания грунтонепроницаемости стенки. Для этой цели используются парные деревянные щиты опалубки необходимой ширины, высота их должна превышать свободную длину оболочек на 0,5—1 *м*.

По периметру щиты обивают валиком из брезента [illegible] и соединяют между собой длинномерными болтами, имеющими резьбу на одном конце.

Парные щиты, пригруженные балластом, плавучим краном заводятся в стык между смежными оболочками. После этого щиты погружают в грунт на 0,5—1 *м* ниже проектной отметки дна у стенки с помощью вибропогружателя ВПП-2 или путем подмыва напорной струей от гидромонитора, либо опускают в заранее размытую траншею. Плотность прилегания щитов опалубки к поверхностям оболочек контролирует водолаз, который перемещается вдоль стыка на беседке.

По мере осмотра опалубки водолаз затягивает гайки соединительных болтов, которые расположены с морской стороны. Если щиты опалубки погружались в заранее отмытую траншею, то водолаз должен после крепления опалубки замыть траншею.

Полость, образованную опалубкой, заполняют подводным бетоном методом ВПТ или ВР.

После заделки стыков (на захватке длиной 40—50 *м*) пазухи причала заполняют песчаным грунтом методом рефулирования или засыпки.

Погружение деревянных подмосточных свай кордонного ряда может быть выполнено с помощью плавучего крана и вибропогружателя ВПП-2 или легкого металлического копра типа РМК, установленного на понтоне, и дизель-молота. Деревянные подмосточные сваи второго (тылового) ряда и железобетонные сваи сечением 40×40 *см* анкерного ряда больверка погружаются гусеничным краном, оборудованным вибропогружателем или молотом. Точность погружения железобетонных свай анкерного ряда обеспечивается применением инвентарных двухъярусных направляющих устройств (рис. 136,*б*).

Для закрепления концов анкерных тяг в оболочках лицевого ряда устраиваются бетонные пробки, в которые заделывают отрезки швеллерной балки, а на анкерном ряде свай на болтах закрепляют распределительный пояс из двух швеллеров.

Бетонные пробки устраивают в верхних частях оболочек после заполнения полостей оболочек песком (если это предусмотрено проектом) следующим образом. В полость оболочки на подвесках из проволоки на отметку, расположенную ниже отметки возможного промерзания акватории, опускают диск-днище с прикрепленным по его периметру брезентовым фартуком для закрытия зазора между диском-днищем и стенкой оболочки. Затем методом ВПТ на диск-днище укладывают слой подводного бетона, после твердения которого из верхней части полости оболочки, ограниченной диском-днищем, откачивают воду. В осушенную полость устанавливают арматурный каркас и закладной швеллер и бетонируют пробку на всю ее высоту.

Параллельно с работами по устройству бетонных пробок в головной части оболочек и закреплению распределительного пояса на анкерном ряде свай проводятся работы по навешиванию с по-

помощью [illegible] и строительных скоб на подмосточные деревянные сваи деревянных прогонов, предохраняющих анкерные тяги от провисания.

Анкерные тяги, покрытые гидроизоляцией, плавучим краном при помощи многопетлевой траверсы, раскладываются на прогоны. В кордонной части концы анкерных тяг крепят к закладным частям (швеллерам), выступающим из бетонных пробок оболочек, в тыловой части — к распределительному поясу анкерного ряда свай. Анкерные тяги закрепляют сваркой или при помощи гаек и шайб, если тяги имеют нарезные концы.

Натяжение анкерных тяг производится при помощи соединительных муфт.

После тщательной гидроизоляции всех открытых поверхностей анкерных тяг и оформления акта на скрытые работы выполняется заполнение пазухи (вторая очередь) сооружения.

Шапочный брус (оголовок) по верху лицевого ряда устраивается в сборно-монолитном варианте в следующей последовательности. С лицевой стороны на кронштейны устанавливают железобетонные плиты-оболочки, с тыловой стороны — деревянную щитовую опалубку. В блок устанавливают армокаркас; выпуски арматуры из бетонных пробок колонн-оболочек и из плит-оболочек приваривают к арматурному каркасу; устанавливают и крепят сваркой к арматурному каркасу обрамляющий кордонный уголок; в подготовленный блок береговым краном подается бетонная смесь, которая уплотняется глубинными вибраторами.

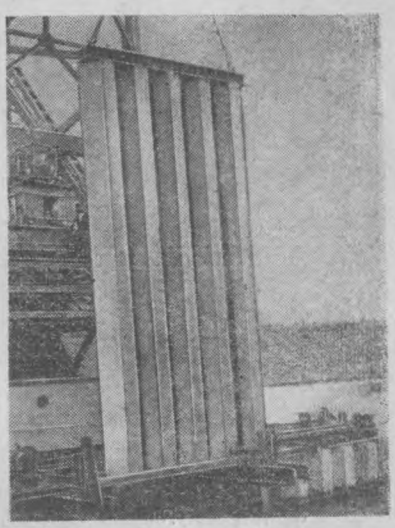


Рис. 137. Установка панели в направляющую раму

Последовательность возведения больверков из других железобетонных элементов аналогична описанной, но по методам производства работ имеются некоторые отличия, характерные для каждого из типов, в зависимости от вида элементов лицевого ряда. Например, при строительстве больверка из широкопанельного шпунта последний погружается в грунт с помощью направляющей рамы (рис. 137) и вибропогружателя ВПТ-7, закрепленного на металлической балке, расположенной на верхнем торце шпунта.

Шпунт ребристого профиля погружается в грунт подмывом с помощью 10 подмывных труб (по 5 труб с лицевой и тыловой сторон шпунта). Этот шпунт анкеруется тягами за тыловые железобетонные анкерные плиты.

Шпунт таврового сечения, как разновидность ребристого шпунта, относится к унифицированным элементам. Он погружается с по-

мощью универсального плавучего кондуктора и вибропогружателя ВП-3, а при наличии в основании сооружения несвязных грунтов, также с применением подмыва. Анкерные тяги крепятся непосредственно к закладным частям тавровых шпунтин. В плотные связные грунты погружение ребристого и таврового шпунта затруднено.

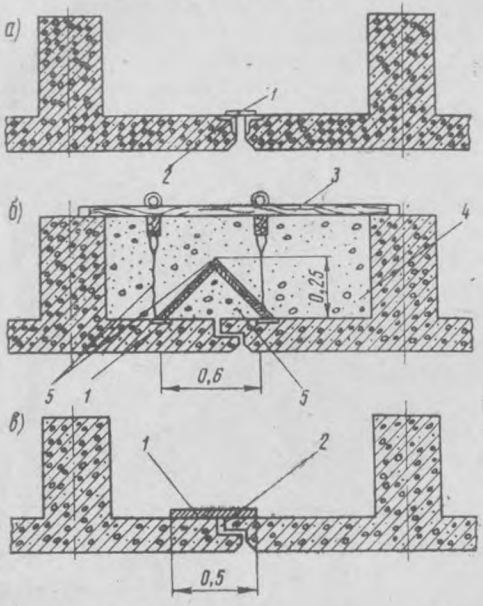


Рис. 138. Виды стыков для создания грунтонепроницаемости:
а — приварка стальной пластины к закладным частям из уголков: 1 — стальная пластина; 2 — закладные уголки; б — засыпка щебня между ребрами плит: 1 — закладные части; 3 — дощатые щиты; 4 и 5 — щебень; в — навеска гидрорерина: 1 — гидрорерин; 2 — четверть

Для создания грунтонепроницаемости стыков между ребристыми (тавровыми) шпунтинами могут быть использованы следующие способы: а) устройство вертикальных обратных фильтров из щебня, отсыпанных в инвентарные короба; б) устройство вертикальных обратных фильтров из щебня, отсыпаемых в полость между ребрами и металлическим инвентарным щитом; в) перекрытие швов при помощи замков от металлического шпунта (ШК-1 или ШП-1), заделанных в

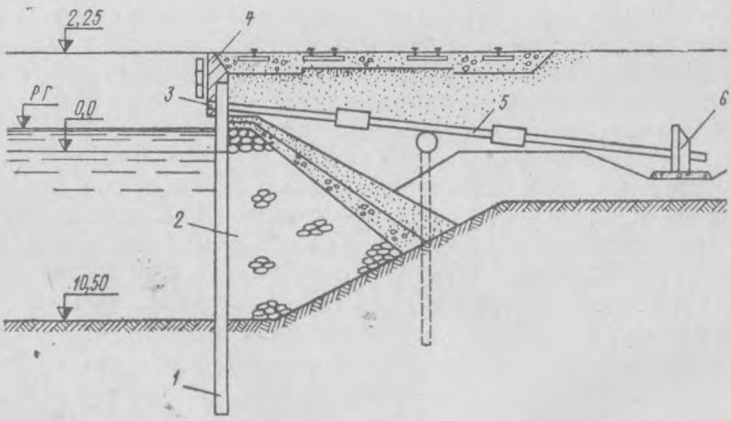


Рис. 139. Схема больверка из железобетонного шпунта прямоугольного сечения:
1 — железобетонный шпунт; 2 — каменная призма с обратным фильтром; 3 — отбойное устройство; 4 — сборномонолитный оголовок; 5 — анкерная тяга; 6 — анкерная плита

шпунтины при изготовлении; г) перекрытия стыков гидрорерином. Некоторые виды стыков показаны на рис. 138.

При строительстве больверков из шпунта прямоугольного сечения (рис. 139) дополнительными технологическими операциями являются: погружение одиночных свай под разгрузочную платформу (если последняя предусмотрена проектом); устройство каменной призмы с обратным фильтром из щебня (с ровнением поверхностей отсыпей), служащей для разгрузки лицевого ряда свай и создания грунтонепроницаемости стенки. Схема организации работ и технологической последовательности строительства больверка приведена на рис. 140.

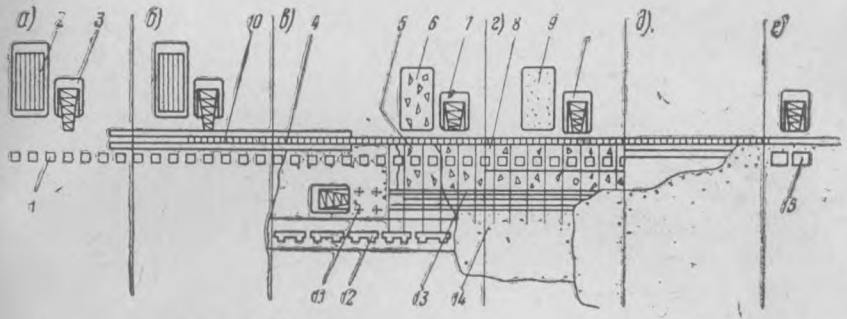


Рис. 140. Схема организации работ по сооружению больверка из железобетонного шпунта прямоугольного сечения:

а — забивка одиночных свай; б — погружение шпунта с устройством металлических направляющих; в — монтаж анкерного устройства причала; г — отсыпка каменной призмы и обратного фильтра; д — отсыпка песка; е — устройство оголовка; 1 — одиночные сваи; 2 — баржа со шпунтом; 3 — универсальный плавучий копер «Юбигау»; 4 — шпунтовые сваи; 5 — щебеночная призма; 6 — баржа с камнем и щебнем; 7 — плавучий кран; 8 — обратный фильтр; 9 — баржа с песком; 10 — металлические направляющие; 11 — деревянные сваи; 12 — анкерные плиты; 13 — насадки; 14 — анкерные тяги; 15 — саморазгружающиеся бадьи НИИ-200

В Тобольском порту построена набережная в виде двуханкерного разрезного железобетонного больверка высотой 13,5 *м*. На строительстве был применен тавровый шпунт из преднапряженного железобетона. После погружения шпунта и его анкеровки производились работы по устройству монолитного пояса, на который устанавливались ребристые плиты надстройки.

Глава XIII. НАБЕРЕЖНЫЕ-ЭСТАКАДЫ НА СВАЙНОМ ОСНОВАНИИ

§ 55. Набережные-эстакады на железобетонных сваях

Эстакады на железобетонных сваях сплошного сечения получили большое распространение в портостроении. Внедрение в гидротехническое строительство преднапряженного железобетона позволило при устройстве свайных оснований эстакад отказаться от по-

гружения наклонных и козловых свай, что упростило свайные работы.

Наиболее широкое применение в морских условиях получили набережные-эстакады на призматических сваях из преднапряженного железобетона сечением 40×40 и 45×45 *см* со сборным верхним строением. Эти конструкции (рис. 141) разделяются на: эстакады со сборными железобетонными наголовниками (для глубин у кордона от 4,5 до 9,75 *м*) и эстакады с уширенным шагом свай в продольном направлении и сборно-монолитными ригелями (для глубин у кордона от 4,5 до 11,5 *м*).

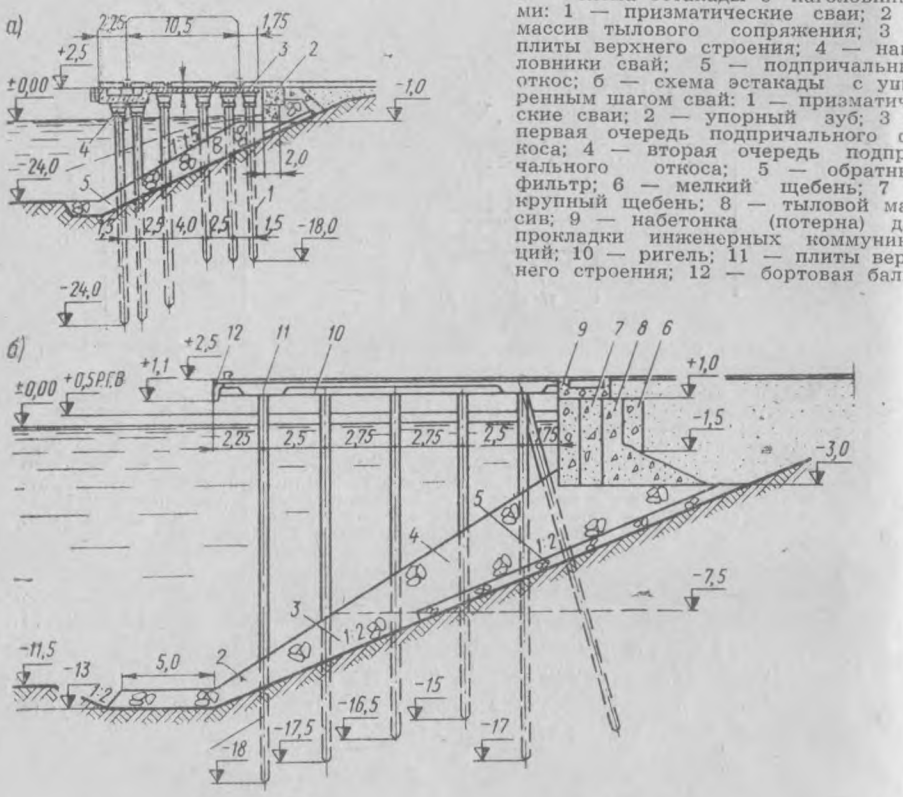


Рис. 141. Конструкции причалов эстакадного типа:
а — схема эстакады с наголовниками: 1 — призматические сваи; 2 — массив тылового сопряжения; 3 — плиты верхнего строения; 4 — наголовники свай; 5 — подпричальный откос; б — схема эстакады с уширенным шагом свай: 1 — призматические сваи; 2 — упорный зуб; 3 — первая очередь подпричального откоса; 4 — вторая очередь подпричального откоса; 5 — обратный фильтр; 6 — мелкий щебень; 7 — крупный щебень; 8 — тыловой массив; 9 — набетонка (потерна) для прокладки инженерных коммуникаций; 10 — ригель; 11 — плиты верхнего строения; 12 — бортовая балка

Технология возведения набережной-эстакады с наголовниками следующая: 1) подготовительные работы, в том числе геодезическая разбивка сооружения; 2) водолазное обследование дна акватории перед устройством котлована под сооружение; 3) дноуглубление под конструкцию; 4) устройство подпричального откоса из песчаного грунта; 5) погружение призматических свай; 6) отсыпка щебня на песчаный откос для устройства обратного фильтра;

7) грубое ровнение поверхности щебня; 8) устройство траншеи зуба в грунте, перед кордонным рядом свай вдоль сооружения; 9) отсыпка камня на подпричальный откос и устройство бермы в верхней части откоса; 10) грубое ровнение поверхности камня на откосе; 11) весьма тщательное ровнение поверхности камня на берме; 12) установка тыловых массивов на подготовленную берму; 13) срубка голов призматических свай; 14) установка на сваи инвентарных металлических (или дерево-металлических) хомутов; 15) установка на хомуты сборных железобетонных пустотелых наголовников; 16) омоноличивание наголовников со сваями; 17) монтаж сборных железобетонных плит верхнего строения, опирающихся на наголовники; 18) омоноличивание плит верхнего строения с наголовниками и сваями и установка дополнительной арматуры; 19) омоноличивание стыков между смежными плитами; 20) монтаж сборных железобетонных бортовых балок и приваривание арматурных выпусков из балок к выпускам арматуры из плит; 21) омоноличивание стыков между плитами и бортовыми балками; 22) приваривание кордонного металлического уголка к арматурным выпускам из верхнего торца бортовых балок; 23) монтаж сборных железобетонных переходных плит, опирающихся на плиты верхнего строения и тыловые массивы; 24) омоноличивание стыков между переходными плитами, массивами и плитами верхнего строения; 25) омоноличивание стыков между смежными переходными плитами; 26) бетонирование тумбовых массивов; 27) монтаж швартовных тумб; 28) монтаж отбойных устройств; 29) устройство разгрузочной каменной призмы за тыловыми массивами; 30) грубое ровнение поверхности камня; 31) устройство обратного фильтра из щебня поверх разгрузочной призмы; 32) грубое ровнение поверхности щебня; 33) образование территории за тыловыми массивами первой очереди до отметки прокладки инженерных коммуникаций; 34) устройство набетонки на поверхности массивов для тыловой нитки подкранового пути; 35) образование территории за стенкой из массивов до отметки низа подготовки под покрытие территории; 36) укладка подкрановых путей по плитам верхнего строения в массивовой стенке; 37) прокладка железнодорожных путей; 38) устройство цементно-бетонного покрытия по плитам верхнего строения с одновременным омоноличиванием закладных частей подкрановых и железнодорожных путей; 39) устройство покрытия территории в тыловой части причала; 40) отделочные работы; 41) благоустройство прилегающей территории; 42) заключительные работы перед сдачей сооружения в эксплуатацию.

Последовательность некоторых работ может меняться, часть работ совмещаться во времени.

Подпричальный откос из песчаного грунта, если он не организован при дноуглублении, может быть устроен методом рефулирования под воду, методом отсыпки при помощи плавкрана с грейфером и доставкой песка на баржах или путем отсыпки с берега, при наличии необходимых условий, автосамосвалами с разравниванием грунта бульдозером. Для создания проектного уклона песчаного от-

коса, обычно, используется плавкран с грейфером, выполняющий перекидку сползшего песчаного грунта со дня акватории на откос.

Погружение призматических свай из преднапряженного железобетона выполняется, как правило, методом забивки. Схема движения плавучего копра выбирается в зависимости от длины захваток и местных условий производства работ.

Отсыпка щебня и камня производится в большинстве случаев плавкраном с грейфером или контейнерами. Отсыпка щебня и камня с берега, обычно, затруднена, но в условиях строительства оторочек, когда в тыловой части расположено существующее сооружение, это может быть осуществлено.

Ровнение поверхностей щебня и камня выполняют водолазы при использовании откосообразователя.

Прежде чем отсыпать камень в подпричальный откос, перед кордонным (передним) рядом свай устраивается упорный зуб, удерживающий подпричальный откос из камня от сползания.

После ровнения поверхности каменной бермы на нее плавкраном соответствующей грузоподъемности устанавливают массивы тыловой стенки, служащие для сопряжения эстакады с берегом и восприятия распора грунта. До недавнего времени тыловая стенка устраивалась из обыкновенных массивов, укладываемых в один или два курса, что требовало создания грунтонепроницаемости стыков за счет отсыпки разгружающей призмы из камня с контрфильтром из щебня. В настоящее время стали применяться шпоночные фигурные массивы (рис. 142), грунтонепроницаемость стыков между которыми обеспечивается путем заполнения шпонок двухслойным фильтром из щебня. Эта операция выполняется следующим образом: после установки смежных фигурных массивов в проектное положение в образованную между ними полость-шпонку вставляют инвентарный металлический разделительный щит, который извлекают по мере заполнения шпонки фракционированным щебнем (с морской стороны — крупным, с тыловой стороны — мелким).

Наголовники монтируют при помощи плавучего или берегового крана. Для фиксации положения наголовников, надеваемых на сваи, применяются инвентарные металлические хомуты, состоящие из двух половинок. Они устанавливаются на сваи с таким расчетом, чтобы отметка их верхней плоскости соответствовала проектной отметке низа наголовника, что при монтаже хомутов контролируется с помощью нивелира. Закрепленный на свае хомут удерживается в заданном положении за счет сил трения о поверхность сваи. Для увеличения сил трения к внутренней поверхности хомута прикрепляют листовую резину.

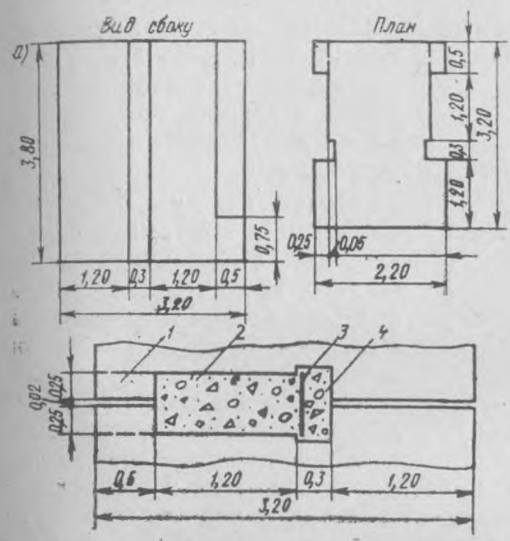
Бетонную смесь для омоноличивания наголовников со сваями подают к месту укладки малыми порциями на поддонах или в бадьях; смесь уплотняется глубинными высокочастотными вибраторами с гибким валом.

После того как бетон омоноличивания наголовников со сваями в пределах захватки набрал не менее 70% проектной прочности,

производится монтаж плит верхнего строения, имеющих проемы (отверстия) для омоноличивания. Для того чтобы каждая плита при монтаже опиралась не менее чем на три точки, производится предварительное выравнивание отметок верха наголовников под единую отметку низа плиты. Для выравнивания используются металлические прокладки.

При укладке плит верхнего строения необходимо следить за совпадением проемов в плитах с наголовниками. После выверки положения плиты производится омоноличивание плиты с наголовниками, расположенными под средней ее частью.

Перед омоноличиванием в полость, образованную наголовником и проемом, вставляются дополнительные короткомерные



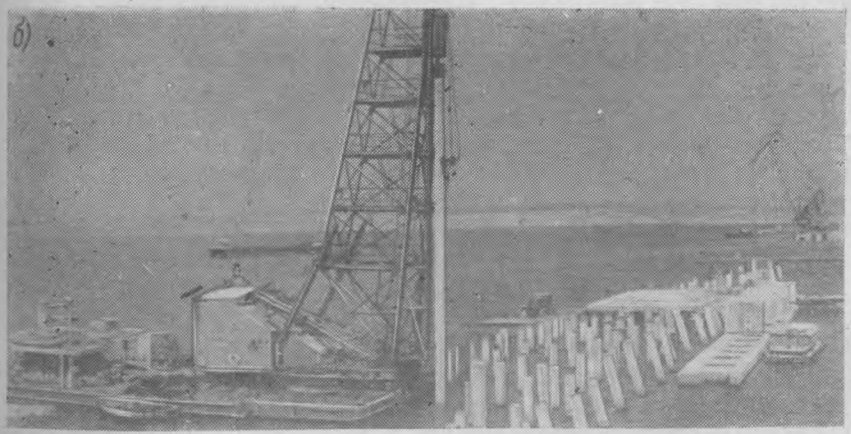


Рис. 142. Применение шпоночных фигурных массивов при строительстве причалов:

а — схема массива: 1 — массив; 2 — мелкий щебень; 3 — временная металлическая перегородка; 4 — крупный щебень; б — общий вид строительства причала

арматурные стержни («щетина») по 6 штук на 1 $м^2$ площади проема.

Омоноличивание стыков между смежными плитами производится после сварки арматурных выпусков из плит по всей их ширине одновременно с омоноличиванием плит с наголовниками, на которые опираются две смежные плиты. Для омоноличивания стыков

применяется подвесная опалубка. Бетонная смесь подается береговым краном в бадьях либо непосредственно к месту укладки — самосвалами.

Монтаж бортовых балок из сборного железобетона производится с помощью плавучего крана. Арматурные выпуски из бортовых балок сваривают с арматурными выпусками из плит немедленно после установки бортовой балки в проектное положение. Рационально монтировать бортовые балки с заранее закрепленными на них секциями отбойных устройств.

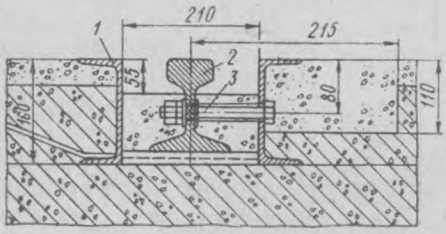


Рис. 143. Схема устройства подкрановых и железнодорожных путей:
1 — швеллер; 2 — рельс; 3 — соединительный болт

Стыки между бортовыми балками и плитами верхнего строения омоноличивают после того, как выверено положение всех балок, к арматурным выпускам балок приварен кордонный уголок с анкерными выпусками и проложены железнодорожные и подкрановые пути. Одновременно ведутся работы по устройству цементно-бетонного покрытия и оголовка.

Технология прокладки железнодорожных и подкрановых путей по плитам верхнего строения ростверков (эстакад) имеет свои особенности, вызванные конструкцией крепления рельсов. Рельсы укладываются непосредственно на верхнюю бетонную поверхность плит и крепятся к швеллерным балкам на болтах (рис. 143). Швеллерные балки по длине сваривают, а к противоположным балкам крепят тягами. К швеллерным балкам приваривают анкеры из проволоки, которые заделывают впоследствии в цементно-бетонное покрытие, удерживая балки в фиксированном положении. Рационально укладывать железнодорожные и подкрановые пути секциями, заблаговременно смонтированными вместе со швеллерными балками, равными длине рельсов. Швеллеры могут быть заменены уголком 120×80 *мм*.

Монтаж швартовных тумб выполняется автокраном.

Конструкция эстакад с наголовниками для судоремонтных и судостроительных предприятий несколько отличается от набережных эстакад. В связи с необходимостью выноса к кордону всех коммуникаций: паропровода, электрокабелей, воздухопровода и др.— плиты верхнего строения имеют в разрезе ломаное очертание, что позволяет устраивать в кордонной части причала потерну для прокладки инженерных сетей.

Набережные-эстакады с уширенным шагом свай в продольном направлении и сборно-монолитными ригелями возводятся в технологической последовательности, отличающейся от описанной для эстакад с наголовниками. Для монтажа плит верхнего строения на сваи со срубленными головами навешивают инвентарные металлические хомуты с большими консолями. Плиты укладывают с опорой

на хомуты в такое положение, при котором поперечные ряды погруженных свай остаются в промежутке между смежными плитами. После сварки между собой арматурных выпусков из плит верхнего строения, устройства подвесной опалубки и установки дополнительной арматуры производится укладка бетона в ригель, образованный днищем опалубки и поперечными гранями смежных плит. В монолитный ригель заделывают головы свай поперечного ряда.

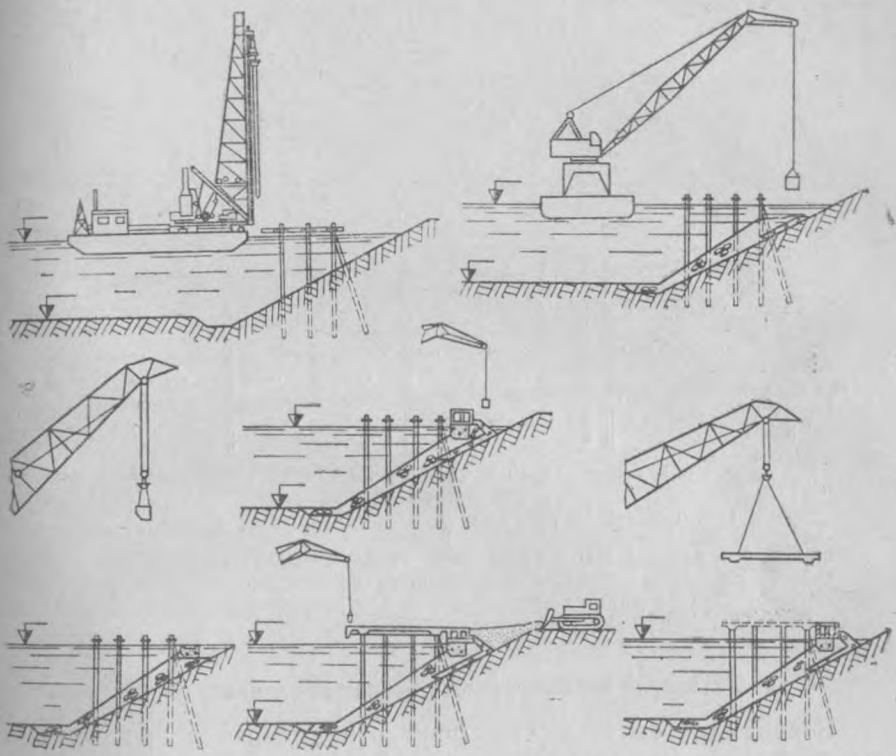


Рис. 144. Технологические схемы строительства эстакады с уширенным шагом свай

Таким образом, в рассматриваемой конструкции эстакады роль наголовников временно выполняют инвентарные металлические хомуты, которые снимают со свай по достижении бетоном ригеля необходимой прочности. Отсутствие наголовников сокращает расход сборного бетона, удешевляет конструкцию и упрощает монтажные операции. На рис. 144 приведены технологические схемы строительства эстакады с уширенным шагом свай.

Технология строительства оторочек-эстакад на призматических железобетонных сваях полностью соответствует описанной выше, так как эти эстакады отличаются от набережных-эстакад лишь тем, что примыкают не к берегу, а к су-

ществующему сооружению, заменяющему при строительстве оторочки тыловую стенку из массивов.

Пирсы-эстакады возводятся по аналогичным технологическим схемам. Отличие от строительства набережных или оторочек-эстакад заключается лишь в том, что в месте сопряжения корневой части пирса необходимо устраивать береговой устой.

На Каспийском бассейне при освоении нефтяных месторождений возводятся эстакады в условиях открытого моря, при этом часть транспортных эстакад выполняют из железобетонных свай. Эти эстакады возводятся пионерным способом. Монтажный кран последовательно перемещается по верху строящейся эстакады,

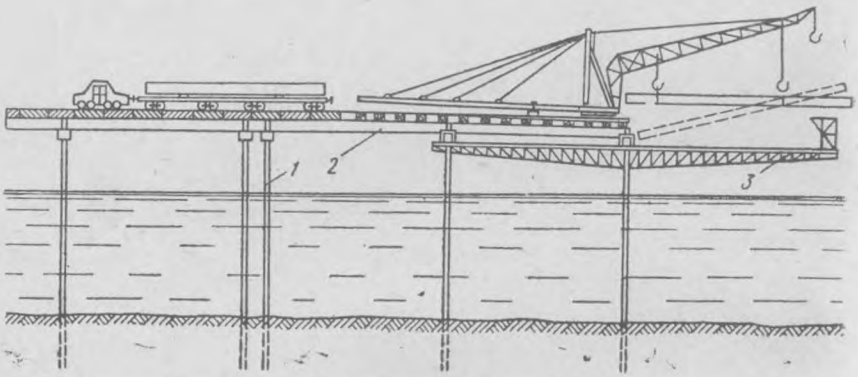


Рис. 145. Схема погружения свай и укладки плит верхнего строения с помощью монтажного крана:
1 — сваи; 2 — прогоны; 3 — направляющая ферма

выполняя все работы по погружению свай и монтажу верхнего строения (рис. 145). Элементы эстакады доставляются на железнодорожных платформах узкой колеи. Для фиксации положения свай при погружении служит специальный консольный металлический кондуктор.

§ 56. Эстакады на пустотелых железобетонных оболочках

В портовом строительстве широко применяются конструкции набережных-эстакад из сборного железобетона на сваях-оболочках диаметром 1,2 и 1,6 *м*.

Эстакады на оболочках диаметром 1,2 *м* монтируются из пяти сборных элементов (рис. 146).

Строительство набережной-эстакады осуществляется в три потока: I — подготовительные работы: устройство оснастки и приспособлений для свайных и монтажных работ; устройство площадки для временного складирования сборных железобетонных элементов; устройство подъездов; производство геодезических разбивочных работ; строительство временных зданий и сооружений, в том числе прокладка временных сетей водоснабжения и электроснабжения; установка пульта управления работой вибропогружателя; водолазное обследование дна акватории; дноуглубление и другие работы;

II — свайные работы: погружение свай-оболочек; заполнение полостей оболочек песчаным грунтом; отсыпка щебня и камня в

подпричальный откос эстакады и ровнение поверхностей щебеночного фильтра и каменной призмы; монтаж опорных площадок (капителей) и омоноличивание их со сваями-оболочками;

III — монтажные работы: монтаж плит ростверка с омоноличиванием их с капителями и сваями-оболочками; монтаж бортовых балок и тыловых блоков с омоноличиванием стыков; прокладка подкрановых и железнодорожных путей; прокладка инженерных коммуникаций (промпроводок); монтаж швартовных тумб; навеска отбойных устройств; устройство асфальтобетонного покрытия причала и другие работы.

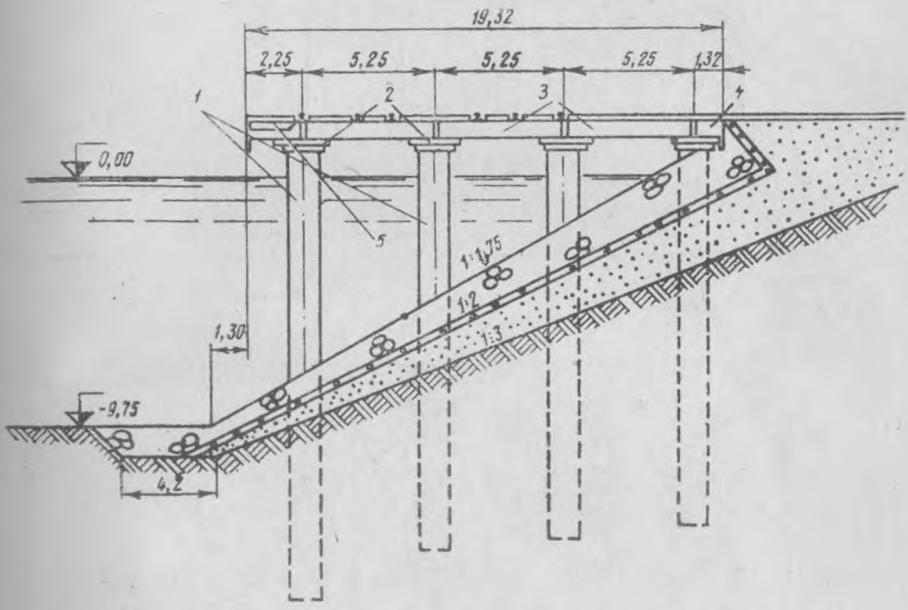


Рис. 146. Схема причального сооружения:

1 — железобетонные центрифугированные оболочки; 2 — железобетонные опорные площадки (капители); 3 — плоские железобетонные плиты верхнего строения; 4 — тыловые блоки; 5 — бортовые балки

На рис. 147,*а* показан схематический план монтажной площадки на строительстве набережной-эстакады.

Погружение свай-оболочек диаметром 1,2 *м* с металлическим ножом кессонного типа выполняется вибропогружателем ВП-3, подвешенным на гаке плавучего крана. Для обеспечения требуемой точности погружения применяется специальный направляющий кондуктор (см. § 43 гл. IX).

В начале работ по погружению устраивают деревянную эстакаду, при помощи которой погружают четыре сваи-оболочки первого поперечного ряда причала, необходимые для закрепления плавучего кондуктора в неподвижном положении двумя крайними и двумя

средними захватами. Остальные захваты (из 12) используются как направляющие для погружения восьми свай-оболочек.

Схема организации работ по вибропогружению свай-оболочек приведена на рис. 147,*б*.

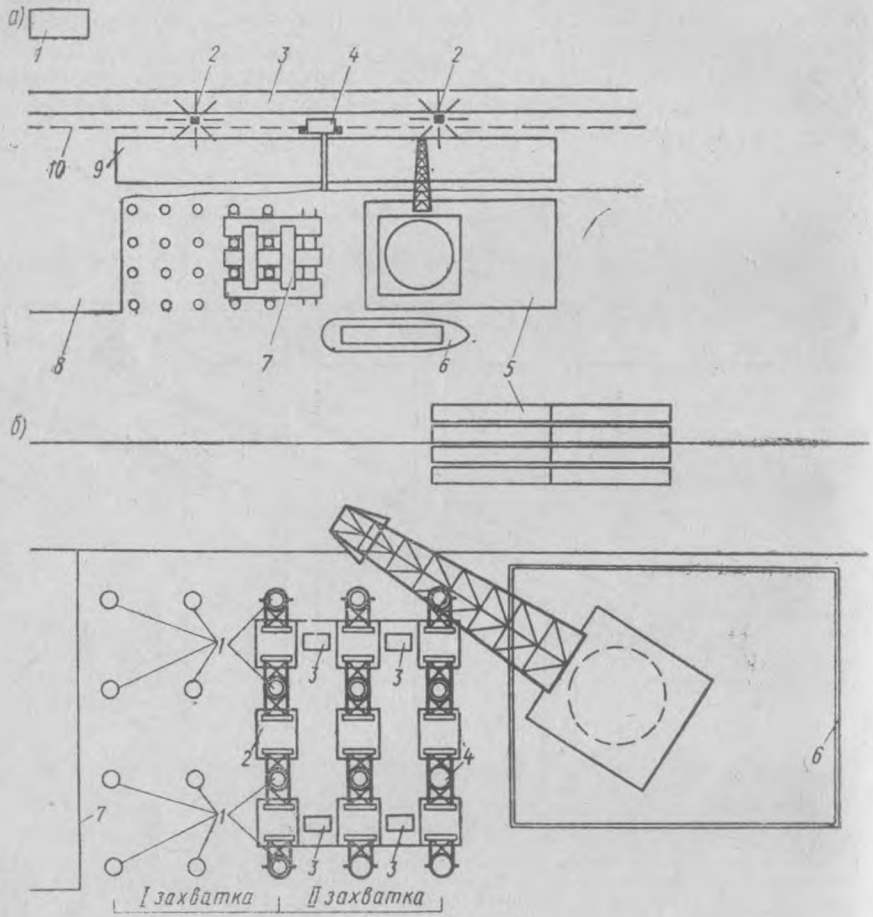


Рис. 147. Организация погружения свай:

а — план монтажной площадки: 1 — помещение прораба; 2 — прожекторная мачта; 3 — временная автодорога; 4 — пульт управления вибропогружателя и сварочные трансформаторы; 5 — плавкран; 6 — самоходная баржа; 7 — плавкондуктор; 8 — построенный участок причала; 9 — площадка для складирования мелких железобетонных изделий и других материалов; 10 — кабель; б — схема организации работ по вибропогружению оболочек: 1 — погруженная оболочка; 2 — направляющий каркас; 3 — лебедка направляющего каркаса; 4 — ячейка направляющего каркаса; 5 — складирование оболочек; 6 — плавкран грузоподъемностью 15 *т*; 7 — ранее сооруженная секция

При погружении свай-оболочек в их полостях образуются грунтовые пробки, участвующие в работе оболочек на вертикальные нагрузки.

Устройство подпричального откоса из крупнозернистого песка, щебня и камня осуществляется в последовательности, показанной на рис. 148. В работе участвует плавучий кран грузоподъемностью 15 *т* с грейфером. Песок, щебень и камень к месту строительства доставляют на баржах. Крупнозернистый песок в сопряжение откоса с берегом отсыпается автосамосвалами, планировка и уплотнение песка над водой выполняются бульдозером. Ровнение поверхностей щебня и камня выполняют водолазы, степень ровнения — грубое.

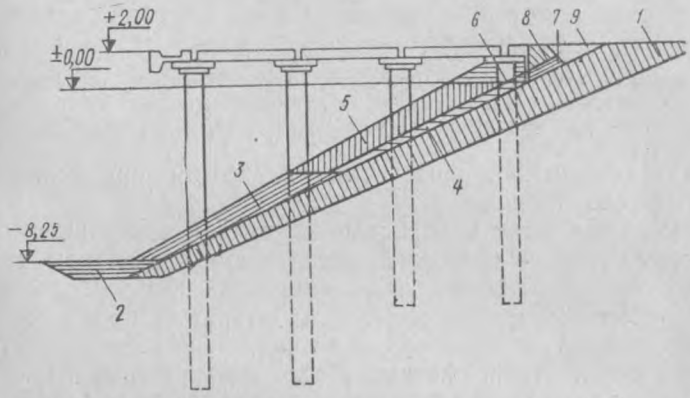


Рис. 148. Схема устройства подпричального откоса из крупнозернистого песка, щебня и камня:

1 — выравнивание подпричального откоса; 2 — отсыпка упорного зуба; 3 — отсыпка первой очереди подпричального откоса; 4 — отсыпка обратного фильтра; 5 — отсыпка второй очереди подпричального откоса; 6 — отсыпка третьей очереди подпричального откоса; 7 — отсыпка второй очереди обратного фильтра; 8 — отсыпка камня за тыловую балку; 9 — засыпка песком

Головы свай-оболочек срубают отбойными молотками с металлических инвентарных плотиков. Полости оболочек заполняют песчаным грунтом, который подают плавкраном в бадьях (или грейфером).

После погружения оболочек и срубки их голов до проектных отметок производят монтаж элементов верхнего строения (ростверка) и омоноличивание стыков. Монтаж выполняют при помощи плавкрана грузоподъемностью 50 *т* в следующем порядке (см. рис. 146): на оболочки устанавливают опорные плиты (капители), ростверковые плиты, тыловые и бортовые балки. Перед установкой ростверковых плит опорные плиты при помощи ограничителей в виде металлических коробок из швеллеров (6 шт. на оголовок) приваривают к закладным деталям верхнего фланца оболочек. После окончания монтажа сборных конструкций в полость сваи-оболочки устанавливают дополнительную стержневую арматуру: 10 стержней диаметром 16 *м* длиной 1,2 *м*; производят сварку закладных частей и омоноличивание плит ростверка, опорных плит и внутренней полости оболочек, а также стыков между другими элементами. Перед

омоноличиванием внутренние поверхности элементов очищают от грязи и песка струей сжатого воздуха. Омоноличивание внутренней полости оболочек с опорными и ростверковыми плитами рекомендуется производить быстротвердеющим цементом.

Непосредственно перед началом монтажа необходимо на опорных площадках с помощью теодолита произвести разбивку осей свайных рядов и отметить их краской; разметить краской оси монтируемых элементов.

Монтаж плит верхнего строения производится плавучим краном. Монтажные процессы выполняются поточным методом с разбивкой фронта работ на захватки. Длина захватки диктуется радиусом действия плавкрана.

Например, на строительстве причалов, осуществленном трестом «Балтморгидрострой», использовали плавучий кран грузоподъемностью 50 *т*. С одной стоянки плавкраном монтировались шесть плоских плит, два блока бортовой балки и два тыловых блока.

Монтаж сборных элементов выполняется в направлении от кордона к тылу сооружения.

При монтаже плит необходимо следить с помощью геодезических инструментов за точностью укладки как в плановом, так и высотном отношении. Плиты должны опираться не менее чем на четыре точки. При неудовлетворительном опирании плиты, ее краном отводят в сторону, а на опорные площадки укладывают стальные подкладки и цементный раствор. После повторной проверки высотных отметок плиту устанавливают в проектное положение.

Омоноличивание стыков между сборными элементами выполняется после сварки закладных частей с помощью листовой стали толщиной 10 *мм* внахлестку. Для укладки бетонной смеси в листе устраиваются отверстия.

При отсутствии плавкондуктора сваи-оболочки диаметром 1,2 *м* можно погружать при помощи жесткой направляющей металлической рамы.

Конструкции набережных-эстакад на колоннах-оболочках диаметром 1,6 *м* разделяют по направлению сборных железобетонных ригелей на эстакады с поперечной и продольной ригельной системами.

Набережная-эстакада состоит из следующих основных элементов: колонн-оболочек из преднапряженного центрифугированного железобетона, сборных ригелей из преднапряженного железобетона, плит верхнего строения из преднапряженного железобетона, железобетонных блоков бортовой балки и тыловых коробов.

Технология возведения таких эстакад имеет свои специфические особенности, хотя последовательность производства работ незначительно отличается от описанной выше для эстакад на сваях-оболочках диаметром 1,2 *м*.

После выполнения подготовительных работ (геодезической разбивки сооружения, водолазного обследования дна акватории, строительства временных дорог, зданий, сооружений и устройств, дноуглубления и др.) производятся следующие работы: 1) погружение

колонн-оболочек; 2) срубка голов колонн-оболочек; 3) подготовка колонн-оболочек к монтажу ригелей; 4) устройство грунтового откоса; отсыпка щебня и камня в подпричальный откос с последовательным ровнением поверхностей отсыпей; 5) монтаж ригелей; 6) монтаж плит верхнего строения с омоноличиванием плит, ригелей и колонн-оболочек между собой; 7) отсыпка камня и щебня в тыловое сопряжение с ровнением поверхностей отсыпей; 8) установка элементов тылового сопряжения; 9) омоноличивание стыков между смежными плитами; 10) монтаж бортовых балок и омоноличивание стыков; 11) образование территории за тыловым сопряжением; 12) монтаж швартовных тумб; 13) навеска отбойных устройств; 14) прокладка подкрановых и железнодорожных путей; 15) прокладка инженерных сетей; 16) устройство покрытия причала и др.

Погружение колонн-оболочек, собранных из звеньев длиной по 8 (4) *м*, производится с помощью вибропогружателя ВП-160 или ВП-170 (рис. 149) и плавучего кондуктора.

Величина погружения колонн-оболочек от каждого залога должна замеряться геодезическим инструментом. При погружении колонны-оболочки в плотные грунты применяются различные средства для извлечения грунта из полости колонны-оболочки, в частности, эрлифт.

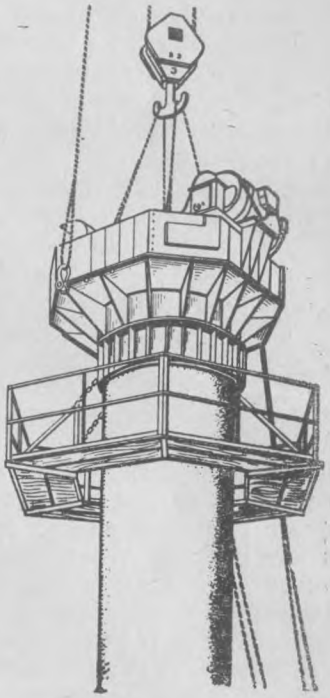


Рис. 149. Крепление вибропогружателя ВП-107 для погружения свай-оболочек

Головы колонн-оболочек срубают отбойными молотками с точностью от +1 до +3 *см*. Для предохранения колонны-оболочки от больших отколов бетона и обеспечения точности сруба на нее должны устанавливаться бандажи из полосовой стали толщиной 5—6 *мм* и высотой 100 *мм*. Срубку производят с плавучих кольцевых плотиков. В настоящее время проходит испытание новый способ срубки голов колонн-оболочек под проектную отметку при помощи алмазных дисков.

Если в основании сооружения залегают плотные связные грунты, то колонны-оболочки не погружают, а устанавливают в пробуренные скважины и омоноличивают с грунтом подводным бетоном. Колонны-оболочки с опорным башмаком устанавливают на каменную постель (см. § 42 гл. IX).

Перед монтажом ригелей в головной части колонны-оболочки устраивают бетонную пробку, устанавливают дополнительную спиральную арматуру и готовят торцы колонн под монтаж.

Подготовка колонны-оболочки к установке ригеля выполняется в следующей последовательности. В полость колонны-оболочки на подвесках устанавливают железобетонный диск-днище, на который укладывают слой подводного бетона. После твердения подводного бетона из верхней части полости колонны-оболочки откачивают воду, устанавливают спиральную арматуру и на голову оболочки надевают стальные сборные (внутренний и наружный) бандажи. После установки бандажей на две крайние (в поперечном ряду) колонны-оболочки на торцы этих оболочек укладывают стальные кубики-фиксаторы высотного положения ригеля: один на торец одной оболочки, два — на торец другой; правильность установки фиксаторов контролируется с помощью нивелира. Бандажи должны выступать над верхом кубиков на 5 *см* и иметь возможность свободно осаживаться под тяжестью устанавливаемого ригеля, пространство между бандажами заполняется бетоном марки 500.

Для фиксации положения ригелей в плане на плавучих деревянных подмостях закрепляются специальные кондукторы, правильность их закрепления контролируется теодолитом.

Установка ригелей осуществляется плавкраном.

Устройство подпричального откоса производится в следующей последовательности: отсыпка шаландами с открывающимися днищами камня в нижнюю упорную часть откоса; грубое ровнение поверхности каменной отсыпи; отсыпка шаландами щебня за каменной призмой, грубое ровнение поверхности щебня, рефулирование песчаного грунта под воду и устройство откоса плавкраном с грейфером; отсыпка поверх грунтового откоса слоя щебня; грубое ровнение поверхности щебеночного фильтра; отсыпка камня (вторая очередь) поверх щебеночного фильтра и устройство бермы под установку блоков тылового сопряжения; грубое ровнение поверхности откоса и весьма тщательное ровнение бермы.

Отсыпка камня и щебня в верхнюю часть откоса от отметки —4 *м* и выше осуществляется пионерным способом самосвалами. Для этой цели в каждом пролете со смонтированными ригелями устанавливают при помощи плавкрана бортовую балку и несколько плит верхнего строения. Между ними оставляют «окно» (рис. 150), в которое из самосвалов ссыпают камень. Через такие же «окна» укрепляют камнем откос в зоне волнового воздействия. Элементы верхнего строения устанавливают плавкраном. После устройства подпричального откоса «окно» в пролете между ригелями закрывают недостающей плитой верхнего строения.

Установка сборных железобетонных пустотелых коробов с перфорированной лицевой гранью на подготовленное основание (выровненную поверхность бермы подпричального откоса) выполняется параллельно с монтажом элементов верхнего строения. Отсыпка камня в короба выполняется пионерным способом самосвалами.

Перед омоноличиванием узла сопряжения ригеля с колонной-оболочкой в нее устанавливают дополнительные арматурные вертикальные рабочие стержни диаметром 32 *мм*, длиной 3,5 *м*. Омоноличивание производится через оставленные в ригеле отверстия.

Поперечные арматурные выпуски из плит и бортовой балки перед омоноличиванием соединяются стыками системы Передерия. Закладные части плит и бортовых балок, а также арматурные выпуски из плит и бортовых балок смежных пролетов в зоне их омоноличивания с ригелем сваривают между собой.

Омоноличивание всех сборных элементов, а также укладка бетона в опалубку монолитных ригелей на захватке производятся в один прием. Самосвалы доставляют бетонную смесь по верхнему строению непосредственно к месту укладки.

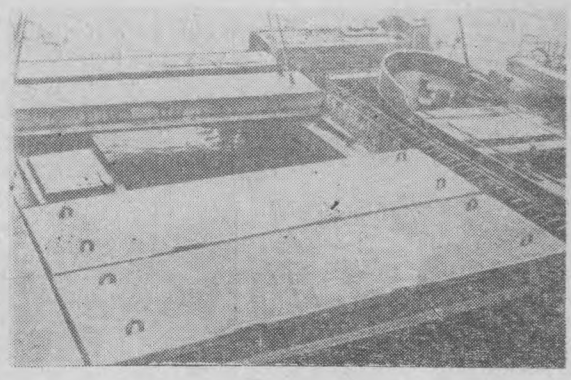


Рис. 150. Укладка плит верхнего строения для отсыпки камня самосвалами

Швартовные тумбы монтируют при помощи автокрана. Перед монтажом тумбу устанавливают на брусья и в ее отверстия вставляют анкерные болты. В таком виде тумбу снимают краном с брусьев и устанавливают в тумбовый массив.

Набережные-эстакады с продольной ригельной системой входят в состав сооружений, возводимых из унифицированных элементов заводского изготовления.

Технология их возведения мало чем отличается от технологии возведения эстакад с поперечной ригельной системой.

Основное отличие заключается в том, что монтаж бортовых балок выполняют при помощи специальных инвентарных металлических монтажных рам.

Бортовую балку, консольно выступающую в сторону кордона, подвешивают в проектное положение на монтажной раме с тыловым противовесом. После того как бетон омоноличивания бортовой балки с ригелем и колоннами-оболочками наберет 70% проектной прочности, монтажную раму убирают.

§ 57. Эстакады на металлических опорах

В отечественной практике металлические сваи широко применяются при строительстве эстакад в районах Нефтяных камней и новых нефтяных промысловых разработок на Каспийском море, а также при возведении рейдовых пассажирских пирсов в курортных районах на Черноморском побережье.

Эстакады на металлических трубчатых буро-заливных сваях возводятся на глубинах до 25 *м* для размещения на них нефтепромыслового оборудования, емкостей для временного хранения нефти,

трубопроводов, жилых домов и других зданий, сооружений и устройств. Эти эстакады, так же как и транспортные эстакады на железобетонных сваях, строятся пионерным способом. Кран-деррик с поворотной стрелой выполняет работы по забуриванию свай с помощью турбобура Т12М2-К-10, заливке трубчатых свай бетоном, монтажу пролетного строения и другие работы. Кондуктором для буро-заливных свай служит консольный выступ пролетного строения.

При строительстве рейдовых пирсов на металлических сваях на Черноморском побережье также используется пионерный способ. На рис. 151 показано возведение пирса с использованием крана на гусеничном ходу, вибропогружателя и металлического консольного кондуктора, исполненного в виде жесткой фермы, закрепляемой на погруженных сваях. Такой способ строительства позволяет выполнять работы на открытых рейдах на малых глубинах вне зависимости от состояния моря. Работы прекращаются, если волны угрожают сохранности крана.

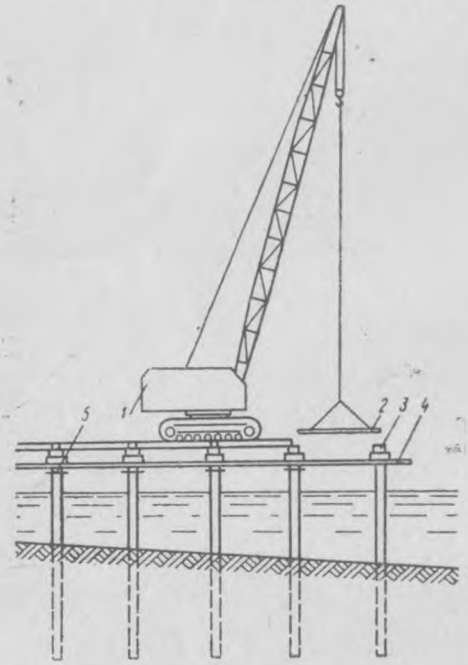


Рис. 151. Схема строительства пирса на металлических сваях пионерным способом:
1 — кран; 2 — элемент верхнего строения; 3—4 — ригель; 5 — сваи

Иногда строительство рейдовых пирсов большой протяженности осуществляется комбинированным способом. Корневая часть возводится полностью пионерным способом при участии берегового крана, а головная часть — плавучим копром, погружающим сваи, и береговым краном, осуществляющим монтажные работы.

Если в основании пирса залегают илистые грунты мощностью до 25 *м*, подстилаемые песками, целесообразно применение винтовых металлических свай с наружным диаметром 1020 *мм*, диаметром винтовой лопасти 2200 *мм* и длиной 38 *м*. Каждая опора пирса может состоять из шести (или восьми) винтовых свай, погруженных с уклоном 4 : 1. Несущая способность такой сваи составляет 500 *т*.

Винтовые сваи изготовляются отдельными звеньями на берегу. Каждая свая состоит из двух частей: нижнего звена с винтовой лопастью и верхнего звена.



Рис. 152. Основные технологические операции погружения винтовых свай: а — подъем сваи: 1 — плавкран; 2 — понтон (баржа); 3 — швартовный конец; 4 — траверса; 5 — электрокабель; 6, 12 и 14 — оттяжки; 7 — кабестан; 8 — свая; 9 — трос лебедки кабестана; 10 — подъемный крюк плавкрана; 11 — лебедка; 13 — малый крюк плавкрана; 15 — сваи; 16 — подкладка; 17 — корпус понтона; б — завинчивание сваи; в — завинчивание наклонной сваи

Нижние звенья свай подаются к месту погружения на барже, верхние — на плаву с заглушенными торцами.

Погружение свай осуществляется плавучим краном грузоподъемностью 100 *тс* с помощью кабестана — механизма завинчивания свай — с крутящим моментом 75—125 *кгм* (рис. 152).

Глава XIV. ОГРАДИТЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 58. Сооружения из наброски камня, массивов, тетраподов и других фигурных блоков

Внешние оградительные сооружения — молы, волноломы, шпоры и дамбы — предназначены главным образом для защиты акватории от волнения, а также от морских течений, движущихся наносов (особенно при защите подходных каналов) и ледовых полей. Оградительные сооружения подвергаются воздействию волновых нагрузок, достигающих иногда огромных величин — до 30 *тс/м*^{2} и более. Этим обусловливается необходимость строить их монолитными и тяжелыми, что в сочетании со значительной их протяженностью вызывает большой расход материальных и финансовых ресурсов.

Оградительные сооружения можно классифицировать следующим образом (рис. 153): откосные; вертикальные; смешанные;

сквозные волноломы с экраном; ячеистые волноломы; плавучие; пневматические и гидравлические.

При выборе конструкции оградительного сооружения учитываются многие факторы, главнейшими из которых являются условия естественного режима в районе строительства — гидрологические и геологические, а также условия производства работ.

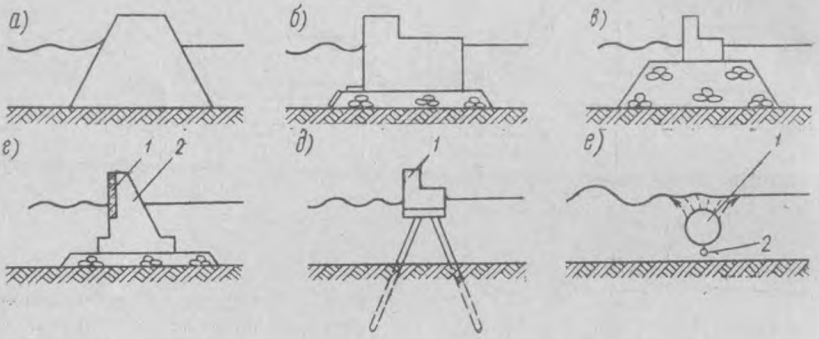


Рис. 153. Схемы оградительных сооружений:
а — откосные; б — вертикальные; в — смешанной конструкции; г — сквозные с экраном; д — сквозные ящичные; е — пневматические

Для каждого возводимого оградительного сооружения должен быть разработан тщательно продуманный проект производства работ, обеспечивающий прежде всего максимальное сокращение сроков строительства, наиболее полное использование механизмов, плавсредств и технического флота. Проект производства работ должен предусматривать меры, обеспечивающие сохранность и устойчивость сооружения на любой стадии его строительства. Этому способствует максимальная поточность и непрерывность строительства, обеспечивающая возведение сооружения до полного профиля в короткие сроки.

Рассмотрим технологию возведения сооружений из наброски камня, массивов, тетраподов и других фигурных блоков.

Способ выполнения работ по отсыпке камня выбирается в зависимости от конструктивных особенностей и расположения сооружения на акватории, а также с учетом гидрометеорологических и производственных условий строительства. При возведении молов, дамб и шпор трапецеидального профиля из несортированного камня работы по наброске камня, как правило, выполняются пионерным способом с помощью автотранспортных средств.

Производство работ по наброске сортированного камня в тело мола (шпоры, дамбы), примыкающего к берегу, в зависимости от сложности и размеров профиля, а также протяженности сооружения, глубины воды у корневой части сооружения, осуществляется пионерным способом с участием автосамосвалов и береговых средств механизации или с участием плавтехсредств, а также и комбинированным способом, когда часть сооружения, начиная от

берега, отсыпается с помощью береговых средств, а другая часть — с помощью плавтехсредств.

При возведении волноломов, не связанных с берегом, работы по наброске камня выполняются плавтехсредствами.

Технология отсыпки мола (дамбы) откосной формы из несортированного камня следующая: отсыпка камня самосвалами пионерным способом от корня дамбы наклонными слоями в торец и в каждую сторону на откос на всю высоту дамбы; грубое ровнение откосов дамбы (в надводной части выполняют по шаблону береговые рабочие, в подводной — водолазы).

Для предотвращения схода самосвалов под откос в голове отсыпаемой призмы на расстоянии не менее 1 *м* от бровки устанавливают охранный брус. По мере отсыпки камня вдоль насыпи большой протяженности, но с малой шириной гребня, через определенные расстояния устраивают уширения в виде дополнительных боковых отсыпок для разворота и разъезда автомобилей. Досыпку камня на откос производят самосвалами с боковым опрокидыванием кузова или береговым, реже плавучим, краном, оборудованным грейфером.

Для обеспечения поточной технологии производства работ составляется детальный график с расчетом потребного количества автотранспортных средств. В соответствии с принятым темпом строительства подсчитывается среднесменная потребность в камне, определяется дальность возки и время: на погрузку, пробег автомобилей в груженом и порожнем состоянии и на разгрузку.

Отсыпка камня пионерным способом возможна и с помощью вагонеток с опрокидывающимся на стороны кузовом, но такая технология требует дополнительной перегрузочной операции и прокладку путей узкой колеи, что экономически не всегда себя оправдывает.

Если проектом предусмотрена пригрузка внешнего каменного откоса мола наброской из массивов малого веса, то эта работа выполняется с помощью берегового крана соответствующей грузоподъемности, перемещающегося по гребню мола. Массивы под кран подают на автотранспортных или плавучих средствах. Наброска массивов производится после грубого ровнения поверхности внешнего откоса.

Наброску массивов на откос начинают после установки бордюрных (бортовых) массивов и проверки водолазом правильности их положения. Для контроля за наброской массивов через каждые 5 *м* по оси и 3 *м* по поперечному сечению производят промеры футштоком. На основании контрольных промеров и результатов водолазного обследования составляются исполнительные профили сооружения.

Во время производства работ по отсыпке камня и наброске массивов на откос и до сдачи объекта в эксплуатацию ведутся систематические наблюдения за состоянием и осадками сооружения. При обнаружении недопустимых осадок производится пополнение профилей камнем и массивами, о чем составляется акт и производится запись в журнале работ.

В работах по возведению мола сложного профиля из камней различного веса участвуют береговые и плавучие средства транспорта и механизации. Грубое ровнение поверхности песчаной подсыпки, каменной постели и отсыпки из несортированного камня выполняют водолазы. Очередность отсыпки сортированного камня зависит от проектного расположения камней определенного веса.

Камень, употребляемый в наброску, должен удовлетворять требованиям СНиП.

Если проектом предусмотрено устройство надводной надстройки мола (дамбы, шпоры), то к ее возведению приступают после окончания наброски массивов на откос.

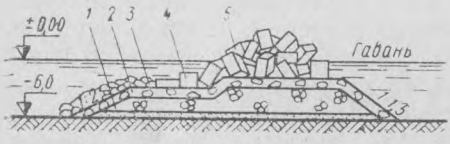


Рис. 154. Строительство волнолома из массивовой наброски:
1 — карьерная мелочь; 2 — камень весом 20 *кг*; 3 — камень весом 500 *кг*; 4 — бордюрный массив; 5 — массивовая наброска

Устройство бетонной надстройки из монолитного бетона осуществляется от головной части сооружения по направлению к берегу; бетон доставляют автосамосвалами. Укладывают, разравнивают и уплотняют бетонную смесь при помощи виброрейки, которую устанавливают на рельсформы, уложенные в соответствии с проектом вдоль оси сооружения.

Надстройка может быть выполнена также из сборных пустотелых бетонных ящиков, устанавливаемых на отсыпанное каменное ядро. По окончании работ стыки сборной надстройки омоноличиваются. Такая конструкция позволяет значительно сократить сроки строительства и снизить трудоемкость работ.

Строительство волнолома из массивовой наброски (рис. 154) с помощью плавучих средств выполняется в следующей последовательности: 1) отсыпка карьерной мелочи по всей площади основания; 2) грубое ровнение поверхности отсыпи (контрфильтра) из карьерной мелочи; 3) отсыпка камня весом 20 *кг;* 4) отсыпка камня весом до 100 *кг;* 5) тщательное ровнение поверхности бермы под установку бордюрных берменных массивов; 6) грубое ровнение поверхности откосов; 7) укладка бордюрных и берменных массивов; 8) наброска в ядро бетонных массивов; 9) укрепление внешнего откоса крупным камнем весом 500 *кг* и выше.

Карьерную мелочь отсыпают с шаланд с открывающимся днищем. Для равномерности слоя отсыпки шаланда медленно перемещается вдоль оси сооружения.

При малой глубине воды наиболее рационально производить отсыпку камня краном, оснащенным многочелюстным грейфером, при доставке камня на баржах либо с помощью металлических контейнеров («парашютов») емкостью 5—15 $м^3$.

Бордюрные массивы устанавливаются плавкраном. После проверки правильности их положения тем же плавкраном производит-

ся наброска массивов. При этом плавкран устанавливают со стороны акватории, чтобы он работал под защитой возводимого сооружения.

Оградительные сооружения иногда целиком возводятся из наброски массивов, особенно при нехватке в районе строительства камня. В этом случае после подготовки основания и устройства каменной постели работы начинают также с установки бордюрных массивов. Затем в ядро мола, в соответствии с проектными профилями, набрасывают массивы. Пустотность массивовой наброски находится в пределах до 45%.

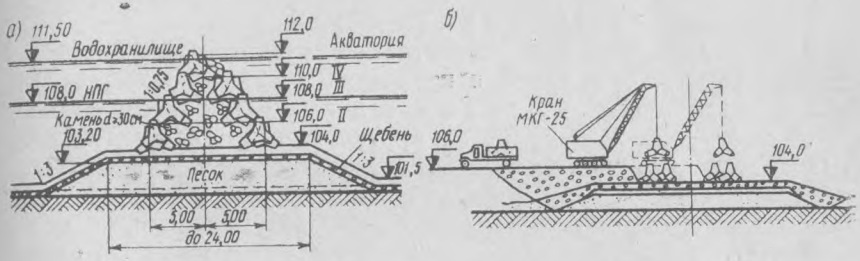


Рис. 155. Строительство мола из тетраподов:
а — конструкция мола; б — технология укладки тетраподов в корневую часть мола

В последние годы широкое распространение в отечественной и зарубежной практике получили новые конструкции оградительных сооружений с применением фигурных бетонных блоков: тетраподов различного веса (рис. 155), а также диподов, тетраэдров и других. Наибольшее распространение получили тетраподы весом 1,5; 3,5 и 13 *т*.

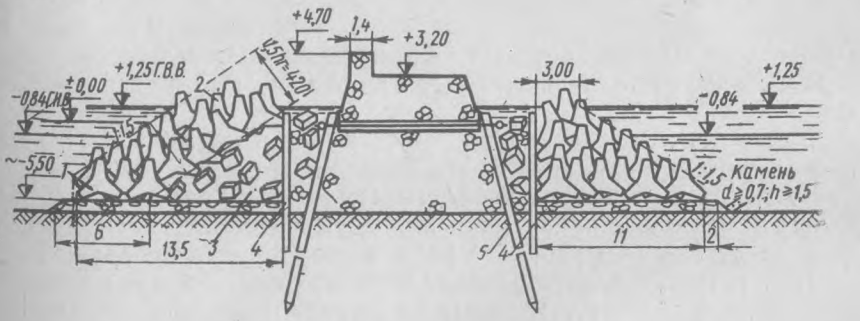


Рис. 156. Конструкция волногасящей наброски:
1 — упорные тетраподы; 2 — наброска из тетраподов весом 13 *Т*; 3 — существующие массивы весом 2,5 *Т*; 4 — существующий стальной шпунт Ларсен; 5 — деревянные сваи диаметром 40—50 *см*

Тетраподы применяются также для усиления старых оградительных сооружений, имеющих большой износ. На рис. 156 показана конструкция волногасящей наброски у существующего мола, построенного в виде двухрядной перемычки.

Технология производства работ по укладке тетраподов такая же, как и при наброске массивов, но после устройства каменной постели в первую очередь устанавливают тетраподы нижнего упорного ряда, а затем укладывают остальные тетраподы до полного профиля сооружения.

Установке и пригрузке тетраподов нижнего упорного ряда следует уделять наибольшее внимание, так как от этого во многом зависит устойчивость всей наброски. Особенно тщательно необходимо за этим следить при небольшой глубине.

Во избежание смыва уложенных в сооружение тетраподов во время шторма работы ведут отдельными захватками длиной 30—50 *м* с заполнением наброски до полного профиля.

Для укладки в сооружение тетрапод стропится за верхний контактный рым на гак крана и подается к месту укладки. Для строповки применяется специальный гак с противовесом, который обеспечивает расстроповку тетрапода без участия рабочего.

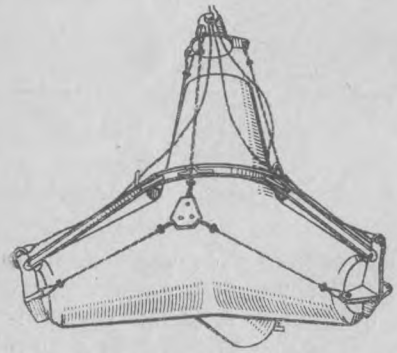


Рис. 157. Применение самостравливающегося стропа для установки тетраподов

Более совершенным, не требующим строповочных петель, является беспетлевой строп. Он состоит из кольца-фиксатора, надеваемого на верхний рог тетрапода, и системы тросов с монтажной скобой или саморасстрапливающимся гаком. При подъеме тетрапода стропы натягиваются и гак, принимая вертикальное положение, зацепляет скобу. При укладке тетрапода крюк плавкрана опускается на 0,5 *м*, грузовые стропы ослабляются и за счет противовеса гак беспетлевого стропа поворачивается и освобождает скобу. После этого поднимают гак крана и все приспособление снимается.

Для установки тетраподов применяются и другие типы захватных самораспрапливающихся приспособлений (рис. 157).

Тетраподы переднего упорного (нижнего) ряда укладывают одним конусом в сторону моря или двумя. Последующая укладка ведется от нижнего упорного ряда в сторону ядра сооружения.

При устройстве двусторонних самогасящих набросок в первую очередь укладывают тетраподы со стороны моря и несколько позже — со стороны акватории порта.

§ 59. Сооружения вертикальной конструкции

Оградительные сооружения вертикального профиля из массивовой кладки, массивов-гигантов, ряжей и оболочек большого диаметра относятся к сооружениям гравитационного типа и могут возводиться на скальных и сжимаемых грунтах. Эти сооружения могут быть использованы со стороны акватории как причалы для

швартовки судов. В этом случае надводная надстройка со стороны моря устраивается в виде волноотбойной железобетонной стенки.

Технология производства работ по возведению оградительных сооружений из правильной массивовой кладки не отличается от технологии строительства причалов гравитационного типа (см. § 45, гл. X).

Массивы-гиганты для оградительных сооружений могут изготовляться из монолитного и сборного железобетона. Их собирают на стапелях из отдельных плоских железобетонных плит заводского изготовления.

На рис. 158 приведена схема укрупнительной сборки массивов-гигантов на двух постах.

Технология сборки массивов-гигантов из сборных плит, спуска их на воду и установки в сооружение подробно описана в § 46, гл. X.

В последние годы в СССР и за рубежом все большее применение при строительстве оградительных сооружений находят конструкции из железобетонных оболочек диаметром 1,6 *м* и оболочек большого диаметра, погружаемых в грунт (рис. 159).

Порядок производства работ по строительству таких сооружений следующий. Изготовленные заранее оболочки на плавсредствах или плавкраном доставляют к месту строительства, устанавливают в проектное положение и погружают в грунт при помощи вибропогружателей или методом спускного колодца.

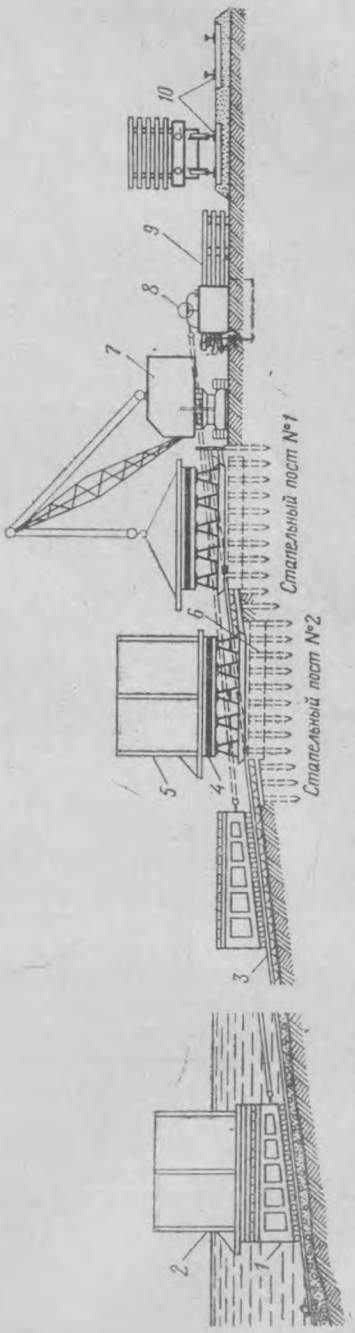


Рис. 158. Схема производства работ по сборке и спуску на воду массива-гиганта:
1 — косяковые тележки; 2, 5 — массив-гигант; 3 — спусковые дорожки; 4 — металлические переставные опоры и металлическая съемная рама; 6 — свайные фундаменты под стапельные опоры; 7 — подъемный кран; 8 — тяговые лебедки; 9 — площадки складирования сборных элементов; 10 — подъездные железнодорожные пути

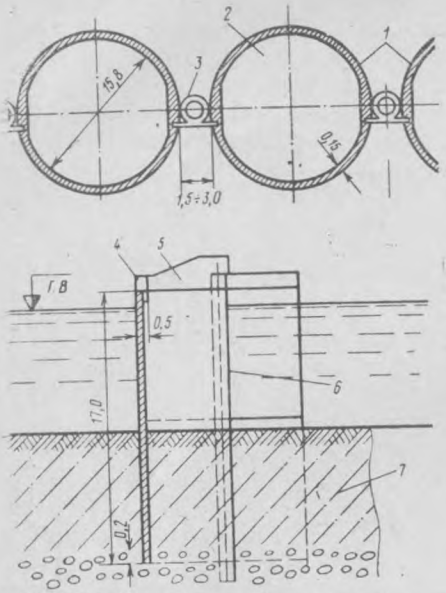


Рис. 159. Оградительные сооружения из железобетонных оболочек большого диаметра:

1 — железобетонные оболочки; 2 — песок заполнения оболочек; 3 — металлическая свая; 4 — монолитная бетонная надстройка; 5 — сборная железобетонная надстройка; 6 — железобетонная плита; 7 — грунт

Для придания оболочке строго вертикального направления их опускают в жестком каркасе, установленном на плавсредствах, надежно закрепленных на акватории. После погружения стыки между оболочками омоноличивают путем укладки подводного бетона или заделывают погружением в промежутки между ними специальных свай. Внутрь оболочки рефулируют песок, а затем устраивают железобетонную надстройку.

Оградительные сооружения сквозной конструкции (рис. 160) применяются, как правило, в морских бухтах и заливах с малыми волнением и заносимостью, а также на озерах и водохранилищах. Основой строительства таких сооружений является устройство опор путем погружения их в грунт или установки на подготовленную каменную постель.

Если опоры выполняются в

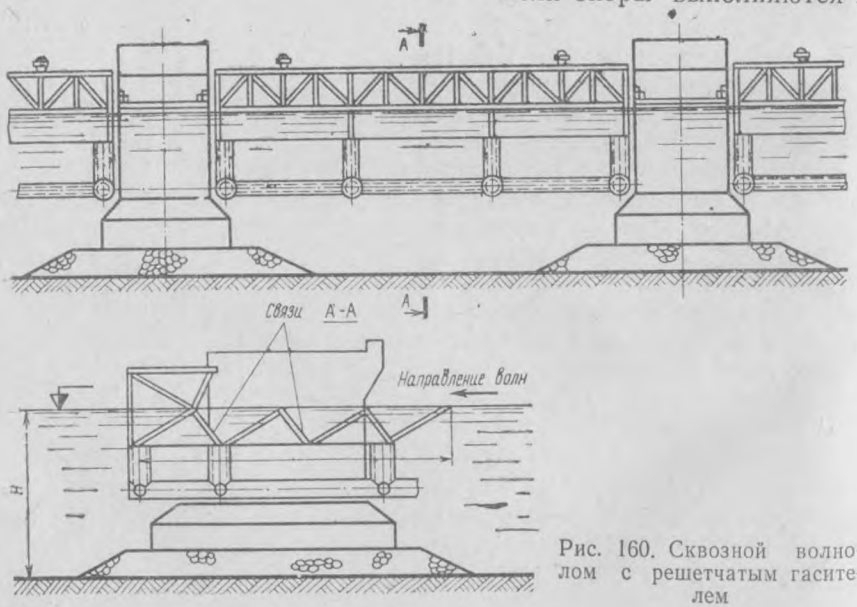


Рис. 160. Сквозной волнолом с решетчатым гасителем

виде свай или колонн-оболочек, способы погружения их в грунт выбираются в зависимости от геологических условий, веса и конструкции опор.

Технология установки массивов в опорные бычки или оболочек большого диаметра описана в гл. X соответственно § 45 и 48.

Монтаж элементов между опорами выполняется при помощи плавучих кранов соответствующей грузоподъемности. Элементы доставляют на плавсредствах.

§ 60. Плавучие, гидравлические и пневматические волноломы

Плавучий волнолом (рис. 161) представляет собой плавучую установку, смонтированную из нескольких звеньев, каждое из которых состоит из четырех плоскостей-стабилизаторов, установленных на поплавках, а также из продольных и поперечных трубчатых ферм, объединяющих конструкцию в единое целое. В надводной части каждое звено оборудовано ходовым мостиком, служащим для наблюдения за состоянием волнолома и его конструктивных элементов, а также для работы с якорно-швартовными и буксирными устройствами.

Все конструктивные детали волнолома изготовляются в заводских условиях или в ремонтно-механических мастерских по рабочим чертежам. Отдельные собранные звенья доставляют к месту строительства и краном спускают на воду. В условиях спокойной воды при помощи двух цилиндрических шарниров, расположенных на крайних поплавках, звенья соединяют в плавучую установку.

Основные технологические процессы по устройству плавучего волнолома заключаются в следующем: 1) транспортировка волнолома на объект и соединение отдельных секций друг с другом; 2) постановка волнолома на якоря; 3) обслуживание волнолома в процессе эксплуатации (наблюдение за состоянием конструкций волнолома); 4) перестановка волнолома.

Плавучий волнолом на большие расстояния можно транспортировать на понтонах КС или буксировкой (не более двух звеньев) при волнении моря не свыше двух баллов в светлое время суток.

На якоря волнолом устанавливают при помощи буксира и плавучего крана: бридели якорей вместе со швартовными бочками растягивают буксиром, а железобетонные якоря устанавливают краном.

Основное назначение плавучего волнолома — защита от волнения плавсредств, занятых на строительстве берегоукрепительных сооружений, защита головных участков намываемых морских дамб, удлинение существующих оградительных сооружений для отстоя технического флота и др.

Экспериментальный образец плавучего волнолома для гашения волн высотой до 1 *м* применен на строительстве намывной оградительной дамбы на Каспийском бассейне.

На плавучем волноломе нет специальных помещений для людей и не имеется постоянной команды, поэтому все операции по управлению лебедками и наблюдению за состоянием волнолома во время его работы производятся при волнении не более двух баллов.

В отечественной и зарубежной практике также нашли применение пневматические и гидравлические волноломы. Эти конструкции применяются для защиты технического флота при производстве строительных работ и ворот порта от проникновения волнения на портовую акваторию.

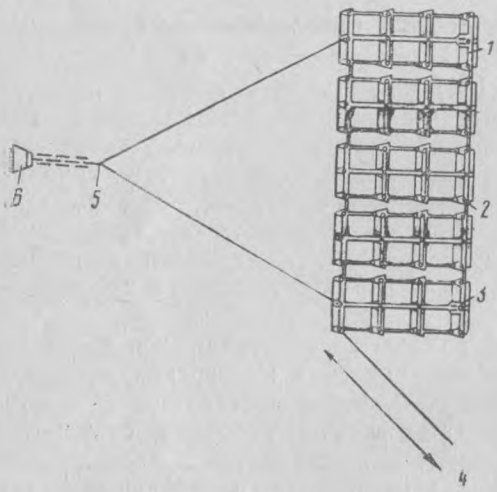


Рис. 161. Схема плавучего волнолома:
1 — звенья волнолома; 2 — шарниры; 3 — ходовой мостик с лебедкой; 4 — якорь; 5 — буй мертвого якоря; 6 — мертвый якорь

Пневматический волнолом состоит из компрессорной установки, магистрального и рабочего воздуховодов. Принцип работы волнолома состоит в том, что пузырьки сжатого воздуха, поднимаясь на поверхность из отверстий, расположенных по длине трубопровода, поглощают значительную часть волновой энергии. Поэтому давление воздуха в трубопроводе при выходе должно быть таким, чтобы преодолеть давление водяного столба, находящегося над ним. Это требует больших затрат энергии, что приводит к значительному снижению эффективности применения пневматических волноломов.

Гидравлические волноломы, гасящие волновую энергию встречными струями воды, требуют еще бóльших затрат энергии для работы, чем пневматические. Эти недостатки значительно ограничивают область применения гидравлических и пневматических волноломов.

При приемке законченных строительством оградительных сооружений предъявляется следующая техническая документация:

исполнительный план принимаемого сооружения; поперечные и продольные профили сооружения и журналы наблюдений за его осадками; данные о прочностных характеристиках материалов и конструкций, уложенных в сооружение; акты приемки работ: по разбивке сооружения, освидетельствованию котлована, постели, актов промежуточной приемки работ и пр.; данные о пустотности наброски и количестве тетраподов, положения ряда бортовых тетраподов или бортовых массивов, уложенных на берме и откосе посте-

ли, расположение массива-гиганта в плане и по высоте и пр.; журналы производства работ.

Для каждой конструкции оградительного сооружения в техническом проекте и проекте производства работ должны быть указаны также специальные требования, выполнение которых должно быть отражено в исполнительной технической документации.

Глава XV. БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 61. Сооружения пассивной защиты берегов

Берегоукрепительные сооружения предназначены для защиты грунтовых откосов водоемов от волнения, льда, оползней и других разрушительных факторов. Способ защиты берегов выбирается в зависимости от условий естественного режима в данном районе: гидрометеорологических, гидрогеологических, ледовых, направления миграции и характеристики наносов.

На морских акваториях, внутренних водных путях и водохранилищах, защищенных от волнения (высота волны 1—1,5 *м*), строятся откосные, полуоткосные и вертикальные сооружения пассивной защиты прибрежной полосы (рис. 162), воспринимающие волновые нагрузки и гасящие энергию волн своей конструкцией.

На открытых побережьях (высота волны 2 *м* и более) возводятся преимущественно сооружения активной защиты — буны, траверсы и подводные волноломы, способные задерживать наносы и образовывать пляжевую полосу для разрушения на ней прибойных волн, а также усиленные сооружения пассивной защиты (рис. 163).

Технология строительства сооружений пассивной защиты зависит от условий производства работ и конструктивных особенностей сооружений. По условиям производства работ различают технологию строительства подводных и надводных частей укреплений или всего сооружения способом насухо, с плавсредств либо комбинированным способом.

При возведении откосных сооружений пассивной защиты для крепления откоса каменно-набросным покрытием выполняются следующие процессы: устройство грунтового откоса проектного профиля в подводной и надводной частях сооружения при помощи берегового крана с грейфером (драглайном) или плавучим краном с грейфером; отсыпка обратного фильтра из мелкого камня, щебня или гравия на грунтовой откос теми же средствами механизации; ровнение поверхности фильтра; отсыпка камня краном с многочелюстным (лепестковым) грейфером; ровнение поверхности каменной отсыпки.

При защите берегов водоемов, в которых высота волны превышает 2 *м*, применяется наброска из обыкновенных массивов или фигурных блоков. Наброска их осуществляется береговым или плавучим краном необходимой грузоподъемности на большом вылете стрелы.

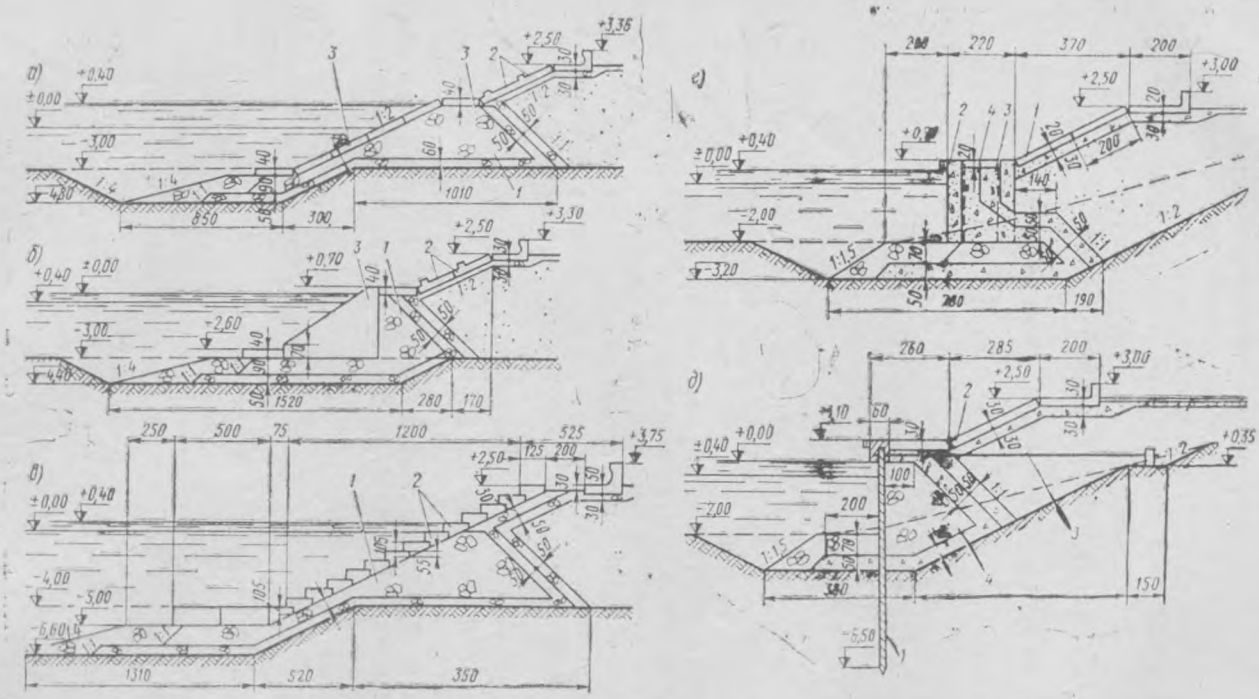


Рис. 162. Конструкции откосного полуоткосного типа для укрепления берегов:
а — укрепление откосов бетонными плитами: 1 — камень весом 30—50 *кг*; 2 — бетонные плиты с повышенной шероховатостью размером 0,3×2×2 *м*; 3 — бетонные плиты размером 0,4×2×2 *м*; б — укрепление откосов бетонными массивами: 1 — камень весом 30—50 *кг*; 2 — бетонные плиты с повышенной шероховатостью размером 0,3×2×2 *м*; 3 — бетонный массив; в — укрепление откосов фасонными бетонными блоками: 1 — камень весом 30—35 *кг*; 2 — фасонные бетонные блоки размером (0,55 — 1,05)×1,25×2,5 *м*; г — укрепление берега бетонными массивами облегченного типа: 1 — железобетонные шарниросоединенные плиты; 2 — бетонный облегченный массив размером 2×3×2,7 *м*; 3 — щебень мелкий, фракция до 10 *мм*; 4 — щебень крупный, фракция до 40 *мм*
д — укрепление берега железобетонными сваями: 1 — сплошной ряд свай; 2 — бетонные плиты размером 0,3×1×2 *м*; 3 — анкерная тяга диаметром 34 *мм*; 4 — камень весом 15—30 *кг*

При устройстве покрытия откоса из сборных бетонных слабоармированных плит выполняются: отсыпка придонного слоя обратного фильтра и ровнение его; отсыпка поверх фильтра каменной призмы и ровнение ее; установка упорных массивов или плит в нижней части откоса; отсыпка двойного фильтра за каменной призмой с ровнением поверхности каждого слоя; отсыпка грунта для образования надводного откоса; отсыпка однослойного фильтра на надводный грунтовой откос; укладка плит на откосную часть сооружения в направлении снизу вверх; заделка стыков между плитами в надводной части битумом или цементным раствором.

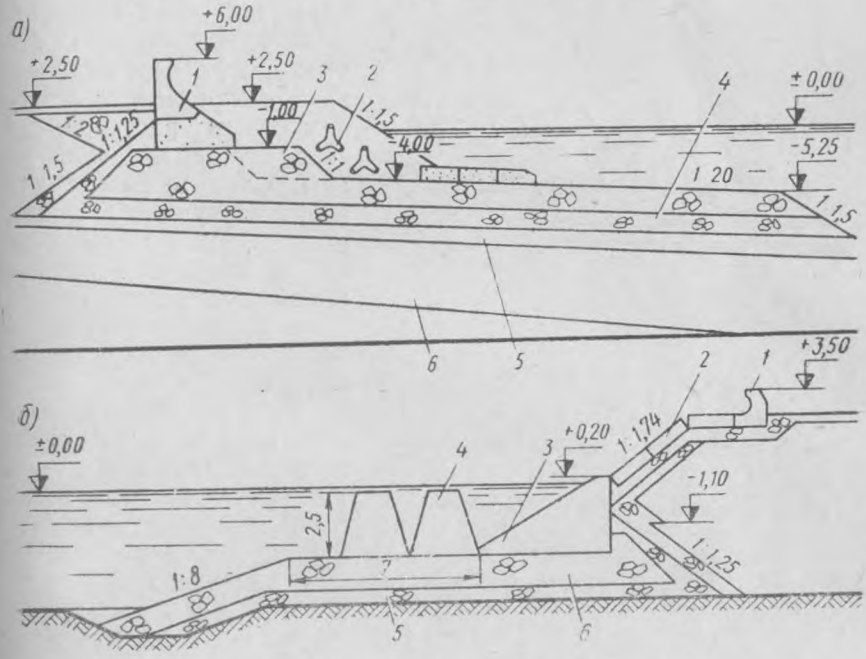


Рис. 163. Усиленные берегоукрепительные устройства:
а — для очистных сооружений: 1 — монолитная волноотбойная стенка; 2 — наброска из тетрапода весом 13 *т*; 3 — камень весом 400—500 *кг*; 4 — щебень; 5 — песок мелкозернистый; 6 — супесь разной плотности; б — для складских сооружений: 1 — монолитная волноотбойная стенка; 2 — бетонные плиты весом 5,3 *т*; 3 — бетонный массив 73,4 *т*; 4 — бетонные пирамиды весом 9 *т*; 5 — щебень; 6 — камень весом 60—100 *кг*;

В работе по возведению крепления из сборных плит участвуют: береговой или плавучий кран, оснащенный двухчелюстным или многочелюстным грейфером, бульдозер для планировки тыловой территории, водолазная станция и бригада (звено) рабочих в составе 4—6 человек. Работа по строительству берегоукрепления проводится, как правило, поточным методом.

Покрытие откоса гибким железобетонным тюфяком в значительной степени упрощает производство работ, так как в этом случае не требуется устройство обратного фильтра. Покрытие уклады-

вают большими блоками, собранными из отдельных плит размером 0,7×0,7 *м*. Тюфяк на грубо спланированный откос (допуск ±10 *см*) укладывают при помощи плавучего агрегата (рис. 164), имеющего спусковой стапель, и крана для подъема блоков вакуум-захватом, либо мощного берегового или плавучего крана.

Перед укладкой тюфяка производятся следующие работы: подготовка блоков (карт); устройство упора в подошве откоса; погружение анкерных свай (если они предусмотрены проектом).

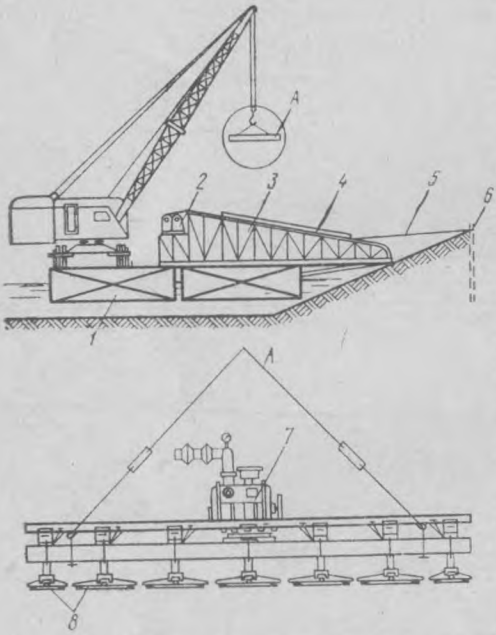


Рис. 164. Схема плавучего агрегата для укладки железобетонных тюфяков:

1 — понтон; 2 — спусковые лебедки; 3 — стапель; 4 — гибкий тюфяк; 5 — трос; 6 — свая; 7 — вакуум-насос ВВН-3; 8 — вакуум-присосы

При подготовке блоков плиты собирают в укрупненный блок, сваривают закладные детали; омоноличивают стыки между плитами цементным раствором или заделывают их гидрорерином. Если в работе участвует плавучий агрегат, то монтаж блоков выполняется на монтажно-стапельной площадке, размещенной на нем. Размеры блока определяются размерами площадки.

Укладка тюфяка на откос производится следующим образом. Блок тюфяка анкеруется тросами за сваи, расположенные на откосе. Затем, по мере перемещения плавучего агрегата от берега, блок опускают со стапеля. Стыки между блоками перекрывают внахлестку на ширину 1,5—2 *м*. Если на кране нет плавучего стапеля, то блоки малого размера подготавливают на понтоне или на берегу и укладывают на откос при помощи специальной траверсы с большим количеством строповых подвесок.

При креплении подводной части откоса гибким асфальтобетонным армированным тюфяком толщиной 5 *см* (рис. 165), его укладывают непосредственно на грунт отдельными лентами шириной 7 *м* с перекрытием швов внахлестку на ширину 2 *м*. После этого тюфяк пригружают в придонной части камнем. Укладку выполняют плавучим краном, к крюку которого на траверсе подвешивается барабан с намотанным на него тюфяком. Барабан раскрепляется тросами двух береговых лебедок. По мере раскатки тюфяка по откосу тросы протравливают.

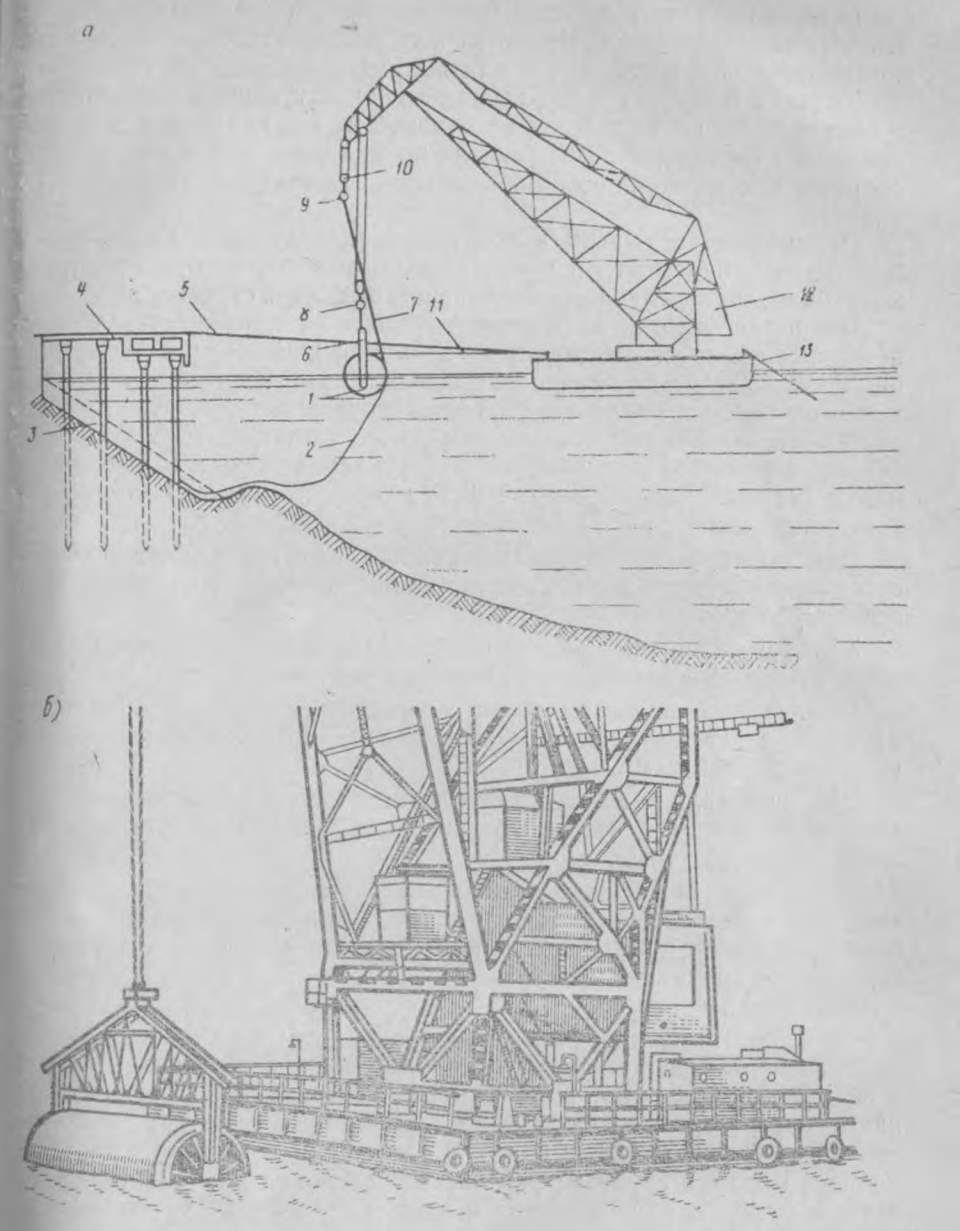


Рис. 165. Крепление подводной части откосов асфальтобетонными тюфяками:
а — схема: 1 — барабан с асфальтобетонным тюфяком; 2 — асфальтобетонный тюфяк; 3 — каменная отсыпка; 4 — строящийся причал; 5 — продольные тросы; 6 — траверса барабана; 7 — тормозной трос; 8 — гак крана грузоподъемностью 100 *тс*; 9 — траверса тормозного троса; 10 — гак крана грузоподъемностью 25 *т*; 11 — трос для удержания барабана; 12 — плавучий кран грузоподъемностью 100 *тс*; 13 — кормовые якоря; б — общий вид

Береговое укрепление ступенчатого типа из сборных бетонных слабоармированных элементов строят на акваториях, где высота аналогична описанной выше для покрытия из сборных плит.

Укладка бетонных фигурных массивов (ступеней) выполняется в направлении снизу вверх с перевязкой их по вертикали и в продольном направлении. Все работы по укладке массивов, плит и сборных блоков волноотбойной стенки выполняются береговым краном.

Преимущества такой конструкции укрепления: повышенные грунтонепроницаемость и волногасящий эффект, которые достигаются благодаря замковому соединению в форме ступеней.

Покрытие откосов из монолитного бетона применяется только при работе насухо. Это покрытие получило широкое распространение на строительстве каналов и речных гидротехнических сооружений в осушенных котлованах. Последовательность работ: уплотнение грунта на откосе; отсыпка обратного фильтра из щебня или гравия и ровнение поверхности его; укладка бетона в отдельные плиты (карты); заделка швов между плитами битумом или цементным раствором.

Для производства земляных работ используются экскаваторы со сменным оборудованием, бульдозеры, грейдеры, откосообразователи, катки и др.

Укладка бетонной смеси выполняется с помощью крана, бадей, вибролотков или специальных бетоноукладчиков.

Монолитные покрытия могут устраиваться и без обратного фильтра, с перекрытием стыков сборными железобетонными элементами-вкладышами.

При строительстве берегоукреплений способом насухо наиболее целесообразно применять покрытия из сборных плит или гибкого железобетонного тюфяка.

Технология возведения берегового укрепления полуоткосного типа незначительно отличается от технологии устройства покрытия из сборных железобетонных плит с упорным массивом и дополнительных пояснений не требует.

При строительстве берегового укрепления полуоткосного типа с включением в конструкцию заанкерованного ряда свай проводят водолазное обследование дна и дноуглубление. Работы начинаются с погружения свай или шпунта и монтажа анкерного устройства, как при строительстве больверка. Затем производятся: отсыпка контрфильтра из щебня и камня с ровнением их поверхностей; заполнение пазухи грунтом; устройство оголовка из монолитного бетона; укладка контрфильтра и плит в надводной части сооружения. Работы выполняются с помощью берегового или плавучего крана.

Технология строительства береговых укреплений вертикального типа из массивовой кладки в виде тонких стенок из свай или подпорных стенок подобна технологии строительства мелководных причальных сооружений разных типов.

§ 62. Сооружения активной защиты берегов

Сооружения активной защиты берегов — буны, траверсы и подводные волноломы — служат для сохранения существующей полосы пляжевых накоплений от размыва, наращивания пляжевой полосы за счет естественного поступления наносов в межбунное пространство и удержания искусственно созданного пляжа.

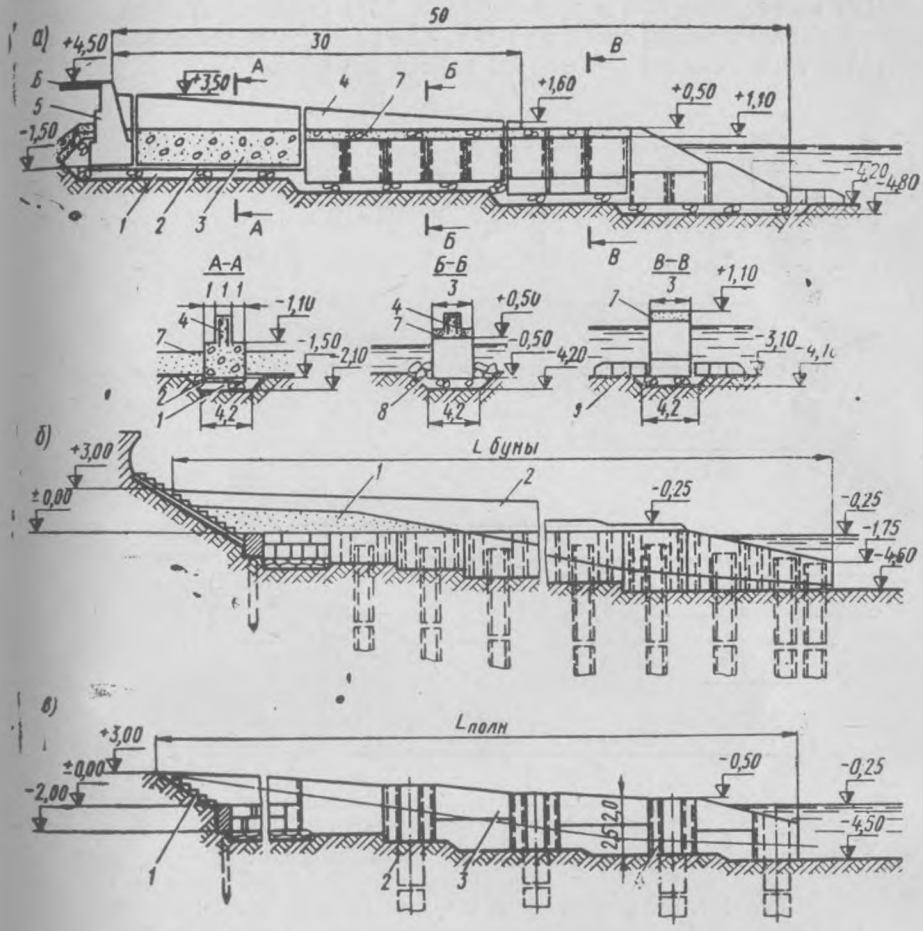


Рис. 166. Продольный разрез бун:

а — массивовой кладки: 1 — каменная постель; 2 — выравнивающий слой щебня; 3 — корневая часть буны из монолитного бетона; 4 — монолитный бетонный грабень; 5 — подпорная стенка; 6 — асфальтобетонное покрытие набережной; 7 — бетон омоноличивания массивов; 8 — каменная отсыпка для прикрытия бермы; 9 — берменные плиты из сборного железобетона; б — из призматических блоков на колоннах-оболочках диаметром 1,6 *м*: 1 — пляж; 2 — монолитная часть буны; в — тонкостенных с промежуточными опорами на колоннах-оболочках диаметром 1,6 *м*: 1 — откосная стена; 2 — колонна-оболочка; 3 — плиты экрана

Конструкции бун приведены на рис. 166; в зависимости от очертаний прибрежной полосы они возводятся на расстоянии 50—100 *м*

друг от друга. Подводные волноломы располагаются параллельно берегу на расстоянии 50—100 *м* от него. Траверсы примыкают к подводному волнолому и устраиваются перпендикулярно берегу на расстоянии до 250 *м* одна от другой.

Комплекс указанных сооружений широко применяется для защиты побережья в районах Одессы, Крыма и Закавказья.

Для возведения бун и траверс (рис. 167) применяются обыкновенные массивы весом от 40 до 100 *т*, для подводных волноломов — массивы трапецеидальной формы такого же веса.

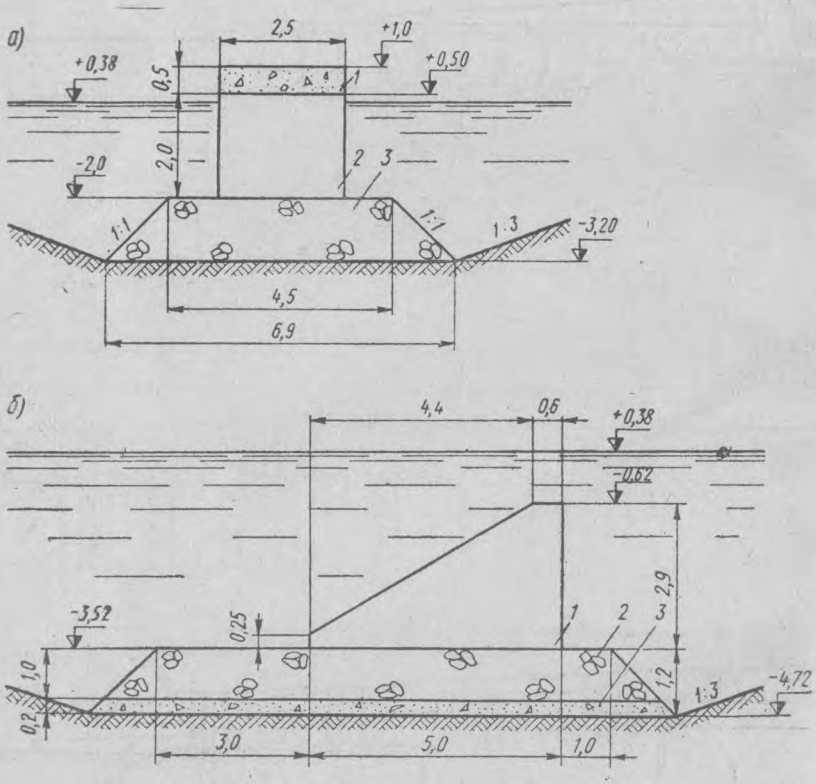


Рис. 167. Виды сооружений активной защиты берегов:
а — траверса: 1 — монолитный железобетонный гребень; 2 — массив; 3 — каменная постель; б — волнолом: 1 — трапецеидальный массив; 2 — каменная постель; 3 — обратный щебеночный фильтр

Буна состоит из 9—12 массивов, установленных на каменную постель. Строительство бун осуществляется двумя параллельными потоками. Корневая часть бун возводится из монолитного бетона пионерным способом с берега с использованием кранов грузоподъемностью 20—25 *тс*, головная часть строится с помощью плавучего крана. Надстройка бун выполняется из монолитного бетона или в виде монолитного железобетонного гребня. Иногда корневая часть

бун строится из пустотелых массивов, заполняемых камнем или щебнем или камненабросного типа.

Подводные волноломы возводятся с помощью плавучего крана. Массивы после укладки на каменную постель связывают замковыми шпоночными соединениями, придающими сооружению устойчивость при больших волновых нагрузках.

Технология производства работ по устройству каменной постели и установке массивов при строительстве бун, подводных волноломов и траверс аналогична технологии возведения причалов из правильной массивовой кладки. Рассмотрим некоторые технологические особенности строительства.

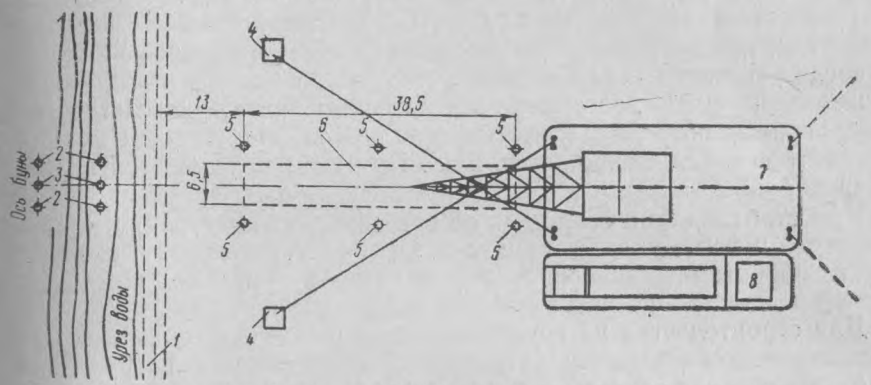


Рис. 168. Схема установки плавучего крана для разработки котлована под буну:

1 — контур подпорной стенки; 2 — створные знаки; 3 — разбивочные знаки; 4 — швартовные массивы; 5 — разбивочные буйки; 6 — контур котлована; 7 — плавучий кран; 8 — самоходная баржа

До начала разработки котлована в корневой части буны отсыпают площадку из камня (щебня), устраивается подъезд для механизмов и автотранспорта. Котлован разрабатывается краном-экскаватором, оборудованным драгляйном. Грунт поступает в отвал и затем бульдозером перемещается вдоль буны для образования новой площадки, необходимой при подаче бетонной смеси в опалубку надстройки.

Котлован под головную часть буны разрабатывается плавкраном с грейфером. Схема установки плавкрана показана на рис. 168.

В постель корневой части буны камень отсыпают краном-экскаватором, оборудованным многочелюстным грейфером, либо с помощью поддонов («парашютов»); в постель головной части—плавучим краном с грейфером. Для корневой части камень доставляется на автосамосвалах, для головной — на баржах или понтонах.

Поверхность каменной постели на всех ступенях весьма тщательно выравнивают водолазы, при этом невыровненной остается часть постели в местах изменения отметок верха ее.

При укладке массивов плавкран должен быть жестко раскреплен тросами за швартовные массивы и на якорях. Укладка масси-

вов на подготовленное основание начинается с нижней ступени постели. Положение первого массива в голове буны проверяется по четырем углам с помощью геодезического инструмента.

После укладки всех массивов на участок постели с пониженной отметкой верха производится засыпка пазухи камнем (между торцом крайнего массива, обращенного к берегу, и откосом участка постели с более высокой отметкой) и ровнение этой части постели. Для этого используют камень из заранее созданного подводного резерва на постели. Укладка берменных массивов выполняется также плавкраном.

При возведении корневого участка буны из монолитного бетона фронт работ разделяется на две захватки. На первой (береговой) работы по укладке монолитного бетона выполняются независимо от состояния работ в головной части буны, на второй — только после установки всех массивов.

Бетонную смесь доставляют на автосамосвалах, укладывают в блок, огражденный металлической опалубкой, при помощи крана-экскаватора с бадьей емкостью 2 $м^3$. При этом применяется метод «островка».

При стабилизации осадки массивов возводят надстройку из монолитного бетона, укладываемого в деревянную опалубку, собранную из инвентарных щитов. В местах изменения отметок каменной постели в надстройке устраиваются осадочные швы.

Для строительства на грунтовых основаниях, сложенных из несвязных, легкоразмываемых грунтов, допускающих погружение свай, применяются буны из бетонных призматических и фигурных массивов, закрепленных оболочками (см. рис. 166,*б* и *в*).

Буна из призматических (обыкновенных) массивов (см. рис. 166,*б*) возводится без устройства каменной постели. Технология производства работ: на спланированное по отметкам основание по осям при помощи плавкрана устанавливают массив. В центральное отверстие также при помощи крана устанавливают железобетонную оболочку диаметром 1,6 *м*, погружаемую вибропогружателем до проектной отметки, фиксируя (закрепляя) массив на грунте.

Аналогично производится монтаж остальных массивов буны. Корневая часть возводится из монолитного бетона береговыми механизмами.

Конструкция буны из отдельных фигурных массивов отличается от описанной тем, что массивы устанавливаются на некотором расстоянии друг от друга. Пространство между массивами заполняется плоскими плитами.

Технология их возведения следующая. Через отверстия в массивах погружают колонны-оболочки диаметром 1,6 *м*. В пазы смежных массивов заводят железобетонные плоские плиты, которые устанавливают в два яруса по высоте. Работы в головной части буны по установке массивов, погружению колонн-оболочек в грунт с помощью вибропогружателя и по установке плит выполняет плавкран. Сборные элементы к месту строительства доставляются на плавсредствах. Строительство бун с использованием колонн-оболо-

чек, сборных пустотелых и тонкостенных элементов позволяет снизить стоимость работ и сократить сроки строительства. В этих случаях по сравнению со строительством бун полного профиля из массивов отпадает необходимость в устройстве каменных постелей и уменьшается расход материалов. Технология строительства волноломов из бетонных массивов аналогична технологии возведения бун.

§ 63. Требования к производству и приемке работ

При производстве работ по изготовлению и монтажу конструкций берегоукрепительных сооружений следует руководствоваться «Техническими условиями производства и приемки работ по возведению морских и речных портовых сооружений».

Приемка работ осуществляется в период строительства и при сдаче в эксплуатацию. При сдаче работ предъявляется следующая документация: акты геодезической разбивки основных осей сооружения; акты приемки скрытых работ, в том числе освидетельствования котлована, опалубки и установленной арматуры; исполнительные чертежи сооружения с нанесенными на них изменениями, допущенными в период строительства, и согласования их с заказчиком и проектной организацией; журнал производства работ, в том числе бетонных и железобетонных, выполняемых на месте строительства; лабораторные анализы материалов обратного фильтра на загрязненность и гранулометрический состав.

При сдаче в эксплуатацию сооружения осматривают визуально и проводят контрольные замеры. При необходимости проводят водолазное обследование подводных участков. При наличии на строительстве подводной телевизионной установки, она также применяется при контрольном обследовании.

Производство строительно-монтажных работ должно производиться в соответствии с действующими правилами техники безопасности и охраны труда.

Прежде всего следует заблаговременно, до начала работ обеспечить безопасные условия работы и стоянки судов технического флота на открытых акваториях путем установки швартовных бочек, а на берегу — швартовных тумб. Обеспечение безопасности производства работ возлагается на производителя работ.

Плавучие краны при производстве работ должны закрепляться не менее чем двумя становыми якорями и двумя тросами, заведенными за швартовные устройства. Буксирный трос в период работы плавкрана отдавать с крана запрещается.

Сухопутные краны и краны-экскаваторы должны устанавливаться от бровки укрепляемого откоса или котлована на таком расстоянии, при котором не могут возникнуть деформации.

Крутые спуски (более 20°) должны быть оборудованы стремянками или лестницами с перилами.

Сброс камней вниз по откосу без применения лотков, обеспечивающих невозможность вылета камней из них, запрещается; мате-

риалы, складируемые на участке работ, необходимо располагать таким образом, чтобы не возникли деформации основания под штабелями. Во всех случаях расстояние от бровки откоса до штабеля должно быть не менее 1 *м*.

Глава XVI. ПЕРЕМЫЧКИ

§ 64. Земляные и ряжевые перемычки

Перемычки — это временные сооружения, отделяющие строительство постоянных сооружений от водного пространства для возможности производства работ в котловане насухо (рис. 169). Кроме того, перемычки ограждают котлованы сооружений от затопления водой (на реках, водохранилищах и в приливных морских бассейнах) в период строительства.

Размеры перемычки и ее расположение определяются в зависимости от необходимых габаритов котлована для возведения в нем сооружения (или группы объектов). Между перемычкой и сооружением назначается запас площади, необходимой прежде всего для обеспечения устойчивости грунтового основания перемычки при углублении котлована ниже ее подошвы, а также для расположения в котловане средств водоотлива, временных зданий и сооружений, в том числе дорог и площадок складирования материалов, изделий и т. п.

Расположение перемычки в плане определяется из условий наименьшего стеснения акватории и наибольшей защиты ее от воздействия льда и волнения.

Конструкция перемычки должна выдержать расчетный напор воды, механическое воздействие льда, а также противостоять размыву и волнению. Большей частью перемычки состоят из прямолинейных участков в плане.

Поперечный профиль перемычки назначается с учетом обеспечения ее устойчивости и такой водонепроницаемости, чтобы мощность водоотливных средств не была слишком большой и не удорожала строительство. При возведении земляных перемычек, кроме того, должны быть обеспечены такие скорости фильтрации, которые не приведут к вымыванию частиц грунта из тела перемычки и ее грунтового основания.

Отметка и ширина верха (гребня) перемычки определяется в зависимости от условий гидрологического режима в районе строительства и принятых организации и технологии производства работ в котловане. Если перемычка необходима на весь срок строительства, то отметка гребня должна превышать максимальную отметку рабочего горизонта с запасом на высоту расчетной волны. (Максимальная отметка рабочего горизонта принимается с обеспеченностью 5%, а запас на волнение в защищенных акваториях — в пределах 0,5—0,7 *м*). Когда по гребню перемычки предполагается устраивать дорогу для перемещения механизмов и движения авто-

мобилей, ее ширина по верху назначается из условия одно- или двустороннего движения средств механизации и транспорта.

В зависимости от условий естественного режима, геологического строения основания, условий размещения строительной площадки

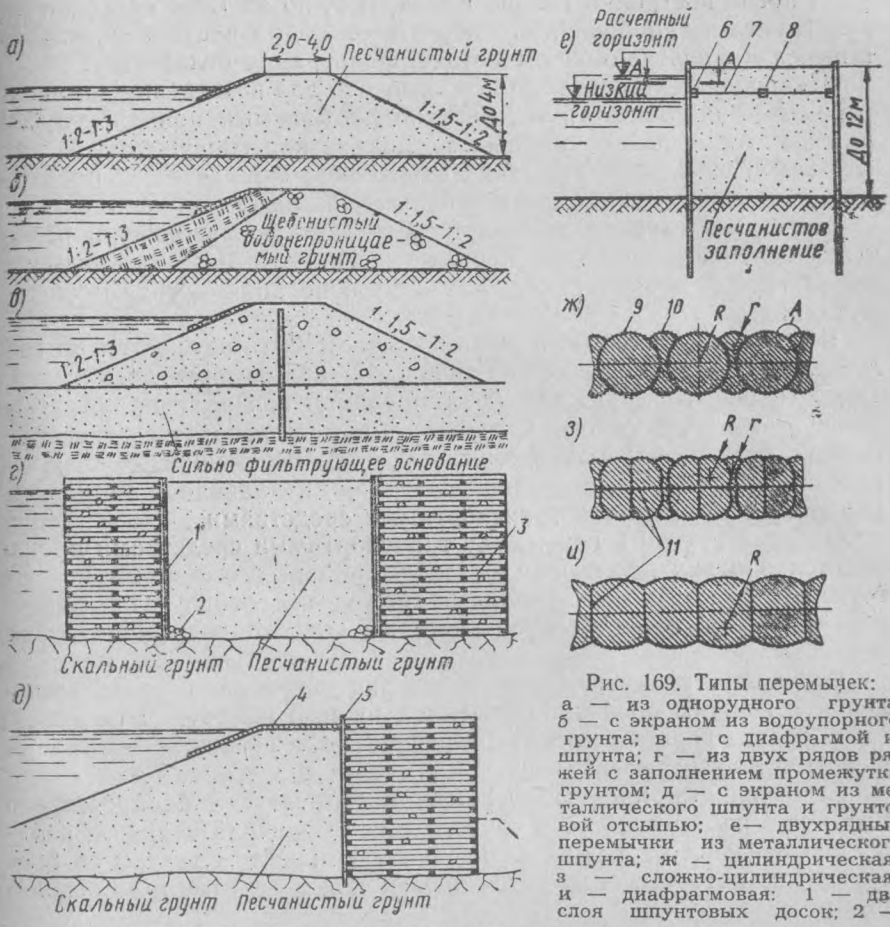


Рис. 169. Типы перемычек: а — из однорядного грунта; б — с экраном из водоупорного грунта; в — с диафрагмой из шпунта; г — из двух рядов ряжей с заполнением промежутка грунтом; д — с экраном из металлического шпунта и грунтовой отсыпью; е — двухрядные перемычки из металлического шпунта; ж — цилиндрическая; з — сложно-цилиндрическая; и — диафрагмовая: 1 — два слоя шпунтовых досок; 2 — мешки с глиной; 3 — заполнение камнем; 4 — крепление откоса и бермы; 5 — металлический плоский шпунт; 6 — связные балки; 7 — анкерные тяги; 8 — талреп; 9 — цилиндрическая ячейка; 10 — козырек; 11 — диафрагмы

и других факторов в портостроении применяются, главным образом, земляные, ряжевые, двухрядные шпунтовые и ячеистые перемычки.

Земляные перемычки (см. рис. 169, *а*, *б*, *в*) могут строиться на любых основаниях и из любых грунтов, за исключением грунтов, размокающих и расплывающихся в воде — илов и т. п. Лучше всего использовать песчаные грунты с примесью гальки, которые при отсыпке или намыве в воду обеспечивают устойчивые откосы и доста-

точную водонепроницаемость перемычки. Ширина земляной перемычки по гребню должна быть не менее 2 *м*.

Земляные перемычки возводятся из однородного грунта, с экраном из водоупорного грунта и с внутренней диафрагмой из шпунта. Перемычки из однородного крупнозернистого песка в первый период после постройки сильно фильтруют, но по мере самоуплотнения грунта и заполнения его пор взвешенными частицами, находящимися в фильтрационном потоке, фильтрация ослабевает.

Наиболее целесообразно использовать для возведения земляных перемычек песчаный грунт, попутно добываемый при дноуглублении акватории или разработке котлована под сооружение. В этих случаях стоимость перемычки значительно снижается, а после ее разборки грунт можно вновь использовать на строительстве.

Перед возведением проводят геодезическую разбивку и подготовку основания земляных перемычек. Илистые и другие размокающие грунты необходимо удалить из основания методами дноуглубления.

Возведение земляных перемычек может быть осуществлено следующими способами: рефулированием крупнозернистого грунта (мелкозернистый грунт при рефулировании под воду не обеспечивает устойчивость откосов); любым видом транспорта с берега; отсыпкой нижней подводной части профиля перемычки до отметки 3—4,5 *м* шаландами, а верхней подводной и надводной — рефулированием или отсыпкой транспортными средствами.

Отсыпка грунта в перемычку транспортными средствами производится в отвал пионерным способом. Если отсыпаемый в воду грунт образует откосы с уклонами меньше проектных, то выполняется их уполаживание струей напорной воды от гидромониторной установки.

Водонепроницаемый грунтовой экран устраивают после возведения основного профиля перемычки на всю высоту. В нижнюю часть экрана грунт отсыпают с плавсредств, а верхнюю — с гребня перемычки автосамосвалами.

Строительный профиль перемычки отличается от проектного тем, что в нем учитывается грунт, компенсирующий осадку. Размеры строительного профиля назначаются в проекте с учетом свойств грунта, из которого возводится перемычка, и грунтов в ее основании.

В процессе возведения земляной перемычки нужно вести тщательный геодезический контроль за соблюдением заданных проектом размеров и уклонов откосов.

Большое внимание должно быть обращено на сопряжение перемычек с берегом. В местах сопряжения необходимо устраивать водонепроницаемую одежду откосов, ограждать участки сопряжений шпунтом и т. п.

Перемычки из ряжей возводятся, как правило, на скальных или валунных грунтах. Применяются сквозные ряжи из брусьев.

Ширина ряжей назначается от 0,6 до 1,2 высоты напора воды на перемычку.

Отсеки (банки) ряжа заполняются камнем, но для создания водонепроницаемости устраивается грунтовое ядро.

Ряжевые перемычки могут быть однорядными и двухрядными.

Однорядные ряжевые перемычки строятся с отсыпью грунта с напорной стороны. Вплотную к лицевым граням ряжей примыкает плоский металлический шпунт, погруженный на небольшую глубину. Верх шпунта анкеруется за ряж. Откос и берму грунтовой отсыпи перед ряжами укрепляют каменной наброской на всю высоту откоса. Иногда для увеличения устойчивости однорядной ряжевой перемычки с тыловой стороны ряжей (со стороны котлована) отсыпают призму из камня (на рис. 169,*д* показана пунктиром).

§ 65. Шпунтовые и ячеистые перемычки

Шпунтовые перемычки (см. рис. 169,*е*) состоят из двух шпунтовых стенок, связанных между собой анкерами, пространство между которыми заполнено грунтом.

Двухрядные шпунтовые перемычки применяются при возможности погружения шпунтовых свай в грунт, а также для удлинения пути фильтрации воды, если в основании залегают сильно фильтрующие грунты. Однако строительство подобных перемычек на слабых грунтах, как правило, экономически не оправдывается.

При возведении двухрядных перемычек применяются деревянный (для напора до 7 *м*) или металлический (для напора до 12 *м*) шпунт. Применение деревянного шпунта целесообразно лишь в районах с дешевой древесиной и в незараженных древоточцами акваториях.

В строительстве перемычек из металлического шпунта используется шпунт корытного или зетового профиля, хорошо сопротивляющийся изгибу от распора грунта.

Для заполнения межрядного пространства применяются песчаные грунты.

Габариты двухрядной перемычки, глубина погружения шпунта, сечения шпунта и анкерных тяг назначаются на основании расчетов на фильтрацию, устойчивость и прочность.

Технология возведения двухрядных перемычек из шпунтовых свай аналогична описанной для больверков (см. гл. XII). Здесь отметим лишь, что перед заполнением перемычек грунтом необходимо равномерно натягивать анкерные тяги с помощью натяжных муфт (талрепов).

Ячеистые перемычки (см. рис. 169,*ж*) могут иметь в плане цилиндрическое, сложно-цилиндрическое или сегментное очертание. Эти перемычки применяются при большой глубине воды и в случаях, когда требуется обеспечить устойчивость перемычки в условиях глубокого подмыва.

Для возведения ячеистых перемычек используется плоский металлический шпунт типа ШП, замки которого допускают взаимный

поворот штунтин в пределах 10°. Внутренние полости перемычки (ячейки) заполняются несвязным грунтом.

Погружение шпунта в ячеистые перемычки производится по шаблонам, закрепленным над водой на специально забитых сваях (рис. 170).

Цилиндрические ячейки заполняют грунтом, главным образом, способом рефулирования.

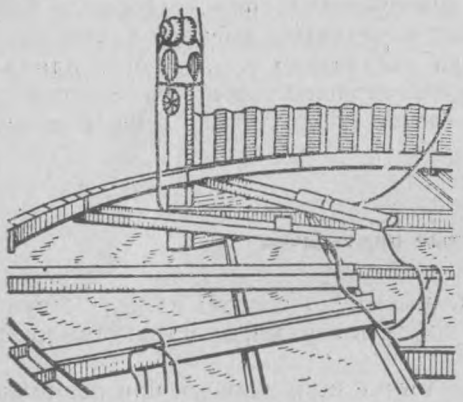


Рис. 170. Шаблон для погружения шпунта в ячеистые перемычки

Сегментные ячеистые перемычки с плоскими диафрагмами, во избежание недопустимых прогибов в разделительных диафрагмах, необходимо заполнять грунтом равномерными слоями по всей длине перемычки.

По окончании строительства перемычки полностью разбирают. Иногда, например при строительстве сухого дока, часть ограждающей перемычки используется в конструкции стен дока. Имеются примеры строительства волноломов из ячеистых конструкций с заполнением полости ячеек камнем.

§ 66. Организация водоотлива и водопонижения

При производстве гидротехнических работ за перемычками, а также в случаях устройства котлованов ниже водоносных грунтов применяются водоотливные устройства. Это объясняется тем, что котлован строительства отделяется от водного пространства фильтрующей перемычкой и его основание обычно ниже бытового уровня грунтовых вод. В процессе строительства приходится последовательно организовывать водоотлив для удаления как замкнутого в отгороженном перемычкой котловане объема воды, так и воды, фильтрующей в котлован при понижении уровня в нем. Фильтрация происходит через перемычку, боковые откосы, прилегающие к котловану, и откосы самого котлована. Поступление воды может быть и через подошву котлована, если она обладает фильтрационными свойствами и связана с водоносными горизонтами.

Затопление котлована, даже кратковременное, из-за недостаточности водоотливных средств совершенно недопустимо, так как ведет к расстройству уплотнений в перемычке, заилению котлована, сползанию его откосов, порче дорог, подъездных путей, механизмов и т. п.

В зависимости от принятой технологии и очередности производства работ водоотлив предназначается для: осушения котлована;

перехвата фильтрационных вод на пути в осушенный котлован; удаления фильтрационных вод при разработке котлована в водоносных грунтах.

При строительстве используются два способа водоотлива: поверхностный (или открытый) и грунтовой (или глубинный).

Поверхностный водоотлив заключается в том, что откачка воды из котлована сразу же после окончания строительства перемычки производится забором воды насосами непосредственно из котлована, при небольшой разности уровней в котловане и акватории.

Грунтовой водоотлив заключается в откачке воды из котлована, с забором воды из грунта через скважины, при одновременном понижении уровня грунтовых вод на территории, окружающей котлован.

Основным водоотливным средством являются центробежные насосы. В первые дни после начала водоотлива откачка производится с таким расчетом, чтобы уровень воды в котловане уменьшался не более чем на 0,5—0,7 *м/сутки*. При этом следует вести непрерывное визуальное наблюдение по рейкам за состоянием перемычки и откосов котлована. Форсированное осушение котлована, огражденного земляной перемычкой или имеющего откосы, сложенные из несвязных грунтов, может привести к прососам через перемычку и оплыванию откосов. Это объясняется тем, что по мере откачки воды из котлована площадь его водного зеркала уменьшается, но одновременно увеличивается разность уровней в котловане и акватории, а также высота напора воды. Увеличение напора приводит к усилению фильтрации сквозь перемычку, через откосы и дно котлована.

После того как по результатам наблюдений будет установлено, что земляная перемычка самоуплотнилась и откосы котлована не разрушаются при водоотливе, переходят к более быстрой откачке воды из котлована, обеспечивающей понижение уровня в пределах 1—1,5 *м/сутки*. Время работы насосов и отметки уровней фиксируются в специальном журнале водоотлива.

При первоначальном водоотливе из котлована помимо дежурного технического персонала в полной готовности находится дежурная бригада рабочих. На случай аварийного ремонта вблизи перемычки нужно организовать запас ремонтных материалов.

Суммарная производительность водоотливных средств для начального поверхностного водоотлива определяется по формуле

$$P = \frac{W}{t} + q, \tag{87}$$

где P — потребная производительность водоотливных средств (без учета резервных насосов), $м^3/ч$;

W — объем воды в котловане, $м^3$;

t — продолжительность откачки воды, $ч$;

q — приток фильтрационной воды, $м^3/ч$.

В свою очередь

$$q = q_1 + q_2 + q_3, \tag{88}$$

где q_1, q_2 и q_3 — приток воды соответственно через перемычку, откосы и днище котлована.

В общем случае для земляной перемычки, сложенной из однородного грунта,

$$q = kL\frac{H^2 - h}{2R}, \tag{89}$$

где k — коэффициент фильтрации (для гравия крупностью 4—7 *мм* 0,005—0,01; для песка с гравием 0,002—0,005; для мелкозернистого песка 0,001—0,002), *м/сек*;

L — длина перемычки (по гребню), *м*;

H — напор воды, *м*;

h — глубина воды в котловане, *м*;

R — радиус влияния водопонижающей скважины, *м*.

Радиус влияния определяем по формуле

$$R = 575S\overline{H}k, \tag{90}$$

где S — высота пониженного уровня воды в котловане, *м*.

Для предварительных расчетов можно использовать следующие ориентировочные данные об удельном притоке воды в котлован:

при двухрядной шпунтовой перемычке с заполнением из мелкозернистого песка на 1 $м^2$ поверхности перемычки удельный приток воды равен 0,005 $м^3/ч$;

при ячеистой перемычке на 1 $м^2$ ее поверхности приходится удельный приток воды, равный 0,02—0,025 $м^3/ч$;

на 1 $м^2$ площади дна котлована и 1 *м* напора удельный приток воды ($м^3/ч$) равен при:

мелкозернистом песке	0,16
среднезернистом »	0,24
крупнозернистом »	0,30
крупнозернистом » с гравием	0,35
известняке трещиноватом	0,05—0,1

Стационарные и плавучие насосные установки (рис. 171) располагают в котлованах малой площади по возможности ближе к самому глубокому месту; в больших котлованах — устанавливают с каждой стороны котлована и откачивают воду из водозаборных колодцев (зумпфов). В колодцы вода поступает из водосборных канав, устроенных по периметру котлована. Каждый водоотливный насос имеет всасывающую и выкидную трубы (гибкие прорезиненные шланги диаметром 6—8 дюймов, стальные — 10 дюймов и более). На конце всасывающей трубы устраивается всас с обратным клапаном и защитной сеткой против засорения.

Выкидные трубы водоотливных насосов присоединяются к сборному коллектору, из которого вода поступает непосредственно в акваторию или в водоотводный канал, соединенный с акваторией.

Полный объем водозаборного колодца назначается с учетом обеспечения 3—5 *мин* непрерывной работы насоса. Если необходи-

мо постепенное углубление водозабора, то у водоотливной установки устраивают два колодца с днищами на разных отметках.

Число насосов для водоотлива подбирается на основании результатов пробной откачки.

Сечение и уклон водосборных канав выбираются в зависимости от площади котлована, интенсивности фильтрации, расположения, количества и объемов водосборных колодцев. Водосборные канавы устраиваются трапецеидального сечения с шириной по дну не менее 0,3 *м*, глубиной 1 *м*, с уклоном 0,001—0,005 для канав, располо-

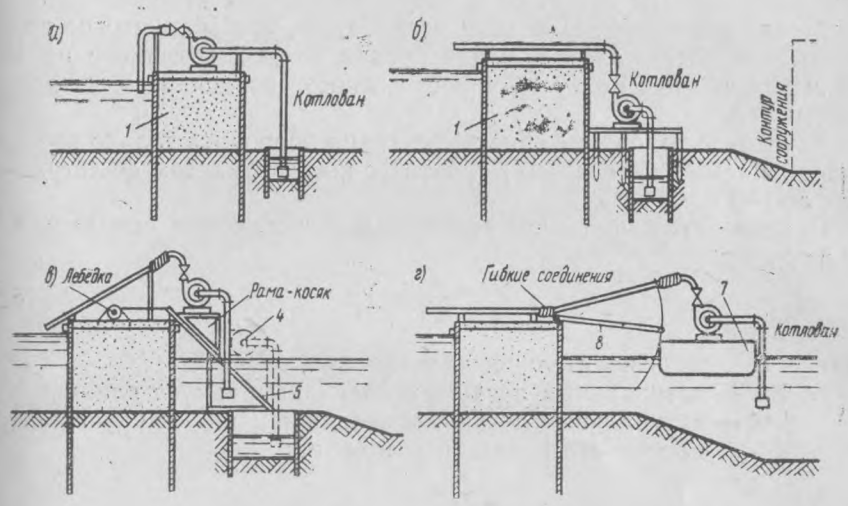


Рис. 171. Стационарные и плавучие насосные установки:

а — на перемычке; б — с переносом насоса в котлован; в — на опускающейся раме-косяке; г — на понтоне: 1 — перемычка; 4 — опущенный насос; 5 — направляющие балки; 7 — понтон, 8 — рама на шарнирах

женных по периметру котлована, и 0,0005—0,001 для канав, расположенных внутри площади котлована. По мере углубления котлована водосборная сеть перемещается на более низкие отметки.

Грунтовое водопонижение — грунтовой водоотлив — применяется при значительном притоке грунтовых вод, при оплывающих несвязных грунтах откосов котлована и при необходимости понижения высокого уровня грунтовых вод. Для грунтового водоотлива по периметру котлована, а иногда и внутри него, устраивается серия водозаборных скважин, заглубленных в грунт до отметки несколько большей, чем требуется для осушения котлована. Разница в отметках должна быть не менее 0,5 *м*, т. е. понижение уровня фильтрационных вод назначается не менее чем 0,5 *м* ниже самой низкой отметки осушаемого котлована.

Понижение уровня фильтрационных вод происходит по сферической поверхности во все стороны от скважины. Радиус влияния

водопонижающей скважины зависит в основном от коэффициента фильтрации грунта и определяется формулой

$$R = 575 S_1 \sqrt{Hk}, \tag{91}$$

где S_1 — глубина водопонижения, *м*;
H — мощность водоносного слоя, *м*;
k — коэффициент фильтрации, *м/сек*.

Способом грунтового водопонижения можно откачивать фильтрационную воду не только из пор грунта, но и поверхностную воду от атмосферных осадков. Целесообразно осуществлять водоотлив комбинированным способом и использовать как открытый, так и грунтовой водоотлив. При этом необходимо, чтобы грунтовое водопонижение опережало снижение уровня воды в котловане на 1—1,5 *м* для обеспечения устойчивости откосов котлована и земляной перемычки.

Грунтовое водопонижение эффективно проводить только при водопроницаемых (несвязных) грунтах с коэффициентом фильтрации от 1 до 150 *м/ч*.

Производительность водопонижающей установки определяется по формуле

$$P = \frac{(2H - S_1) S_1 \pi k}{\ln R - \ln A}, \tag{92}$$

где P — производительность установки, $м^3/ч$;
$\ln R$ — натуральный логарифм величины радиуса влияния;
$\ln A$ — натуральный логарифм величины радиуса круга, эквивалентного площади котлована;

$$A = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \tag{93}$$

здесь F — площадь котлована, $м^2$;

Грунтовое (глубинное) водопонижение осуществляется при помощи иглофильтров. Расчет потребного количества иглофильтров и их всасывающей способности выполняется в следующем порядке: вначале задаемся расстоянием между скважинами $l_м$, использовав опытные данные, указанные ниже:

Для легких вакуумных иглофильтров при грунтах средней проницаемости	0,7— 1,0
То же, при грунтах малой проницаемости	0,5— 0,7
Для глубоких эжекторных иглофильтров	7—10
Для артезианских или погруженных насосов	10—15

Зная расстояние между скважинами (l), длину котлована (a) и ширину котлована (b), можно определить число иглофильтров по формуле

$$n = \frac{2(a+b)}{l}, \tag{94}$$

где n — число иглофильтров.

Тогда средний дебит каждой скважины равен

$$\overline{q} = \frac{P}{n}, \tag{95}$$

а всасывающая способность одного иглофильтра

$$q_{max} = \pi d_з S_з \frac{\sqrt{k}}{15}, \tag{96}$$

где $d_з$ — диаметр звена иглофильтра, *м*;

$S_з$ — длина фильтрового звена, *м*,

но

$$q_{max} \approx \overline{q}. \tag{97}$$

Легкие и вакуумные иглофильтры с фильтрующими звеньями (рис. 172) применяются для понижения уровня воды на 4—5 *м*. Для понижения уровня более чем на 4—5 *м* иглофильтры располагаются в два яруса. Легкие иглофильтры погружают в грунт гидравлическим способом, т. е. подмывом грунта, для чего внутрь иглофильтра под давлением 2—4 *атм* нагнетается напорная вода с расходом 6—12 *л/сек*, которая, выходя через отверстие шарового клапана и частично через фильтровальную сетку, размывает грунт вокруг иглофильтра.

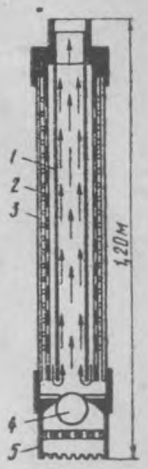


Рис. 172. Фильтрующее звено иглофильтра: 1 — внутренняя труба; 2 — наружная труба с отверстиями; 3 — фильтрующая сетка; 4 — шаровой клапан; 5 — наконечник

Вакуумное иглофильтровое водопонижение состоит из групп погруженных в водонасосный грунт легких иглофильтров диаметром 5 *см*, длиной 5—7 *м* и коллектора (рис. 173).

Грунтовой водоотлив может быть осуществлен и с помощью эжекторных иглофильтров (эрлифтов), водоструйных иглофильтров с глубин 20 *м*, а также артезианских (АТН) или погруженных (АП) насосов с глубин более 25 *м*.

Эжекторный иглофильтр работает на сжатом воздухе. Расход воздуха 2—7 $м^3$ на 1 $м^3$ воды, в зависимости от глубины скважины и отметки выкидной трубы. Из выкидной трубы выбрасывается водовоздушная смесь с объемным весом 0,5 $т/м^3$. Эжекторный иглофильтр погружается на глубину 20 *м* за 15 *мин* при давлении воды 6 *атм* и расходе 25 *л/сек*. Глубина погружения эжекторного эрлифта назначается в пределах от 2,5 до 3 высот оси выкидной трубы над уровнем воды в скважине.

Водоструйный иглофильтр действует на воде с рабочим давлением 9—10 *атм*. Производительность водоструйного иглофильтра диаметром 68—76 *мм* в среднем 4,5 *л/сек*.

Насосы АП вместе с мотором погружаются в воду, а кабель проходит через полость нагнетательной трубы.

Для насоса АП минимальный диаметр скважин от 150 до 300 *мм*. Напор 50—100 *м вод. ст.*

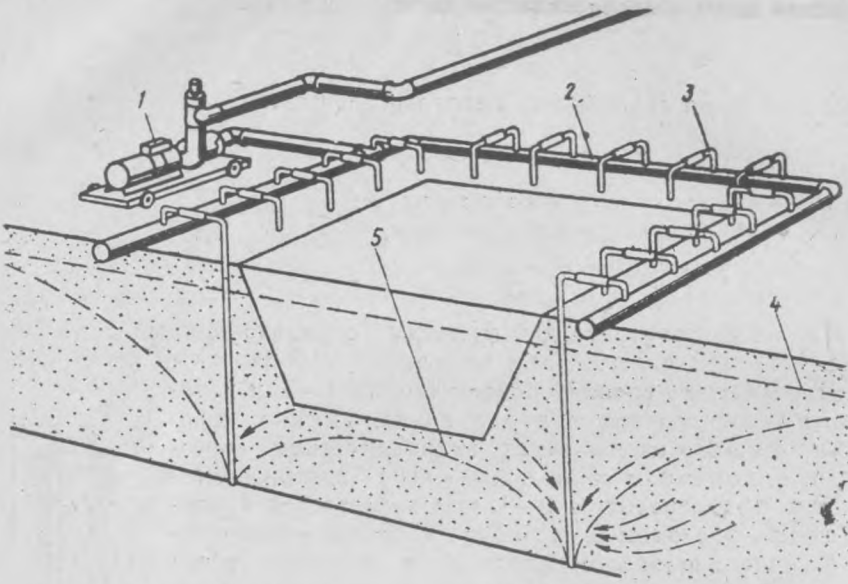


Рис. 173. Разрез котлована с иглофильтровыми установками:
1 — насосная установка; 2 — коллектор; 3 — иглофильтры; 4 — граница водоносного горизонта; 5 — граница понижения уровня грунтовых вод

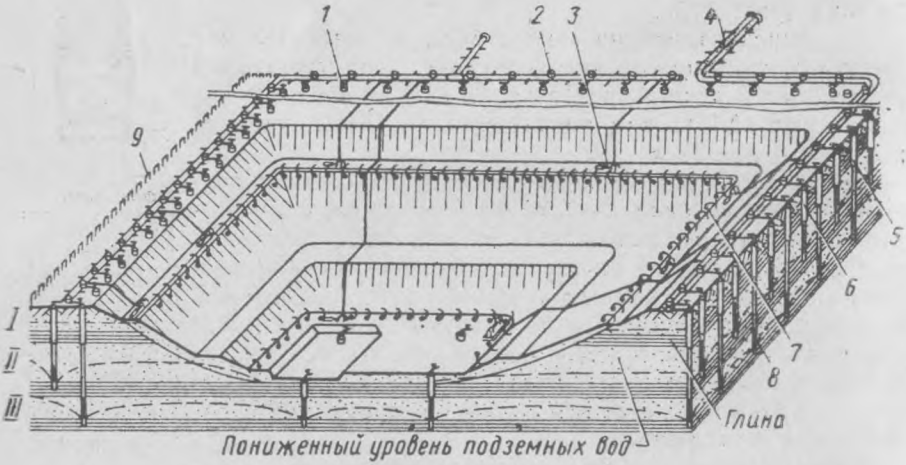


Рис. 174. Схема расположения водопонижающих устройств на котловане сухого дока:

I, II, III — водоносные горизонты:
1 — водопонижающие скважины, оборудованные погружными насосами; 2 — емкость для замера дебита водопонижающих скважин; 3 — насосные установки ЛИУ-5; 4 — сбросный коллектор; 5 — водопонижающие скважины, оборудованные на третий водоносный горизонт; 6 — водопонижающие скважины, оборудованные на второй водоносный горизонт; 7 — легкие иглофильтры; 8 — фильтр скважины; 9 — шпунтовое ограждение, устраиваемое по контуру котлована на первый водоносный горизонт

Производительность насоса АП от 7 до 195 $м^3/ч$, насоса АТН 30 $м^3/ч$ в зависимости от диаметра скважины.

Контроль за работой насосов АТН и АП осуществляется автоматически, что является большим преимуществом.

Схема расположения водопонижающих устройств показана на рис. 174.

Глава XVII. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДЪЕМА И СПУСКА СУДОВ

§ 67. Подводные части эллингов и слипов на шпально-балластном основании

Наклонные гидротехнические сооружения судостроительных и судоремонтных предприятий (рис. 175) разделяются на:

судостроительные эллинги (стапели), служащие для спуска построенных крупнотоннажных судов на воду;

судоремонтные эллинги, служащие для подъема и спуска на воду судов водоизмещением 6000—8000 *т* при помощи судовозных тележек и лебедок;

судоремонтные слипы, служащие для подъема и спуска на воду судов водоизмещением до 6000 *т*.

На слипах судовозные пути на наклонной подводной части располагаются перпендикулярно путям в надводной части. Такое расположение путей дает возможность перемещать поднимаемые для ремонта суда вдоль уреза воды на стапельной площадке.

На судоремонтных предприятиях наибольшее распространение получили слипы (рис. 176).

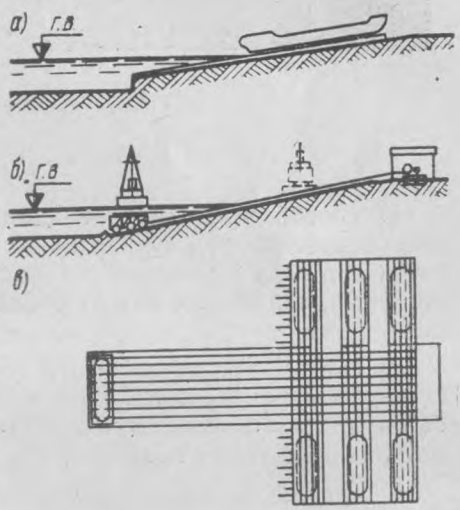


Рис. 175. Основные типы сооружений для подъема судов:

а — судостроительный эллинг; б — судоремонтный эллинг; в — судоремонтный слип-док

Раньше подводные части слипов строились в осушенных котлованах за перемычками. Строительство насухо отличалось большими затратами, связанными с возведением и разборкой временной перемычки и непрерывным водоотливом, а также большой продолжительностью.

В последние годы строительство подводных частей слипов на шпально-балластном основании стало осуществляться без устройства перемычек. Известно несколько способов такого строительства:

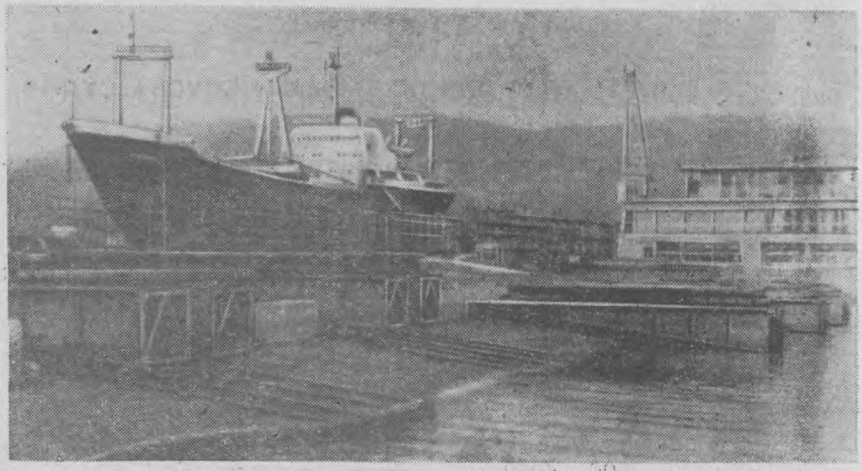


Рис. 176. Судоремонтный слип.

1) способ, предусматривающий устройство под водой щебеночного основания под судовозные пути с выровненной поверхностью, спуск под воду и укладку с помощью понтонов судовозных путей со шпалами, связанных между собой на берегу общей металлической рамой;

2) способ, при котором судовозные пути вместе с металлической рамой монтируются на специальной эстакаде, возведенной над балластным основанием, спускаются под воду и укладываются с помощью винтовых подвесок;

3) способ, предусматривающий вывешивание на временных монтажных деревянных сваях судовозных путей с последующим рефулированием песчаного балласта под них земснарядом с щелевидным патрубком (рис. 177).

Монтажные сваи погружают в готовый котлован с обеих сторон каждой дорожки с шагом 8—10 *м*. На сваях водолазы закрепляют временные поперечные прогоны с подвесками, на которые при помощи понтонов укладывают собранные секции путей.

Без применения перемычек строятся также подводные части слипов, судовозные пути которых проложены по железобетонным балкам, опирающимся на балластное основание из щебня.

Примером такого строительства может служить подводная часть слипа, смонтированная из крупных железобетонных блоков, уложенных на балластный слой щебня (рис. 178). Каждая из шести дорожек состоит из шести железобетонных блоков размером 12,5×2,5×0,5 *м*. В верхних торцах блоков устроены пазы, в нижних — железобетонные выступы. Пазы и выступы обеспечивают при монтаже дорожек совпадение продольных осей блоков, а следовательно, и рельсовых путей, установленных на них. Кроме того, для большей надежности закладные части на смежных блоках соединяются между собой болтами.

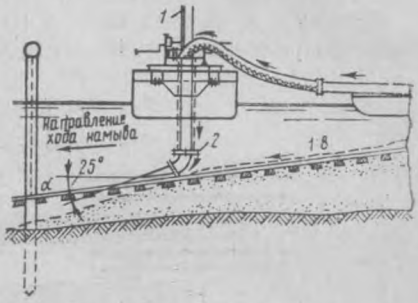


Рис. 177. Схема намыва песка под дорожку:
1 — намывное устройство; 2 — щелевидный патрубок

Общая жесткость наклонной части слипа обеспечивается за счет железобетонных балок-распорок, упирающихся в металлические карманы блоков.

При строительстве слипов такой конструкции выполняются следующие работы: 1) комплекс подготовительных работ, предварительная сборка и маркировка блоков на берегу, монтаж на них рельсовых путей; 2) дноуглубление и образование откоса (или отсыпка грунта для образования откоса); 3) грубое ровнение поверхности грунтового откоса; 4) отсыпка слоя щебня; 5) весьма тщательное ровнение поверхности балластного основания; 6) монтаж блоков и постановка креплений; 7) обкатка судовозных путей загруженной косяковой тележкой, подштопка балласта под балки и рихтовка путей; 8) установка балок распорок; 9) засыпка межблочного пространства песчаным грунтом.

Устройство грунтового откоса (с уклоном, заданным проектом) может быть выполнено при помощи земснаряда или плавкрана с грейфером. Грубое ровнение поверхности грунтового откоса выполняют водолазы, использующие напорную струю воды от гидромонитора. Отсыпка щебня на грунтовой откос и весьма тщательное ровнение поверхности балластного слоя щебня производится плавкраном с грейфером и подводным планировщиком.

Подводный планировщик представляет собой консольную металлическую пространственную конструкцию длиной 13,5 *м*, которая болтами прикрепляется к переднему торцу косяковой тележки (рис. 179). Необходимый наклон рамы планировщика обеспечивается растяжками, закрепленными на косяковой тележке и раме. По нижнему поясу консольной рамы перемещается тележка с подвешенным к ней на двух реечных домкратах и двух телескопических стойках ножом-планировщиком шириной 3,5 *м*. С помощью домкратов может быть изменено расстояние (по вертикали) от нижнего пояса рамы до острия ножа-планировщика. Тележка

двигается по нижнему поясу консольной рамы при помощи двух тросов (тягового и возвратного) и двухбарабанной электролебедки, установленной на косяковой тележке.

Для ровнения поверхности балластного слоя щебня косяковую тележку с прикрепленной к ней рамой планировщика устанавливают на рельсовые пути ранее уложенного железобетонного блока с

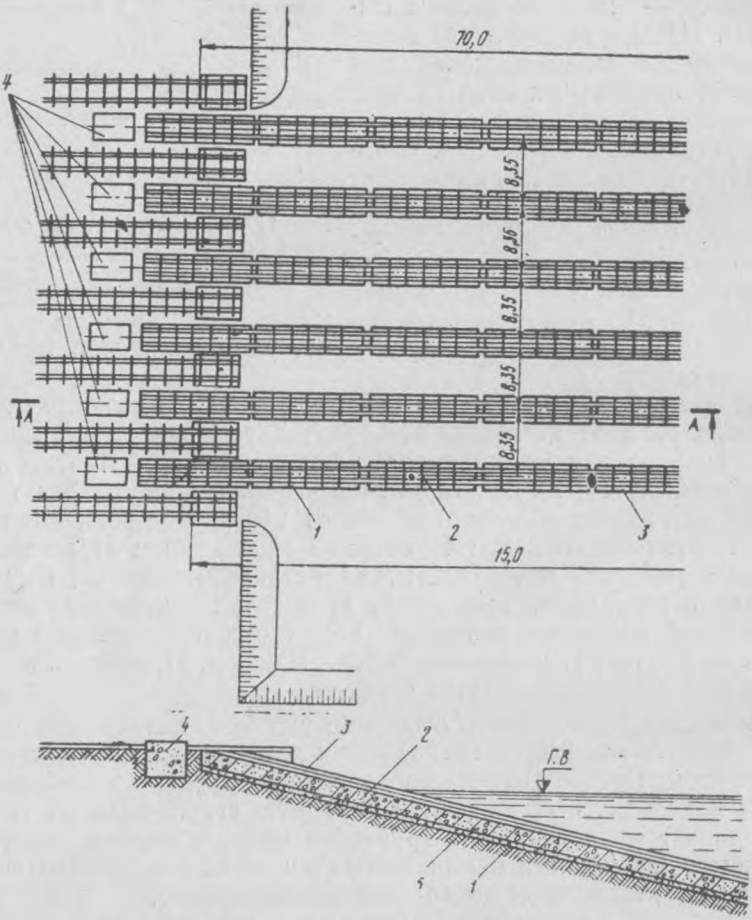


Рис. 178. Конструкция подводной части слипа:
1 — блок; 2 — шпалы; 3 — рельсы; 4 — фундаменты под лебедку; 5 — щебеночная постель

таким расчетом, чтобы передние катки (колеса) косяковой тележки располагались на конце рельсового пути у переднего торца блока. После этого, под геодезическим контролем и с помощью домкратов, нож-планировщик устанавливают на поверхность балластного основания таким образом, чтобы торец ножа находился на проектной отметке верха балластного слоя. По команде водолаза плав-

краном с грейфером под движущийся нож-планировщик малыми порциями подсыпается щебень. Совершая поступательно-возвратные движения, нож-планировщик выравнивает поверхность балластного слоя до тех пор, пока не будет достигнуто отклонение отметок в пределах ±3 *см*.

По окончании ровнения на одной дорожке косяковую тележку с рамой вытягивают на берег, раму планировщика отсоединяют от тележки и перемещают на соседнюю дорожку, где процесс ровнения повторяется.

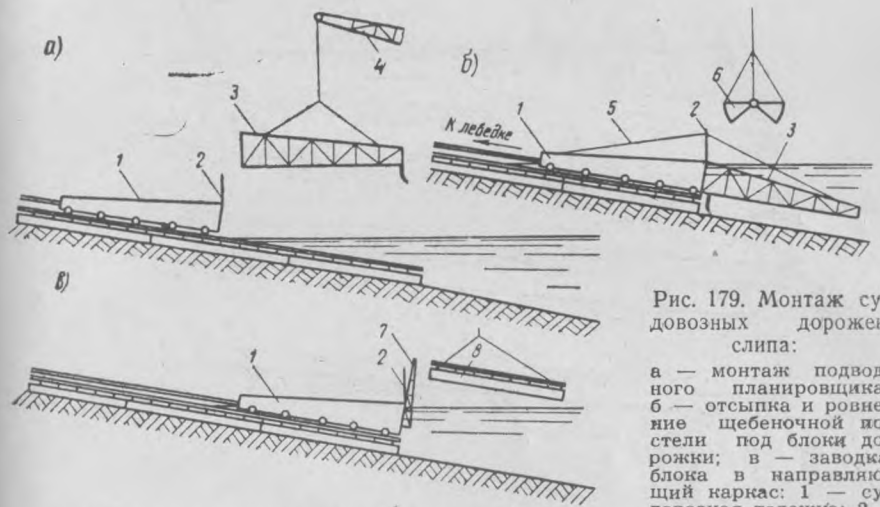


Рис. 179. Монтаж судовозных дорожек слипа:
а — монтаж подводного планировщика; б — отсыпка и ровнение щебеночной постели под блоки дорожки; в — заводка блока в направляющий каркас: 1 — судовозная тележка; 2 — вертикальная упорная рама с винтами; 3 — подводный планировщик; 4 — стрела плавкрана; 5 — тяги; 6 — грейфер; 7 — направляющий каркас; 8 — блок судовозной дорожки слипа

Монтаж железобетонных блоков дорожек весом по 30 *т* осуществляется с помощью крана и специальных направляющих устройств, смонтированных на косяковой тележке.

Металлические направляющие, которые состоят из двух стоек с продольными пазами, прикреплены к торцу косяковой тележки.

При опускании блока под воду установленные на его торце короткие рельсы скользят в пазах направляющих стоек, которые позволяют с необходимой точностью наводить торцовые пазы монтируемого блока на выступы ранее установленного.

Положение блоков в процессе установки контролируется теодолитом и при помощи телескопических визирных реек, закрепленных на блоке. Оттяжками блок направляется до тех пор, пока его ось не будет совмещена с осью дорожки (рис. 180). Водолаз скрепляет несколькими болтами закладные части монтируемого и ранее установленного блоков и отсоединяет передние стропы. Затем, после выверки положения блока, он отсоединяет от блока рельсовые ко-

ротыши, окончательно скрепляет болтами блоки между собой и соединяет звенья рельсового пути.

Монтаж блоков ведется в направлении сверху вниз: вначале на всех дорожках выставляют верхние блоки, затем — нижележащего яруса и т. д.

Технология строительства подводной части слипа на железобетонных балках — двухребристых плитах, уложенных на щебеночное

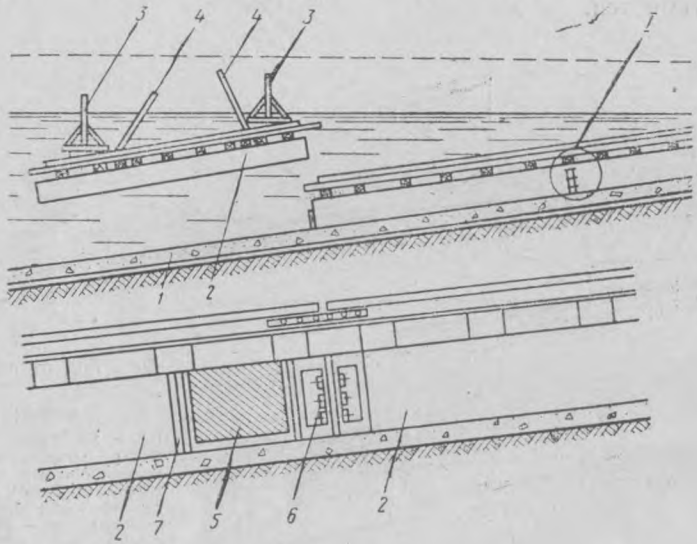


Рис. 180. Схема слипа из железобетонных блоков на балластном основании:

1 — постель из щебня; 2 — железобетонный блок; 3 — визирная рейка; 4 — стропы; 5 — распорка; 6 — болтовое соединение; 7 — закладные части распорки; *I* — место соединения

балластное основание, включает следующие основные операции: 1) комплекс подготовительных работ; 2) дноуглубление котлована; 3) устройство откоса из песчаного грунта; 4) погружение металлических свай для устройства четырех монтажных опор у каждой дорожки; 5) укладка сборных железобетонных балок (по две на каждую дорожку) с закрепленными на них рельсами; 6) виброуплотнение песчаного откоса; 7) отсыпка слоя щебня поверх песчаного откоса; 8) обкатка судовозных путей.

Сваи погружают попарно на расстоянии 1,8 *м* от оси дорожки. Две сваи, погруженные по одну сторону дорожки, соединяются между собой швеллерными балками, служащими опорой для винтовых домкратов. К домкратам на металлических тягах крепится поперечная траверса.

Балки-плиты длиной по 24 *м*, прошедшие предварительно пробную сборку на берегу (или на палубе баржи), монтируются по-

парно, согласно маркировке, при помощи плавкрана. Перед укладкой к балкам-плитам с двух сторон крепят оттяжки и осевые вехи. Верхнюю балку укладывают на траверсу, подвешенную к верхней и средней монтажным опорам. Нижнюю балку укладывают на траверсу, подвешенную к средней и нижней опорам.

По длине балки-плиты в процессе монтажа соединяются в четверть. Для обеспечения соосности балок на четвертях крепятся металлические конусы, а на четверти верхней балки еще и направляющий штырь, который входит в отверстие металлического конуса нижней балки (рис. 181).

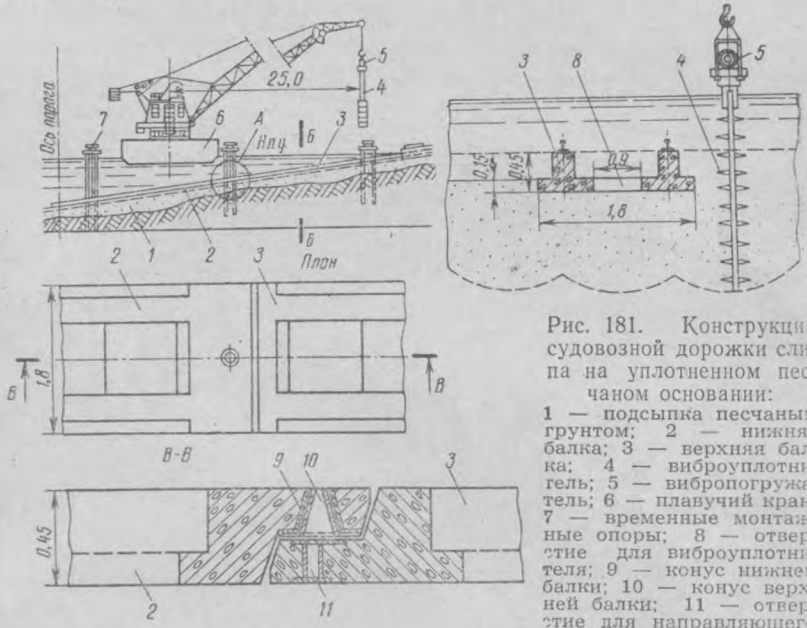


Рис. 181. Конструкция судовозной дорожки слипа на уплотненном песчаном основании:
1 — подсыпка песчаным грунтом; 2 — нижняя балка; 3 — верхняя балка; 4 — виброуплотнитель; 5 — вибропогружатель; 6 — плавучий кран; 7 — временные монтажные опоры; 8 — отверстие для виброуплотнителя; 9 — конус нижней балки; 10 — конус верхней балки; 11 — отверстие для направляющего штыря

Укладка балок на траверсы контролируется по вехам теодолитом. Балки, смонтированные и уложенные на траверсы, перемещают в проектное положение водолазы, применяя для этой цели ручные винтовые домкраты, которые упираются нижней плитой в монтажные опоры. С помощью винтовых домкратов, смонтированных на верхних площадках опор, траверсы вместе с балками постепенно опускают до проектной отметки.

После проверки положения балок производится рефулирование песка под них, песок рефулируется через окна в балках. Когда пространство под балками заполнено песком, намыв продолжается с таким расчетом, чтобы отметка верха песка была выше проектной отметки низа балок. Это делается для того, чтобы при виброуплотнении песчаного основания компенсировать его осадку; виброуплотнение производится с помощью виброустановки ВУУП-4. После

виброуплотнения несущая способность песчаного основания значительно увеличивается, а осадка его под нагрузкой уменьшается; после обкатки судовозных путей осадка песчаного балластного основания стабилизируется.

§ 68. Подводные части слипов на свайном основании

Дорожки слипа строят на опорах из свай различных сечений, если в основании подводной части слипа залегают слабые грунты слоем большой мощности. Такое решение должно иметь экономическое обоснование, в котором сравнивается стоимость замены слабых

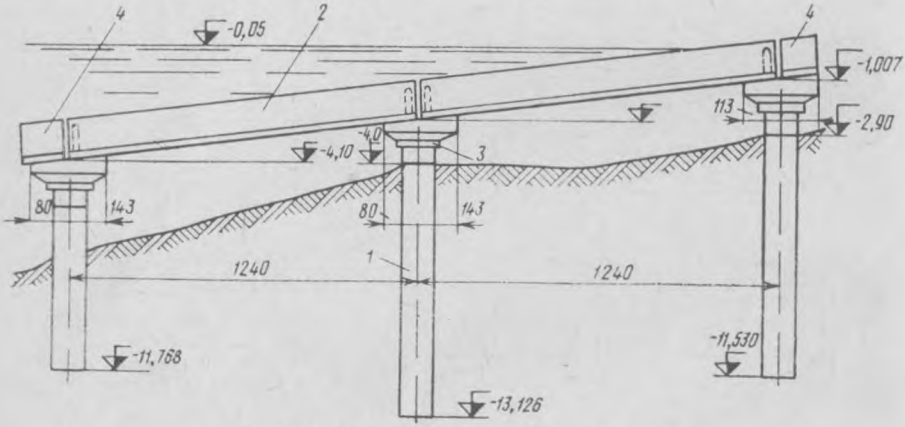


Рис. 182. Схема опытных дорожек слипа:
1 — сваи-оболочки; 2 — блок-балка; 3 — капители; 4 — венчающие блоки

грунтов и устройство балластного основания со стоимостью свайного основания.

Технология возведения подводных частей слипов на свайном основании состоит из следующих основных процессов: 1) комплекс подготовительных работ; 2) погружение опор (свай, оболочек); 3) срубка голов опор; 4) устройство опорных блоков по верху опор; 5) монтаж сборных железобетонных балок дорожек с закрепленными на них рельсами судовозных путей; 6) обкатка судовозных путей.

На рис. 182 показана конструкция подводной части слипа на опорах из железобетонных свай-оболочек диаметром 1,2 *м*, построенная на одном из судоремонтных заводов.

Сваи-оболочки погружались с помощью плавучего кондуктора, представляющего собой стальную раму, закрепленную на четырех понтонах, плавкрана и вибропогружателя ВП-3. Для погружения свай-оболочек ниже рабочего горизонта воды применялся инвентарный железобетонный добойник (подбабок) длиной 3 *м* с металлическим переходником (рис. 183). Переходник отсоединяли от сваи-оболочки водолазы.

Для определения отклонений свай-оболочек в плане и по высоте применялось специальное приспособление в виде металлической крестовины, установленной на верхний торец погруженной сваи-оболочки. На крестовине закреплялись четыре визирные рейки, выступающие из воды. Замер отклонений сваи в плане определялся по внутренним рейкам при помощи теодолита, а по высоте — нивелира.

При установке на сваи-оболочки сборных железобетонных капителей (наголовников) учитывалось отклонение сваи-оболочки от проектного положения. Для фиксации проектного положения капители снабжались специальными ограничителями из коротких швеллеров, приваренных к арматуре в полости капителей (рис. 184).

Сборные железобетонные блоки-балки дорожек коробчатого сечения длиной по 12,5 *м* монтировались плавкраном. На концах дорожек устраивались П-образные венчающие блоки. Для удобства соединения между собой в торцах блок-балок были устроены пазы из обрезков швеллеров и гребни из обрезков рельсов.

Перед монтажом на нижнем конце первой блок-балки к рельсу крепилась направляющая металлическая треугольная ферма и визирная рейка.

При укладке первой блок-балки направляющая рама служила для ограничения смещения балки в поперечном направлении относительно оси дорожки. В процессе монтажа блок-балка удерживалась в створе оттяжками. Монтаж следующей блок-балки был значительно легче благодаря наличию на торцах балок направляющего гребня или паза.

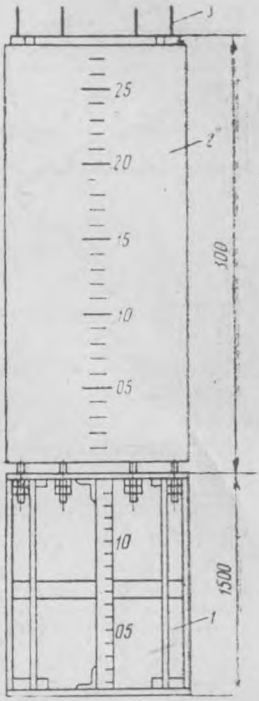


Рис. 183. Схема добойника:

1 — металлический переходник; 2 — подбабок; 3 — шпильки для крепления вибропогружателя

После установки двух блок-балок на дорожку и выверки их положения по отметкам головок рельсов водолаз производил соединение рельсов накладками на болтах, забивая распорные клинья между капителями и блок-балками, и подготавливал узел омоноличивания к укладке подводного бетона, тщательно заделывая все щели паклей. Полости свай-оболочек, на которые опирались блок-балки, засыпали песком. Поверх песка в верхней части полости свай-оболочек засыпался слой гравия, служащий основанием для бетона омоноличивания узла.

Бетонная смесь марки 300 укладывалась в узел омоноличивания блок-балок друг с другом, с капителью и сваей-оболочкой методом ВПТ.

Примером возведения подводной части слипа на опорах служит также опыт строительства слипа, конструкция подводной части которого приведена на рис. 185.

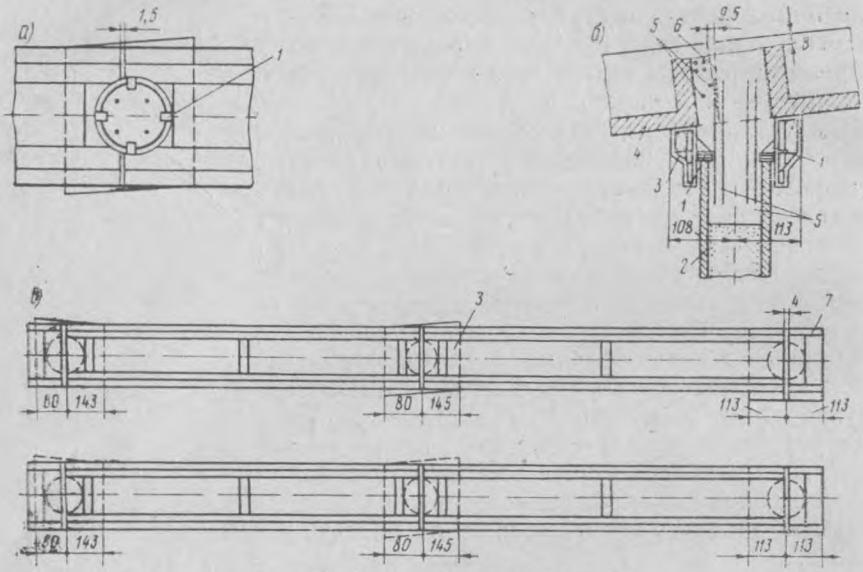


Рис. 184. Элементы дорожки слипа:
а — план; б — разрез; в — план установленных блоков дорожек: 1 — швеллеры; 2 — сваи-оболочки; 3 — капители; 4 — блок-балка; 5 — арматура стыка омоноличивания; 6 — бетон омоноличивания; 7 — венчающие блоки

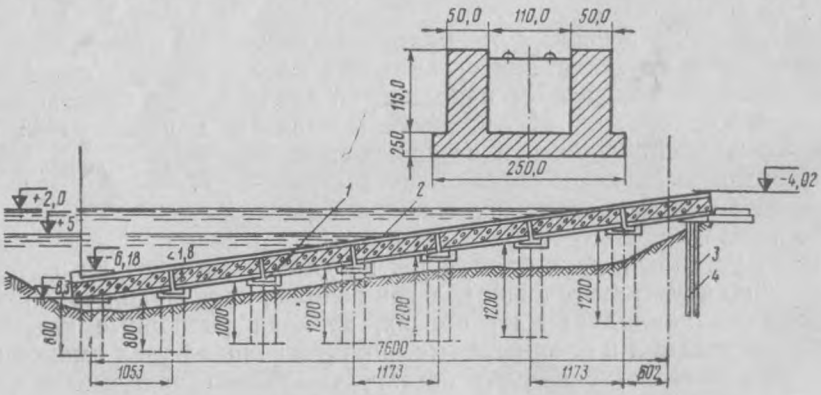


Рис. 185. Схема слипа на опорах из цилиндрических оболочек:
1 — цилиндрические оболочки; 2 — железобетонные балки; 3 — шпунты; 4 — железобетонные сваи

Основными элементами этой конструкции являются сборные железобетонные балки коробчатого профиля, железобетонные оболочки диаметром 3 *м* и сборные железобетонные капители (наголовники).

Каждая дорожка подводной части слипа состоит из семи балок длиной по 11,82 *м*, весом по 55 *т*.

Оболочки длиной по 12 *м*, весом по 25—28 *т* были собраны на берегу из четырех сегментов (скорлуп) при помощи специального кондуктора.

В грунт на глубину 8—11 *м* оболочки погружались с помощью плавкрана, вибропогружателя НВП-56, подбабка (дополнительного звена оболочки) и металлической двухъярусной направляющей рамы.

Направляющая рама навешивалась на вспомогательные металлические сваи. Верхний ярус рамы располагался над горизонтом воды.

После погружения из верхней части оболочки на глубину 2,5 *м* грейфером извлекался грунт. Затем из полости оболочки, с которой еще не снят подбабок, служащий в данном случае временной перемычкой, откачивалась вода и в верхней части оболочки насухо устраивалась бетонная пробка. После набора бетоном пробки необходимой прочности, подбабок снимали и на оболочку устанавливали опорную капитель размером в плане 3×3 *м*, с выпусками арматуры в верхнем торце.

На капители устанавливали сборные железобетонные балки с прикрепленными к ним рельсами.

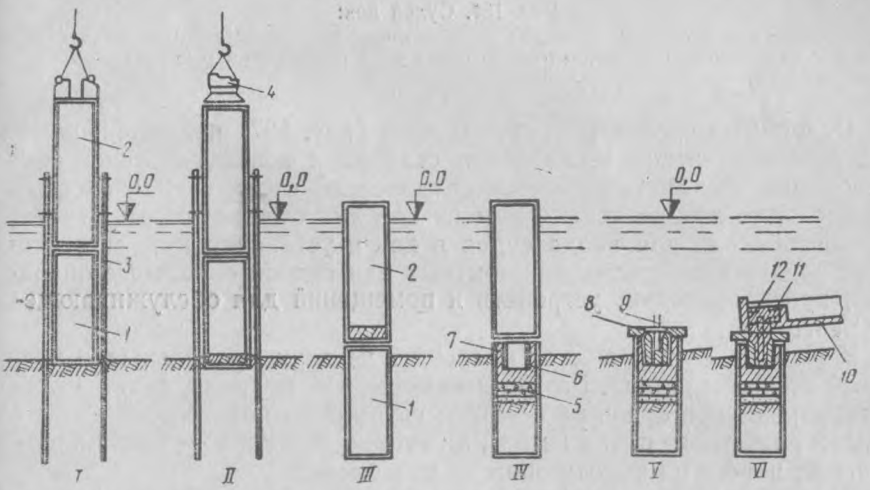


Рис. 186. Последовательность работ по погружению колодцев-оболочек и возведению опор под водой:

1 и 2 — звенья колодцев-оболочек; 3 — направляющее устройство; 4 — вибратор; 5 — железобетонное гнездо; 6 — бетонная подготовка; 7 — опалубка железобетонного гнезда; 8 — железобетонная капитель; 9 — арматурные выпуски; 10 — железобетонная балка; 11 — арматурный каркас; 12 — подводный бетон

Бетонная смесь (в узел омоноличивания балок с капителью и оболочкой) подавалась бетононасосом.

Последовательность выполнения работ показана на схеме (рис. 186).

§ 69. Сухие доки

Сухие доки представляют собой железобетонную камеру, встроенную в берег, с водонепроницаемыми стенами и днищем, в головной части которой устанавливается затвор.

Судоремонтные сухие доки предназначены для ремонта судов водоизмещением до 150 тыс. *т*. Судостроительные сухие доки в отличие от судоремонтных имеют меньшие глубины, так как строящиеся суда, как правило, имеют меньшую осадку, чем ремонтируемые.

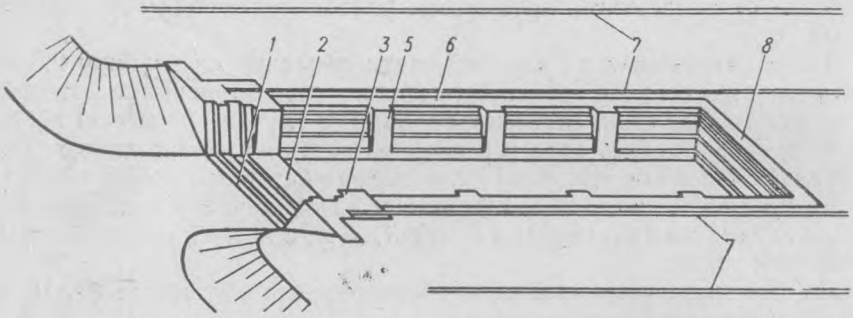


Рис. 187. Сухой док:
1 — ремонтный порог; 2 — порог; 3 — камера; 5 — пилоны; 6 — продольная стенка камеры; 7 — подкрановые пути; 8 — поперечная стенка камеры

Основными элементами сухого дока (рис. 187) являются: камера, голова с затвором, насосная станция и вспомогательное оборудование. Вспомогательное оборудование состоит из системы галерей для впуска воды в камеру или для откачки воды из нее; приспособлений для ввода судов в док и установки их; механизмов, обслуживающих судоремонтные или судостроительные операции; приспособлений, устройств и помещений для обслуживающего персонала.

Камера сухого дока состоит из двух продольных и торцовой стенок и днища. Размеры камеры, как правило, больше расчетных размеров судов на 5—20%; глубина на пороге дока больше осадки расчетного судна на 5%, а глубина в камере — больше глубины на пороге на высоту опор — кильблоков.

Голова дока состоит из двух устоев, расположенных по обе стороны дока в головной части продольных стен, и флютбета. В зависимости от типа затвора, на внутренних плоскостях устоев и флютбета устраиваются специальные выступы или пазы, на которые опирается основной (или ремонтный) затвор при закрытии камеры.

В нижней части устоев располагаются водопроводные галереи с затворами. Иногда в теле одного из устоев размещается насосная станция для откачки воды из камеры, а в теле другого устоя — ниша (шкаф) для откатного затвора.

Затвор дока предназначен для отделения камеры от акватории.

Затворы разделяются на откатные и батопорты (плавучие затворы). Откатный затвор (рис. 188), металлический, при открывании камеры откатывается на роликах (или колесах) в нишу, а при закрывании — перемещается на штатное место. Батопорт, металлический или железобетонный, при открывании камеры всплывает и отводится в сторону, а при закрывании — занимает свое положение в пазах головы дока путем постепенного погружения.

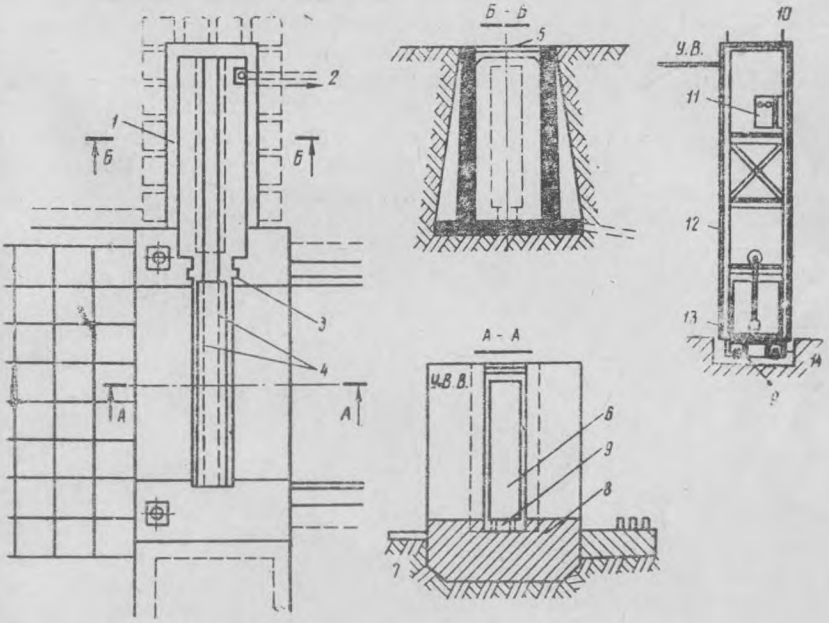


Рис. 188. Откатный затвор сухого дока:
1 — шкафная ниша; 2 — дренаж шкафной ниши; 3 — пазы ремонтного заграждения; 4 — рельсы; 5 — перекрытие шкафной ниши; 6 — затвор; 7 — флютбет; 8 — порог; 9 — каретки; 10 — служебный мостик; 11 — пульт управления; 12 — помещение для насосов внутри затвора; 13 — кингстоны; 14 — уплотнения

Для ввода или вывода судна камеру дока наполняют водой через водопроводные галереи и откатывают (отводят) затвор. После того как судно введено в камеру дока на ремонт, затвор закрывает вход, из камеры откачивается вода, и судно, постепенно опускаясь по мере опорожнения камеры, садится на специальные опоры-кильблоки. Когда ремонт судна окончен, все операции выполняются в обратном порядке: камера наполняется водой на такую же глубину, как на акватории, затвор откатывается (отводится) и судно выводится из дока.

При судостроении выполняются только операции по выводу построенного судна из дока.

Строительство сухих доков ведется под прикрытием ограждающих перемычек насухо. Поддержание котлована дока в осушенном состоянии осуществляется системой глубинного и поверхностного водоотлива (см. гл. XVI, § 66).

Перед началом производства основных работ по строительству сухого дока выполняется комплекс подготовительных работ, включающий: геодезическую разбивку сооружения, дноуглубление для устройства котлована, строительство ограждающих перемычек, начальный водоотлив из котлована, строительство временных зданий, сооружений и бетонного узла, а также комплектацию сборных железобетонных элементов (если они предусмотрены проектом), подготовку средств механизации и транспорта и др.

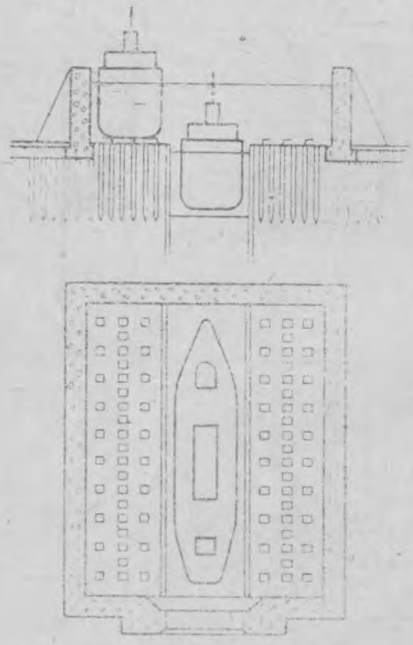


Рис. 189. Схема наливного дока

После осушения котлована производятся земляные работы: устройство системы глубинного водоотлива; устройство противофильтрационных завес из шпунта или путем цементации, силикатизации или другими методами, а также устройство подготовки под днище дока. По окончании указанных работ полностью или частично приступают к устройству железобетонного днища и стен камеры дока.

Днище и стены камеры для бетонирования разбивают на блоки. В качестве опалубки со стороны камеры применяются сборные железобетонные плиты-оболочки, а также инвентарные металлические или деревянные щиты.

В зарубежной практике имеются примеры строительства сухих доков с днищем из заранее заготовленных железобетонных понтонов. Понтоны на плаву доставляли к месту строительства, наполняли водой, погружали в воду и устанавливали на подготовленное основание. Также имеются примеры, когда головная часть дока выполнялась из железобетонных составных кессонов, которые буксировали к месту погружения на подготовленное основание и устанавливали между направляющими палами, а затем заполняли водяным балластом и опускали на проектную отметку.

Наливные доки (рис. 189) являются разновидностью сухих доков и конструктивно отличаются от последних тем, что у них устраиваются стапельные площадки, на которые из дока перемещаются суда для ремонта.

§ 70. Установка плавучих доков

Для ремонта судов на многих судоремонтных предприятиях СССР используются металлические или железобетонные плавучие доки (рис. 190). Они представляют собой конструкцию, состоящую

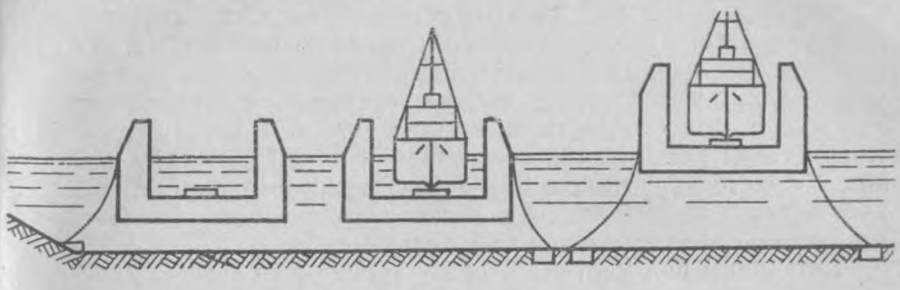


Рис. 190. Схема плавучего дока

из днища-понтона с балластными отсеками и вертикальных стен (башен). Плавучий док оборудован мощными водоотливными средствами, водозаборными кингстонами для заполнения отсеков понтона забортной водой и механизмами, обслуживающими ремонтные операции.

Плавучие доки устанавливаются, как правило, на акваториях судоремонтных предприятий у причальных сооружений или вблизи от берега. При выборе места и способа установки плавучего дока нужно учитывать гидрометеорологические условия в районе стоянки дока, удобство технологической связи с ремонтными цехами предприятия, глубину воды, геологическое строение дна акватории и др.

В районе выбранной стоянки дока устраивается котлован. Глубина котлована должна быть такой, чтобы при полном погружении дока его стапель-палуба находилась на глубине ниже на 1,0—1,5 *м* наибольшей осадки расчетного судна.

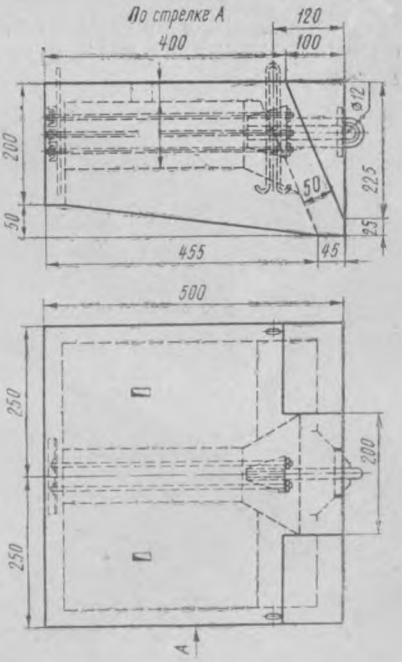


Рис. 191. Железобетонный якорь-лягушка на усилие 100 *тс*

На любом месте стоянки плавучий док должен быть надежно закреплен при помощи якорных цепей и мертвых якорей или надежно пришвартован к направляющим палам.

При стоянке на якорях плавучий док подвергается сильному воздействию ветра и волнения, а иногда течения и льда, поэтому необходимо постоянно следить за тем, чтобы мертвые якоря не имели подвижек, а якорные цепи большого провисания, так как док не должен выходить за пределы котлована.

Мертвые якоря (лягушки) изготавливаются, преимущественно, из железобетона с металлическими закладными частями. В передней части якорь имеет металлический нож, который при больших усилиях зарывается в грунт. Нижняя грань якоря выполняется в виде кессона, что способствует присосу якоря к грунту (рис. 191). Якоря такой конструкции обеспечивают держащую силу на песчаном и илистом грунтах, в 1,5—2 раза превышающую их собственный вес, а при засыпке их в заранее устроенных котлованах — держащая сила становится еще больше.

Котлованы под мертвые якоря устраиваются обычно дноуглубительным снарядом и только в редких случаях — плавкраном с грейфером.

Якоря укладывают в котлованы плавкраном и затем засыпают грунтом, подаваемым шаландами или плавкраном с грейфером.

Раскладка цепей выполняется плавкраном; цепи предварительно собирают из отдельных смычек на берегу.

Необходимые работы по креплению цепей к якорям, остропке их для подъема из воды и другие подводные работы выполняют водолазы.

Раздел III. ПЛАНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТ ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Глава XVIII. ПЛАНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

§ 71. Календарный план работ

Для организации строительного производства обязательно составляется календарный план производства работ. При разработке календарного плана необходимо учитывать основные требования:

применение прогрессивных методов производства работ: максимальная индустриализация, использование укрупненных блоков, комплексная механизация и др.;

реальные возможности, которыми располагает строительно-монтажная организация, в том числе ожидаемое перевыполнение норм выработки рабочими бригадами, основными механизмами и плавтехсредствами,

природные условия в районе строительства, влияющие на продолжительность строительства.

Календарный план производства работ в составе ППР разрабатывается на основе рабочих чертежей, нормативных документов — СНиП и ЕНиР, технических условий, технологических карт, с учетом принципиальных решений, принятых в проекте организации строительства (ПОС) и норм продолжительности строительства причальных сооружений (табл. 25) или нормативных сроков, не превышающих нормативные.

Основная задача календарного плана — определить реальной продолжительность строительства, увязать ее с близкую к сроки, последовательность и возможность совмещения во времени выполнения различных строительных процессов, выявить затраты труда и машино-смен механизмов и плавтехсредств на выполнение отдельных работ и суммарную трудоемкость возведения объекта.

Последовательность составления календарного плана производства работ на объекте.

1. Выбираются те работы из общего перечня строительно-монтажных работ, продолжительность выполнения которых оказывает решающее влияние на общий срок возведения объекта. Устанавливается последовательность и сроки выполнения ведущих работ. Производство остальных видов работ подчиняется темпу выполне-

Таблица 25

Наименование сооружения	Характеристика	Нормы продолжительности строительства, месяцы		Распределение капитальных вложений и стоимости строительно-монтажных работ по годам строительства, % от сметной стоимости сооружения	
		Общий период	В том числе подготовительный период	1-й год	2-й год
Причалы набережные	I. Протяженностью 175 *м* с глубиной у кордона 9,75 *м*				
	1. Гравитационные:				
	а) из массивовой кладки	15	0,5	80	20
	б) из сборных железобетонных элементов (набережные уголкового типа)	14	0,5	86	14
	2. Больверки:				
	а) из металлического шпунта . . .	8	0,5	100	—
	б) из железобетонного шпунта . .	11	0,5	100	—
	в) из железобетонных оболочек диаметром 1,6 *м*	11	0,5	100	—
	3. Эстакады:				
	а) из сборных железобетонных элементов на призматических сваях	14	0,5	92	8
	б) из сборных железобетонных элементов на железобетонных оболочках	15	0,5	80	20
	II. Протяженностью 200 *м* с глубиной у причала 11,5 *м*				
	1. Гравитационные:				
	а) из массивовой кладки	14	0,5	70	30
	б) из сборных железобетонных элементов (набережные уголкового типа)	16	0,5	75	25
	2. Больверки из железобетонных оболочек диаметром 1,6	14	0,5	92	8
	3. Эстакады: а) из сборных железобетонных элементов на призматических сваях	14	0,5	86	14
	б) из сборных железобетонных элементов на железобетонных оболочках диаметром 1,6 *м*	14	0,5	86	14
Пирсы причальные	С железобетонным верхним строением на железобетонных сваях. Глубина у кордона 4,5 *м*, длина рабочей части 90 *м*	10	0,5	100	—
Пирсы грузовые	Для наливных грузов с верхним строением из крупногабаритных элементов на железобетонных оболочках. Глубина у кордона 13 *м*, длина рабочей части 500 *м*	10	0,5	100	—

Примечание. В нормах предусматриваются условия строительства на защищенных акваториях с волнением, не превышающим высоты волны 1 *м*.

ния ведущих работ и по возможности совмещается с ними во времени.

2. Производится проверка принятых решений с точки зрения возможности осуществления строительства объекта поточным методом.

3. После проверки в календарный план вносятся соответствующие коррективы.

Календарный план производства работ по возведению сооружения в линейном виде составляется по определенной форме, приведенной в примере разработки календарного плана производства работ по строительству на скальном основании 100 *пог. м* набережной уголкового профиля с контрфорсами с глубиной у кордона 11,5 *м* (табл. 26).

При составлении календарного плана необходимо соблюдать следующие обязательные условия:

1. Продолжительность строительства исчисляется от начала подготовительного периода до полного окончания всех строительно-монтажных работ и сдачи объекта приемочной комиссии.

Продолжительность подготовительного периода, в зависимости от местных условий, выбирается в пределах нормативной величины, указанной в табл. 25.

Продолжительность заключительного (ликвидационного) периода, включающего затраты времени на сдачу объекта, принимается в пределах 3—5 дней. Трудоемкость выполнения подготовительных и заключительных работ (в чел.-днях) определяется прямым счетом по составу работ или принимается: для подготовительных работ 4—10%, для заключительных — 2—5% от суммарной трудоемкости выполнения всех работ, включенных в календарный план.

Результаты расчета проставляются в графах 4 и 6 плана (табл. 26).

2. Затраты времени для рабочих в чел.-днях (графы 5 и 6) и для механизмов, плавтехсредств в машино-сменах (графы 7 и 8) для каждого вида работ принимаются по СНиП, ЕНиР или на основании разработанных технологических карт, опытно-статистических норм и других нормативных источников, с учетом ожидаемого перевыполнения норм выработки.

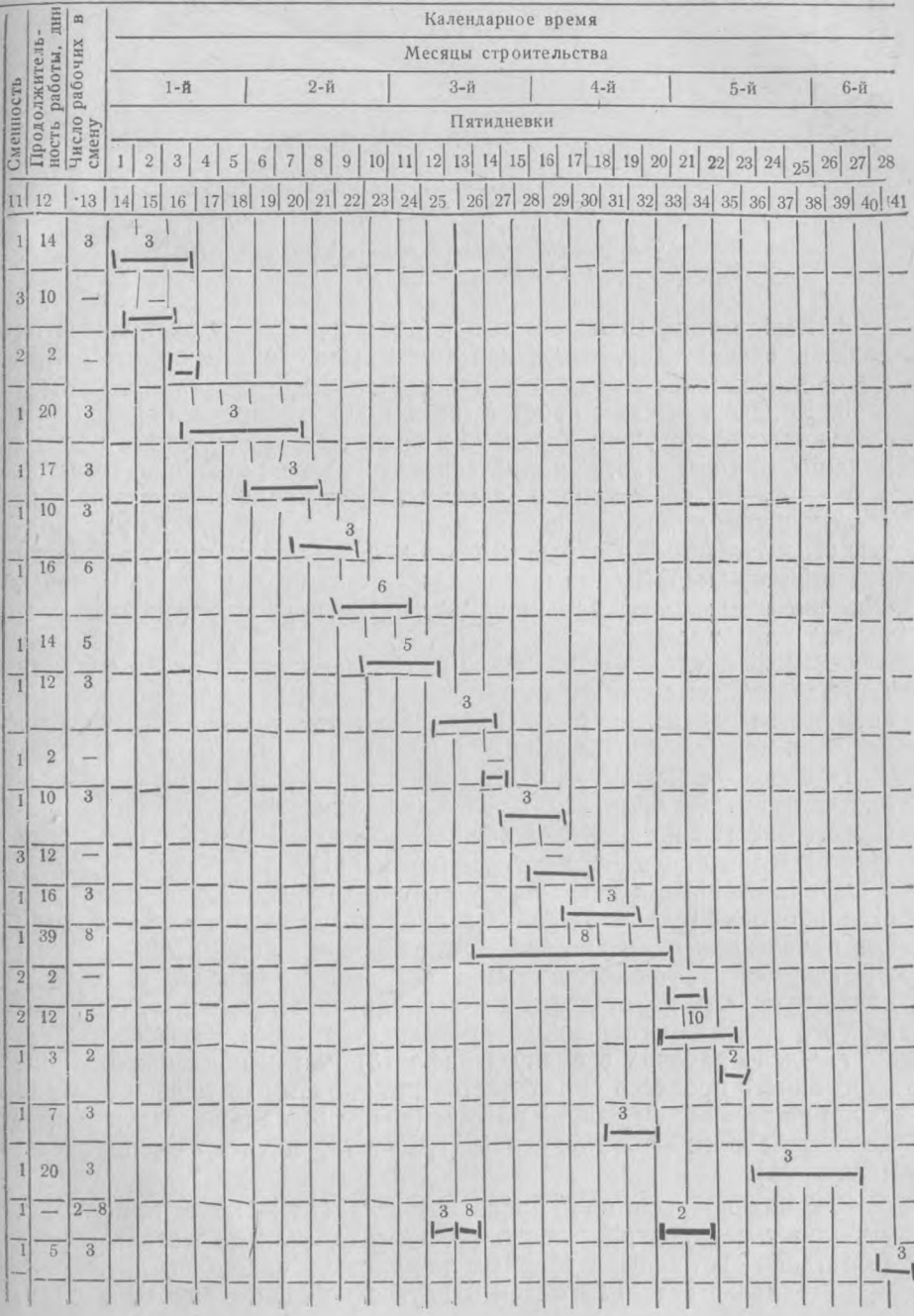
При расчете затрат времени рабочих, команды плавтехсредств, машинисты, мотористы, шоферы и другой персонал, обслуживающий механизмы и транспортные средства, в число строительных рабочих не включаются и затраты труда перечисленных категорий работников строительства в расчет трудоемкости не принимаются.

Например, при выполнении дноуглубительных работ, отсыпке камня из шаланд с открывающимся днищем или другим механизированным путем учитываются затраты только машино-смен. В то же время, водолазы относятся к строительным рабочим и затраты труда водолазов следует учитывать в чел.-днях.

3. Если в строительном процессе участвует несколько механизмов, продолжительность выполнения работы в сменах принимается по наибольшему значению затраты машино-смен, обычно ведущего механизма.

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Трудоемкость, чел.-дни		Затраты, машино-смены		Потребность в основных машинах и плавтехсредствах	
		Единица измерения	Количество	на единицу	на весь объем	на единицу	на весь объем	Наименование	Количество
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Подготовительные работы	чел.-дни	42	—	42	—	—	—	—
2	Дноуглубительные работы	$м^3$	18 000	—	—	0,00174	30	Многочерпаковый снаряд Шаланда	1 4
3	Отсыпка каменной постели	$м^3$	1 800	—	—	0,0022	4	Шаланда Буксир	2 2
4	Тщательное ровнение поверхности каменной постели	$м^2$	1 300	0,0451	60	0,0153	20	Механический планировщик Водолазная станция	1 1
5	Виброуплотнение каменной постели	$м^2$	1 300	0,0392	51	0,0131	17	Плавучий виброуплотнитель Водолазная станция	1 1
6	Грубое ровнение поверхности откосов каменной постели	$м^2$	540	0,035	30	0,0183	10	Водолазная станция	1
7	Весьма тщательное ровнение поверхности каменной постели	$м^2$	1 100	0,0877	36	0,0292	32	Водолазная станция	2
8	Установка укрупненных блоков	шт.	25	2,8	70	0,56	14	Плавкран 100 $т$ Водолазная станция	1 1
9	Уплотнение стыков между блоками гидрорерином	$м^2$	474	0,0075	36	0,0025	12	Водолазная станция	1
10	Отсыпка контрфильтра из щебня	$м^3$	245	—	—	—	2	Плавкран 5 $т$ Баржа Буксир	1 1 1
11	Грубое ровнение поверхности контрфильтра	$м^2$	510	—	30	—	10	Водолазная станция	1
12	Рефулирование территории	$м^3$	35 250	—	—	—	36	Самоходный рефулер	1
13	Монтаж и омоноличивание плит оголовка	$м^3/ш$ $т$	130/25	—	48	—	14	Автокран	1
14	Прокладка инженерных коммуникаций	чел.-дни	312	—	312	—	—	—	—
15	Планировка территории	$м^2$	1 500	—	—	0,0026	4	Бульдозер	1
16	Прокладка подкрановых и железнодорожных путей	*пог. м*	400	0,30	120	0,06	24	Автокран	1
17	Установка швартовных тумб	шт.	4	1,5	6	0,75	3	Автокран	1
18	Навеска отбойных устройств	звено	18	1,166	21	0,308	7	Автокран	1
19	Устройство цементно-бетонного покрытия	$м^2$	1 200	0,05	60	0,0166	20	Виброрейка Каток	1 1
20	Прочие неучтенные работы	чел.-дни	60	—	60	—	—	—	—
21	Отделочные работы и сдача объекта	чел.-дни	15	—	15	—	—	—	—

100 *пог. м* НАБЕРЕЖНОЙ УГОЛКОВОГО ПРОФИЛЯ (ПРИМЕР)





4. Выбор типа механизмов и плавтехсредств и их количество должны отвечать прогрессивной технологии, обеспечивать экономичность, высокое качество работ и безопасные условия труда.

5. Количество смен работы (графа 11) выбирается, исходя из следующих положений: дноуглубительные и рефулерные работы должны, как правило, выполняться в три смены; подводно-технические — в одну-две смены, в зависимости от времени года, наличия оборудования для подводного освещения и условий работы; надводные строительно-монтажные работы — в две-три смены; устройство подводных каменных или щебеночных отсыпей — в две-три смены, с освещением рабочей зоны в темное время суток и установкой светящихся разбивочных буев.

6. Продолжительность каждой механизированной работы в днях (графа 12) определяется путем деления затрат машино-смен на весь объем данной работы (графа 8) на произведение количества ведущих механизмов (графа 10) и количества смен (графа 11).

Продолжительность каждого ручного процесса (в днях) определяется путем деления затрат чел.-дней на весь объем данного процесса (графа 6) на произведение избранного числа рабочих в смену (графа 13) и числа смен работы (графа 11).

Приближенные к реальным условиям строительного производства продолжительности работ в днях могут быть получены, если при привязке выполнения работ к конкретным календарным датам учитывается коэффициент возможности ведения работ, т. е. продолжительность работ делят на величину коэффициента, определенного для данного периода производства работ.

7. Число рабочих в смену (графа 13) для выполнения механизированного процесса определяется результатом от деления затрат труда на весь объем данной работы (графа 6) на произведение продолжительности работы в днях (графа 12) и число смен работы (графа 11).

8. В календарный план производства работ включаются работы, выполняемые непосредственно на объекте (или объектах) строительства. Изготовление сборных элементов, опалубки, арматуры, приготовление бетонной смеси и другие подобные работы в план, обычно, не включаются.

В укрупненных календарных планах указываются только основные работы и работы, обеспечивающие выпуск конечной продукции.

Например, установка опалубки, армирование и укладка бетонной смеси в монолитный ригель могут быть объединены в одну работу под общим названием «бетонирование железобетонного ригеля». При этом трудоемкость и затраты машино-смен на выполнение всех процессов должны быть суммированы.

9. При распределении выполнения работ во времени (графы 14, 15 и далее) необходимо учитывать возможность совмещения строительных процессов, праздничные и выходные дни.

В форме плана работы обозначаются прямыми горизонтальными линиями, проведенными в пределах календарного начала и окончания каждой работы, посередине горизонтальной строчки. Над линией цифрами указывается количество рабочих, участвующих в выполнении процесса в одни сутки, т. е. число рабочих в смену (графа 13), умноженное на количество смен работы (графа 11).

10. В календарный план включаются, обычно, затраты труда на прочие неучтенные работы в чел.-днях. Общая трудоемкость этих работ принимается в зависимости от степени детализации плана в пределах 5—15% от суммарной трудоемкости выполнения всех работ, за исключением работ подготовительного и заключительного периодов.

График движения рабочих. Он составляется на основании данных календарного плана: сроков работ и количества рабочих, участвующих в этих работах в день. Его рекомендуется изображать под календарным планом (в книге показан на стр. 360). График строится в прямоугольной системе координат. На ось ординат наносится масштаб измерения количества рабочих, на ось абсцисс — масштаб времени, принятый для календарного плана. Количество рабочих в день определяется путем суммирования числа рабочих, участвующих в производстве всех без исключения работ, указанных в календарном плане друг под другом по вертикали. Точки перепада на графике движения рабочих показывают увеличение (или уменьшение) числа рабочих, в связи с добавлением (или убыванием) работ.

Оптимальным графиком движения рабочих считается тот, у которого имеется не более одного «пика», движение рабочих происходит с равномерным увеличением числа рабочих в период развертывания строительства до максимального числа и постепенным уменьшением числа рабочих к завершающему периоду строительства.

Коэффициент неравномерности движения рабочих определяется путем деления максимального числа на средневзвешенное число рабочих

$$K_{\text{нер}} = \frac{n_{\text{р макс}}}{n_{\text{ср}}} \leqslant 1{,}5\ , \qquad (98)$$

где $n_{\text{ср}}$ — средневзвешенное число рабочих, определяется как частное от деления площади графика движения рабочих на общий срок строительства.

В нашем случае (см. график к табл. 26) коэффициент неравномерности движения рабочих

$$K_{\text{нер}} = \frac{12}{\dfrac{3\times 19+6\times 17+9\times 3+11\times 63+12\times 13+3\times 25}{140}} = 1{,}5$$

Таблица 27

ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ МАШИН, МЕХАНИЗМОВ И ПЛАВТЕХСРЕДСТВ

№ п/п	Наименование машин, механизмов и плавтехсредств	Количество	Сменность	Календарное время. Месяцы строительства: 1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
1	Многочерпаковый земснаряд	1	3	⊢—					
2	Шаланда самоходная	4	3	⊢—					
3	Шаланда несамоходная	2	2	⊢—					
4	Буксир 300 *л. с.* .	2	2	⊢—		⊢—			
5	Механический планировщик	1	1	⊢——					
6	Водолазные станции	1	1	№ 1 ⊢——					
7	„ „	1	1	№ 2 ⊢–⊣–⊣–					
8	„ „	1	1	№ 3 ⊢–×–×–×–×–×–⊣					
9	Плавучий виброуплотнитель	1	1	⊢——					
10	Плавкран 100 *т* .	1	1		⊢——				
11	Плавкран 5 *т* . .	1	1			⊢—			
12	Баржи 500 *т* . . .	1	1			⊢—			
13	Рефулер самоходный	1	3			⊢——			
14	Автокраны	1	1				№ 1 ⊢—	⊢—	
15	„	1	2					№ 1 ⊢—	
16	Бульдозер	1	2				⊢—		
17	Каток дорожный .	1	1					⊢——	

Таблица 28

ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ И ПОЛУФАБРИКАТОВ

№ п/п	Наименование основных материалов, изделий и полуфабрикатов	Единица измерения	Количество	Календарное время: Месяцы строительства 1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
1	Камень рваный . .	$м^3$	1 800						
2	Укрупненные конструктивные блоки	шт.	25						
3	Гидрорерин . . .	$м^2$	474						
4	Щебень для контрфильтра	$м^3$	245						
5	Щебень для покрытия	„	660						
6	Песок рефулированный	„	35 250						
7	Железобетонные плиты оголовка . . .	шт.	25						
8	Бетон омоноличивания	$м^3$	63						
9	Рельсы типа Р-43	*пог. м*	800						
10	Шпалы	шт.	1 480						
11	Швартовные тумбы	„	4						
12	Резиновые трубы диаметром 40 *мм* . .	зв.	18						
13	Цементно-бетонная смесь	$м^3$	1 025						

Движение рабочих одной специальности (например, водолазов) или рабочих, занятых на выполнении специальных видов работ (например, сантехников и электриков) по субподрядному договору, отмечается на графике движения рабочих линиями с условными обозначениями.

График движения основных механизмов и плавтехсредств —

береговых и плавучих кранов, копров, бульдозеров, шаланд, буксиров, земснарядов и других — составляется в соответствии со сроками выполнения работ, наименованиями и количеством механизмов и плавтехсредств, указанных в календарном плане.

График движения основных механизмов и плавтехсредств, составленный по данным календарного плана производства работ, показан в табл. 27.

Оптимальным графиком движения механизмов и плавтехсредств считается такой, который обеспечивает бесперебойную работу средств механизации и транспорта.

График движения основных материалов, изделий и полуфабрикатов (табл. 28) также составляется на основе расчетных данных календарного плана по объемам и срокам выполнения работ.

Разработанные документы — календарный план производства работ, графики движения рабочих и основных механизмов и плавтехсредств — дают возможность определить некоторые технико-экономические показатели:

продолжительность строительства, в том числе подготовительного периода (в днях или месяцах);

суммарную трудоемкость ($\Sigma T_р$) выполнения всех работ;

максимальную численность рабочих на строительно-монтажных работах;

коэффициент неравномерности движения рабочих ($K_{нер}$);

среднюю выработку на одного рабочего ($B_{ср}$, чел.-дни), которая определяется делением сметной стоимости объекта на суммарную трудоемкость,

$$B_{ср} = \frac{K_{см}}{\Sigma T_р}, \qquad (99)$$

уровень механизации отдельных видов работ.

§ 72. Сетевое планирование и управление строительством

Увеличение объема и темпов портового гидротехнического строительства в условиях технического прогресса и осуществления экономической реформы предъявляет высокие требования к уровню хозяйствования, планирования и управления строительным производством.

Традиционные ленточные диаграммы (линейные графики), применяемые до последнего времени, в современных условиях не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к планированию организации производства и уровню руководства.

Календарное планирование, устанавливающее технологическую последовательность производства работ, оправдывается лишь в том случае, если запланированные процессы выполняются в строгом соответствии с заранее установленными сроками. При нарушении этого принципа затрудняется внесение соответствующих поправок в сроки работ, оказывающие решающее влияние на завершение строительства в целом. В настоящее время комплекс производственных процессов стал настолько разнообразным и сложным, что

поставленная задача может быть решена лишь объективными научно обоснованными методами планирования и управления.

Метод сетевого планирования и управления (СПУ). Наибольшее признание он получил в последние годы. СПУ может быть успешно применен для планирования строительных процессов, выполняющихся при возведении, реконструкции и ремонте гидротехнических и береговых портовых сооружений. Он является одним из составных элементов научной организации производства и позволяет не только оценить и улучшить составленный план, но и дает возможность в процессе осуществления строительства находить «узкие» участки в комплексе работ и вносить коррективы в организацию строительства в целом.

Рассмотрим сетевой график, показанный на рис. 192.

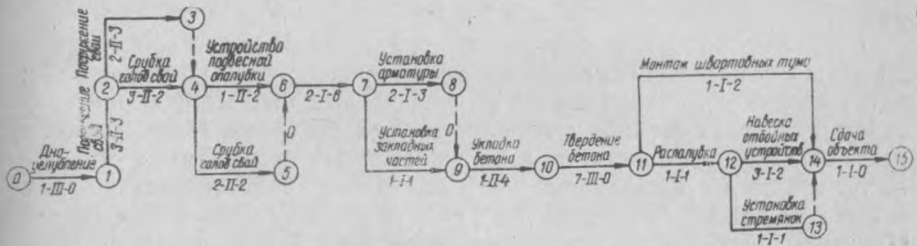


Рис. 192. Сетевой график

Сетевой график представляет собой графическое изображение технологической последовательности выполнения работ на строительстве сооружения: стрелками показаны работы, кружками — события, номер события указан в центре кружка.

Каждая работа ограничивается двумя событиями — начальным и конечным. Например, работа по укладке бетона ограничена событиями *9* и *10*, из них событие *9* — начальное для данной работы, событие *10* — конечное.

Термин «работа» в сетевом планировании используется в широком смысле слова и может иметь следующие значения:

реальная работа — производственный (строительный) процесс, требующий затрат времени и ресурсов (на графике изображается сплошной безмасштабной линией со стрелкой), например, работы по дноуглублению, погружению свай и др.;

ожидание (или технологический перерыв), наступающее в процессе выполнения комплекса работ по технологическим причинам. Эта работа не требует затрат труда и ресурсов, но занимает по продолжительности определенное время (на графике изображается так же, как и реальная работа — сплошной безмасштабной линией со стрелкой), например, затраты времени на твердение бетона, уложенного в плиту ростверка (работа, ограниченная событиями *10* и *11*), или твердение бетона омоноличивания стыков и монтажных проемов в плитах верхнего строения ростверков, затраты времени на огрузку массивовой кладки после установки огрузочных массивов до момента стабилизации осадок кладки и т. п.;

фиктивная работа отображает логическую зависимость (и только ее) начала одной или нескольких работ от результатов окончания одной или нескольких предшествующих работ. Фиктивная работа не требует затрат ресурсов и имеет продолжительность, равную нулю (на графике изображается пунктирной безмасштабной линией со стрелкой). Например, зависимость, соединяющая события *8* и *9*, показывает, что укладка бетона может быть начата только после окончания работы по установке арматуры и что установка арматуры должна быть окончена одновременно с работой по установке закладных частей.

Работы рекомендуется изображать горизонтальными или вертикальными линиями и только в самых необходимых случаях — наклонными линиями со стрелками, направленными вниз, вверх или вправо по направлению к конечной цели — завершению комплекса работ.

Реальные работы и ожидания, включаемые в сетевой график, должны иметь совершенно конкретное определение и наименование, раскрывающее их содержание по физическим объемам, характеристике и продолжительности при заданных ресурсах. Наименование реальных работ и ожиданий записывается над стрелками, а продолжительность их выполнения — в единицах времени (днях, часах и т. п.), сменность и количество рабочих в смену — под стрелками. Например, работа, ограниченная событиями *2* и *4*, имеет надпись над стрелкой «Срубка голов свай» и под стрелкой — три цифры через тире 3—II—2, что означает: продолжительность работы 3 дня, работа проводится в две смены, в смену работают два человека.

Если на сетевом графике не указывается продолжительность работ, то такой график называется моделью, которая характеризует только технологическую последовательность и зависимость работ.

В отличие от работы событие не является производственным процессом и не имеет продолжительности, оно указывает лишь на точку во времени и фиксирует факт начала или полного окончания одной или нескольких работ. Например, событие, обозначенное цифрой *9*, фиксирует факт начала работы по укладке бетона и окончания работ по установке арматуры и закладных частей.

Отсюда двойственный характер событий: для всех непосредственно предшествующих ему работ, входящих в него, оно является конечным, а для всех непосредственно следующих за ним, т. е. выходящих из него, — начальным.

Необходимо возможно точнее определять смысл каждого события. Это особенно важно в тех случаях, когда последующая работа выполняется другим исполнителем (субподрядчиком, смежником и т. п.).

В сетевом графике всегда существуют, по крайней мере, два особых события: исходное и завершающее. От исходного события начинается реализация всей производственной сети (событие, обозначенное цифрой *0* на рис. 192). Исходному событию не предшествуют работы. Завершающее событие является концом сети

(событие *15*). Из завершающего события не выходит ни одной работы.

Кроме исходного и завершающего, на графике не может быть события, наступление которого не означало бы завершения, по крайней мере, одной работы и одновременного начала другой.

На основании сказанного можно записать три важнейших свойства сетевых графиков:

1) ни одно событие не может произойти до тех пор, пока не будут закончены все входящие в него работы;

2) ни одна работа, выходящая из данного события, не может начаться до тех пор, пока не произойдет данное событие;

3) ни одна последующая работа не может начаться раньше, чем будут закончены все предшествующие ей работы, связанные с ней технологической цепочкой.

Любая работа кодируется по определенному правилу — обозначается цифрами двух событий: предшествующего (начального) и последующего (конечного). Например, работа по распалубке, заключенная между событиями *11* и *12*, кодируется как работа *11—12*, работа по монтажу швартовных труб имеет кодовое название *11—14* и т. п.

При совмещении работ во времени, когда выполнение части какой-либо работы является достаточным условием для начала одной или нескольких других работ, необходимо первую работу разбивать по объемам и продолжительности на последовательно выполняемые части под одинаковым наименованием. Например, работа *2—4* по срубке голов свай может быть начата сразу же после погружения части свай (работа *1—2*) и выполняться параллельно с погружением остальной части свай (работа *2—3*).

Любая последовательность работ в сети, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием последующей, называется п у т е м. Различают пути трех видов: а) путь от исходного до данного события; б) путь от исходного до завершающего события; в) путь, соединяющий какие-либо два события — начальное *i* и конечное *j*, из которых ни одно не является ни исходным, ни завершающим.

Если известна продолжительность каждой работы, то для любого пути может быть вычислена его продолжительность, равная сумме продолжительностей, составляющих его работ.

Сетевой график, показанный на рис. 192, содержит: 15 событий (от *0* до *15*); 15 реальных работ (*0—1, 1—2, 2—3, 2—4, 4—5, 4—6, 6—7, 7—8, 7—9, 9—10, 11—12, 11—14, 12—14, 12—13, 14—15*); 1 ожидание (работа *10—11*); 4 фиктивные работы (*3—4, 5—6, 8—9, 13—14*); 20 путей от исходного до завершающего события.

Путь имеющий наибольшую продолжительность от исходного до завершающего события, называется критическим и определяет срок строительства (осуществление комплекса работ).

Работы, лежащие на критическом пути, называются к р и т и ч е с к и м и р а б о т а м и; на них должно быть сконцентрировано внимание руководителей. В сетевых графиках их не более 10—15%.

В сетевом графике может быть один или несколько критических путей, имеющих равную (максимальную) продолжительность.

Для разработки исходного сетевого графика используются: директивный или нормативный срок строительства; проектно-сметная документация; проект производства работ; сведения о сложившейся структуре и наличии ресурсов в строительно-монтажной организации, которой поручается строительство, и в ее субподрядных организациях; среднемноголетние данные о гидрометеорологических и других условиях естественного режима в районе строительства по месяцам; действующие нормативные документы (СНиП, ЕНиР и др.); сведения о продолжительности выполнения отдельных работ, полученные на основании практического опыта, экспериментальных, хронометражных и других данных.

По этим данным составляется таблица работ и ресурсов (см. табл. 29), которая служит базой для разработки исходного сетевого графика.

Исходный сетевой график разрабатывает оперативная группа при строительно-монтажном тресте или управлении. Разработка графика разбивается на последовательные этапы: изучение технической документации и выдача заданий ответственным исполнителям (в том числе субподрядчикам) на составление исходных данных по работам, закрепленным за ними; представление ответственными исполнителями исходных данных; разработка исходного сетевого графика (модели); поверочный расчет параметров сетевого графика; корректировка сетевого графика и его параметров (оптимизация сетевого графика); утверждение оптимизированного сетевого графика к исполнению.

Правильность определения показателей работ существенно влияет на достоверность рассчитываемых параметров и, следовательно, оптимальность сетевого графика в целом.

При построении сетевых графиков обязательно соблюдать следующие правила:

1. В сети нельзя допускать «тупиков» (рис. 193,*а*), т. е. событий, из которых не выходит ни одной работы. Это правило не относится лишь к завершающему событию.

2. В сети не должно быть событий, в которые не входит ни одной работы, если эти события не являются для данной сети исходными.

3. В сети не должно быть замкнутых контуров (кольцевых связей), когда одна и та же работа одновременно зависит от выполнения предшествующей и последующей работ (рис. 193,*б*).

4. Любые два события могут соединяться не более чем одной стрелкой. На графике не должно быть одинаково закодированных работ, т. е. работ с общими начальными и конечными событиями. Для изображения на графике параллельного ведения нескольких работ, выходящих из одного и того же события и входящих в другое, являющееся для всех этих работ конечным, необходимо в сеть вводить дополнительные события и зависимости (фиктивные работы), как показано на рис. 193,*в*.

5. События на графике, подготовляемом к расчету параметров способом табличного алгоритма, должны нумероваться по определенному принципу: номер любого последующего события не должен быть меньше номера предшествующего события, что легко проверяется по направлению стрелок. В остальных случаях это правило не обязательно.

6. Группа работ при укрупненной системе построения графика может изображаться как одна работа, имеющая одно начальное и одно конечное события (рис. 193,*г*).

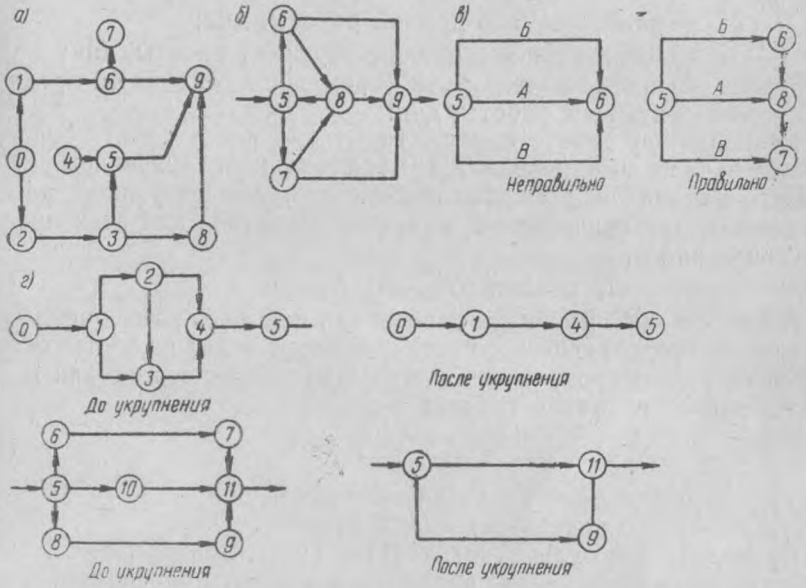


Рис. 193. Пояснения к правилам составления сетевых графиков

7. Для упрощения расчета параметров графика величины продолжительностей работ округляются до целых чисел.

8. В зависимости от количества самостоятельных целей сетевые графики строятся одноцелевыми с одним завершающим событием или многоцелевыми с несколькими завершающими событиями.

9. Поставки материалов, изделий, оборудования и средств механизации изображаются на графике сплошной линией со стрелкой с двумя кружками (один в другом) в хвостовой части стрелки. Наименование поставки записывается над стрелкой.

После построения сетевого графика приступают к определению его параметров — времени начала и окончания каждой работы, продолжительности критического пути и резервов времени начала работ.

В сетевых графиках каждая работа имеет по два варианта времени начала и окончания — раннее начало (РН) и раннее окончание (РО), позднее начало (ПН) и позднее окончание (ПО).

Раннее начало любой работы определяется продолжительностью самого длинного пути от исходного события, т. е. начала производственной сети, до начального события данной работы, обозначенного в коде первой цифрой.

Раннее начало работ, выходящих из исходного события, равно нулю.

Раннее начало любой работы, если ей предшествует одна работа, равно сумме раннего начала и продолжительности предшествующей работы

$$t_{i-j}^{\text{РН}} = t_{\text{предш}}^{\text{РН}} + t_{\text{предш}}, \tag{100}$$

где $t_{i-j}^{\text{РН}}$ — раннее начало данной работы, дни;

$t_{\text{предш}}^{\text{РН}}$ — раннее начало предшествующей работы, дни;

$t_{\text{предш}}$ — продолжительность (временная оценка), предшествующей работы, дни.

Если данной работе предшествуют две работы или более, то раннее начало ее определяется максимальным значением суммы раннего начала и продолжительности предшествующей работы, избранным при сравнении суммарных значений для всех предшествующих работ,

$$t_{i-j}^{\text{РН}} = \max\ (t_{\text{предш}}^{\text{РН}} + t_{\text{предш}}) . \tag{101}$$

Раннее окончание работы или наиболее раннее время наступления последующего события, которое в ходе работы обозначается второй цифрой, определяется суммой раннего начала и продолжительности данной работы

$$t_{i-j}^{\text{РО}} = t_{i-j}^{\text{РН}} + t_{i-j} , \tag{102}$$

где $t_{i-j}^{\text{РО}}$ — раннее окончание данной работы, дни;

t_{i-j} — продолжительность данной работы, дни.

Сравнивая формулы (100), (101) и (102), можно записать важное правило: раннее начало последующей работы определяется максимальным из значений ранних окончаний предшествующих работ, входящих в начальное событие данной последующей работы.

$$t_{\text{посл}}^{\text{РН}} = \max\ t_{\text{предш}}^{\text{РО}} . \tag{103}$$

Максимальное значение из ранних окончаний определяет продолжительность критического пути

$$T_{\text{кр}} = \max\ t_{i-j}^{\text{РО}} . \tag{104}$$

Позднее начало работы означает самое возможно позднее время начала данной работы, которое не вызовет задержки в плане завершения строительства. Оно определяется разностью продолжительности критического пути и самого длинного пути от начального события данной работы, которое в коде обозначено первой цифрой, до завершающего события комплекса работ.

Позднее окончание работы — это самое возможно позднее время окончания данной работы. Оно определяется суммой позднего начала и продолжительности данной работы

$$t_{i-j}^{\text{ПО}} = t_{i-j}^{\text{ПН}} + t_{i-j} , \tag{105}$$

где $t_{i-j}^{\text{ПО}}$ — позднее окончание данной работы, дни;

$t_{i-j}^{\text{ПН}}$ — позднее начало данной работы, дни.

Позднее окончание работ, заканчивающихся завершающим событием комплекса, равно максимальному из значений раннего окончания этих работ, т. е. величине критического пути,

$$t_{\text{заверш}}^{\text{ПО}} = T_{\text{кр}}. \tag{106}$$

Позднее начало работы равно разности между поздним окончанием и продолжительностью данной работы

$$t_{i-j}^{\text{ПН}} = t_{i-j}^{\text{ПО}} - t_{i-j}. \tag{107}$$

Исключительно важное значение имеет правило: позднее окончание предшествующей работы равно минимальному из значений поздних начал последующих работ, выходящих из конечного события этой предшествующей работы,

$$t_{\text{предш}}^{\text{ПО}} = \min t_{\text{посл}}^{\text{ПН}}. \tag{108}$$

При расчете параметров сетевого графика вручную нахождение ранних начал и поздних окончаний производится последовательно от исходного до завершающего события комплекса, а поздних окончаний и начал в обратном порядке — от завершающего до исходного события комплекса.

Работы, у которых их ранние начала и окончания, соответственно, равны поздним началам и окончаниям, т. е. при $t_{i-j}^{\text{РН}} = t_{i-j}^{\text{ПН}}$ и $t_{i-j}^{\text{РО}} = t_{i-j}^{\text{ПО}}$, лежат на критическом пути и не имеют резервов времени.

Все работы, лежащие вне критического пути, имеют резервы (запасы) времени, представляющие собой разность поздних и ранних характеристик работ.

Предельно допустимая длительность периода, на который можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения общего срока строительства, называется о б щ и м р е з е р в о м в р е м е н и (ОР), а без изменения раннего начала последующих работ, выходящих из конечного события данной работы, — ч а с т н ы м р е з е р в о м в р е м е н и (ЧР).

Общий резерв времени (в днях) данной работы находится по формулам:

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{\text{ПО}} - t_{i-j}^{\text{РО}}. \tag{109}$$

или

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{\text{ПН}} - t_{i-j}^{\text{РН}}. \tag{110}$$

Частный резерв времени (в днях) данной работы определяется путем сопоставления раннего начала последующей работы, в коде которой первая цифра равна второй цифре кода данной работы, с ранним окончанием данной работы:

$$r_{i-j} = t_{\text{посл}}^{\text{РН}} - t_{i-j}^{\text{РО}}. \tag{111}$$

Величина r_{i-j} лежит в пределах $0 \leqslant r_{i-j} \leqslant R_{i-j}$. Если для критических работ $R_{i-j}=0$, то и $r_{i-j}=0$.

Разница между продолжительностью критического пути и продолжительностью любого другого пути от исходного до завершающего события называется резервом времени данного пути и определяется формулой

$$P(L)=T_{кр}-t(L), \tag{112}$$

где $P(L)$ — резерв времени данного пути, дни;

$t(L)$ — продолжительность данного пути, дни.

Резерв времени пути L показывает, насколько в сумме могут быть предельно увеличены продолжительности всех работ, лежащих на этом пути, без срыва срока строительства.

Резервы времени работ и путей, являясь важными параметрами сети, все же не могут достаточно полно охарактеризовать напряженность сроков выполнения работ, лежащих на некритических путях, т. е. их очередность по степени срочности.

Для определения степени напряженности сроков выполнения работ служит величина коэффициента напряженности, которая находится по формуле

$$K_{н}(L)=\frac{t(L)-T'_{кр}(L)}{T_{кр}-T'_{кр}(L)}, \tag{113}$$

где $K_{н}(L)$ — коэффициент напряженности работ, лежащих на пути L;

$T'_{кр}(L)$ — продолжительность части критических работ, по которым проходит путь L, дни.

Чем выше значение коэффициента напряженности пути L, тем более жесткие сроки выполнения работ, лежащих на этом пути.

Рассмотрим планирование строительства 100 *пог. м* набережной уголкового профиля с внутренней анкеровкой методом СПУ (рис. 194).

Планирование начинается с составления исходной таблицы работ и ресурсов сетевого графика, затем, на основании данных таблицы, проектируется сетевая модель. Пример такой таблицы на строительство 100 *пог. м* набережной уголкового профиля дан в табл. 29.

Исходным событием сети является начальное событие подготовительных работ.

Дноуглубительные работы планируется начать через два дня после начала подготовительных работ, а остальная их часть выполняется параллельно с дноуглубительными работами, работами по отсыпке камня для устройства постели под блоки стенки и по тщательному ровнению поверхности каменной постели с помощью механического планировщика. Указанные работы (дноуглубительные и другие) выполняются последовательно, как предусмотрено технологией строительства.

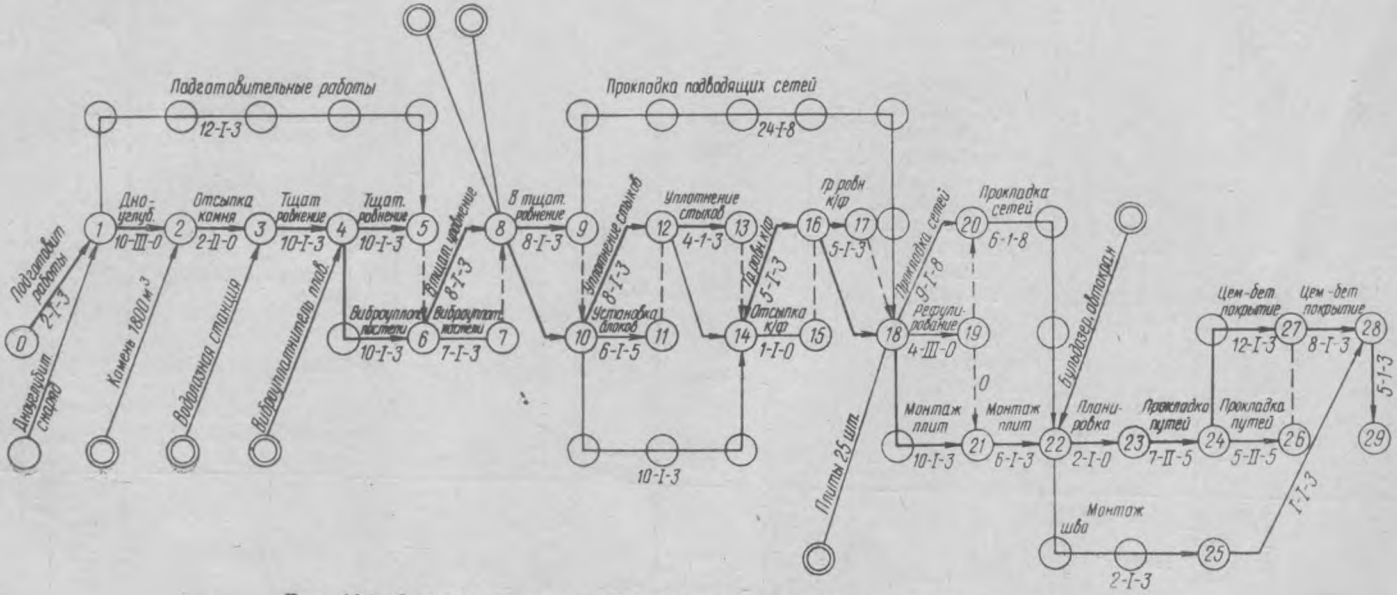


Рис. 194. Сетевой график на 100 *пог. м* набережной уголкового профиля

Таблица 29

№	№ п/п	Шифр (код) работы	Характеристика работы: Наименование работы	Продолжительность работы, дни	Объем работы: Единица измерения	Объем работы: Количество	Трудоемкость, чел.-дни	Исполнитель: Организация	Исполнитель: Бригада: Профессия	Исполнитель: Бригада: Количество человек в смену	Сменность	Механизация работ: Затраты машино-смен	Механизация работ: Основные механизмы: Наименование	Механизация работ: Основные механизмы: Количество	Потребность в основных материалах, конструкциях, полуфабрикатах и изделиях: Наименование	Единица измерения	Количество	Поставщик
—	1	0—1 1—5	Подготовительные работы	14	чел.-дни	42	42	ПСО	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—
1	2	1—2	Дноуглубительные работы	10	$м^3$	18 000	—	ТФ	—	—	3	30	Многочерпаковый снаряд Шаланда	1 4	—	—	—	—
2	3	2—3 3—4	Отсыпка каменной постели	2	$м^3$	1 800	—	ПСО	—	—	2	4	Шаланда Буксир Механический планировщик	2 2 1	Камень — —	$м^3$ — —	1800 — —	ПСО — —
3	4	3—4 4—5	Тщательное ровнение поверхности каменной постели	20	$м^2$	1300	60	»	Водолазы	3	1	20	Водолазная станция Виброуплотнитель	1 1	— —	— —	— —	— —
4	5	4—6 6—7	Виброуплотнение каменной постели	17	$м^2$	1300	51	»	»	3	1	17	Водолазная станция	1	—	—	—	—
2	6	10—14	Грубое ровнение поверхности каменной постели	10	$м^2$	540	30	»	»	3	1	10	Водолазная станция	1	—	—	—	—

5	7	6—8 8—9	Весьма тщательное ровнение каменной постели	16	$м^2$	1100	96	»	»	3	1	32	Водолазная станция	2	—	—	—	—
7	8	8—10 10—11	Установка блоков	14	шт.	25	70	»	Такелажники Водолазы	2 3	1	14	Плавкран 100 *т с*	1	Блоки	шт.	25	Завод ЖБИ
8	9	10—12 12—13	Уплотнение стыков между блоками	12	$м^2$	474	36	»	Такелажники Водолазы	3	1	12	Водолазная станция		Гидрорерин	$м^3$	474	ПСО
9	10	12—14 14—15	Отсыпка контрфильтра	2	$м^3$	245	—	»	—	—	1	2	Плавкран 5 *т с* Баржа Буксир	1 1 1	Щебень »	$м^3$	245	»
10	11	14—16 16—17	Грубое ровнение поверхности контрфильтра	10	$м^2$	510	30	»	Водолазы	3	1	10	Водолазная станция	1	—	—	—	—
11	12	16—18 18—19	Рефулирование территории	12	$м^3$	35250	—	ТФ	—	—	3	36	Самоходный землесос	1	Песок Плиты	$м^3$ шт.	35250 25	ТФ Завод ЖБИ
12	13	18—21 21—22	Монтаж и омоноличивание плит оголовка	16	$м^3$/шт.	130/25	48	ПСО	Монтажники	3	1	16	Автокран	1	Бетон	$м^3$	63	То же
2	14	9—18	Прокладка подводящих инженерных коммуникаций	24	чел.-дни	192	192	Субподрядчики	Сантехники, электрики	8	1	24	—	—	—	—	—	—
12	15	18—20 20—22	Прокладка инженерных сетей на причале	16	»	120	120	»	»	8	1	—	—	—	—	—	—	—
13	16	22—23	Планировка территории	2	$м^2$	1500	—	ПСО	—	—	2	4	Бульдозер	1	—	—	—	—

Продолжение табл. 29

№	№ п/п	Шифр (код) работы	Характеристика работы: Наименование работы	Продолжительность работы, дни	Объем работы: Единица измерения	Объем работы: Количество	Трудоемкость, чел.-дни	Исполнитель: Организация	Исполнитель: Бригада: Профессия	Исполнитель: Бригада: Количество человек в смену	Сменность	Механизация работ: Затраты машино-смен	Механизация работ: Основные механизмы: Наименование	Механизация работ: Основные механизмы: Количество	Потребность в основных материалах, конструкциях, полуфабрикатах и изделиях: Наименование	Единица измерения	Количество	Поставщик
16	17	23—24 24—26	Прокладка подкрановых железнодорожных путей	12	*пог. м*	400	120	Субподрядчики	Дорожники	5	2	24	Автокран	1	Рельсы	*пог. м* шт.	800 1400	Субподрядчик
13	18	22—25	Установка швартовных тумб	3	шт.	4	6	ПСО	Монтажники	2	1	3	»	1	Швартовные тумбы	шт.	4	ПСО
13	19	25—28	Навеска отбойных устройств	7	звено	18	21	»	»	3	1	7	»	1	Резиновые трубы	звено	18	»
17	20	24—27 27—28	Устройство цементно-бетонного покрытия	20	$м^2$	1200	60	Субподрядчик	Дорожники	3	1	20	Виброрейка Каток	1 1	Щебень Бетон	$м^2$ $м^3$	660 1025	Субподрядчик Завод ЖБИ
20	21	28—29	Отделочные работы и сдача объекта	5	чел.-дни	15	15	ПСО	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—

Для повышения темпа и осуществления поточности выполнения большей части последующих работ, фронт работ разбивается на две захватки, на которых одноименные работы, такие как виброуплотнение постели, весьма тщательное ровнение поверхности каменной постели, установка укрупненных блоков и другие, проводятся поочередно на первой и второй захватках.

На сетевом графике условие поточного выполнения работ легко проследить по совмещению работ во времени и по зависимостям. Например, работа по установке укрупненных блоков на первой захватке (работа *8—10*) начинается после окончания работы по весьма тщательному ровнению поверхности каменной постели на первой захватке (работа *6—8*), а работа по установке укрупненных блоков на второй захватке (работа *10—11*) начинается после окончания работы по весьма тщательному ровнению поверхности каменной постели (работа *8—9*) и окончания работы по установке укрупненных блоков на первой захватке (работа *8—10*).

Работа по грубому ровнению поверхности откосов каменной постели (работа *10—14*), не влияющая на технологию возведения набережной, планируется как параллельная с работами *10—11*, *10—12*, *12—13* и *12—14*.

Прокладка подводящих инженерных сетей (работа *10—18*), также не влияющая на технологию возведения стенки и до момента начала работ по прокладке инженерных сетей на причале, выполняется параллельно с работами *10—11*, *10—12*, *10—14*, *12—13*, *12—14*, *14—15*, *14—16*, *16—17* и *16—18*.

После проверки правильности составления сетевого графика с точки зрения технологии выполнения работ, нумерации событий и записи временных оценок работ, производится расчет параметров графика. В рассматриваемом примере расчет выполняется в табличной форме (табл. 30). Код работ заносится в графу 2, а продолжительность работ — в графу 3, при этом для удобства выполнения расчета код работ записывается в последовательно возрастающем порядке первой цифры кода. Например, вначале все работы, выходящие из события *0*, затем — из события *1* и т. д.

В графу 1 записываются номера всех предшествующих данной работе событий, количество которых определяется по числу стрелок, входящих в начальное событие данной работы на графике. Например, работе *2—3* предшествует только одно событие *1*, так как в событие *2* входит только одна стрелка — работа *1—2*; работе *5—6* предшествуют два события *1* и *4*, так как в событие *4* входят две работы *1—5* и *4—5*.

Определение ранних начал и окончаний выполняется в таблице сверху вниз последовательно для каждой работы, начиная от работы *0—1* и кончая *28—29*. Например, для исходной работы *0—1*, поскольку она не имеет предшествующих работ, раннее начало равно *0*, а раннее окончание согласно формуле (102) равно $0+2=0$; раннее начало работы *2—3* согласно формуле (103) равно раннему окончанию предшествующей работы *1—2*, т. е. 12.

Таблица 30

№ предшествующих событий	Код	Продолжительность работы	Раннее время		Позднее время		Резервы времени		Календарная дата начала работы
			РН	*РО*	*ПН*	*ПО*	*ОР*	*ЧР*	
—	0–1	2	0	2	0	2	0	0	1/VI
0	1–5	12	2	14	22	34	20	20	4/VI
0	1–2	10	2	12	2	12	0	0	4/VI
1	2–3	2	12	14	12	14	0	0	15/VI
2	3–4	10	14	24	14	24	0	0	18/VI
3	4–5	10	24	34	24	34	0	0	29/VI
3	4–6	10	24	34	24	34	0	0	29/VI
1, 4	5–6	0	34	34	34	34	0	0	—
4, 5	6–7	7	34	41	35	42	1	0	11/VII
4, 5	6–8	8	34	42	34	42	0	0	11/VII
6	7–8	0	41	41	42	42	1	1	—
6, 7	8–10	8	42	50	42	50	0	0	19/VII
6, 7	8–9	8	42	50	42	50	0	0	19/VII
8	9–10	0	50	50	50	50	0	0	—
8	8–18	24	50	74	51	75	1	1	27/VII
8, 9	10–11	6	50	56	52	58	2	0	27/VII
8, 9	10–12	8	50	58	50	58	0	0	27/VII
8, 9	10–14	10	50	60	52	62	2	2	27/VII
10	11–12	0	56	56	58	58	2	2	—
10, 11	12–13	4	58	62	58	62	0	0	5/VIII
10, 11	12–14	1	58	59	61	62	3	3	5/VIII
12	13–14	0	62	62	62	62	0	0	—
10, 12, 13	14–16	5	62	67	62	67	0	0	9/VIII
10, 12, 13	14–15	1	62	63	66	67	4	0	9/VIII
14	15–16	0	63	63	67	67	4	4	—
14, 15	16–17	5	67	72	70	75	3	0	15/VIII
14, 15	16–18	8	67	75	67	75	0	0	15/VIII
16	17–18	0	72	72	75	75	3	3	—
9, 16, 17	18–19	4	75	79	81	85	6	0	24/VIII
9, 16, 17	18–20	9	75	84	76	85	1	0	24/VIII
9, 16, 17	18–21	10	75	85	75	85	0	0	24/VIII
18	19–20	0	79	79	85	85	6	5	—
18	19–21	0	79	79	85	85	6	6	—
18, 19	20–22	6	84	90	85	91	1	1	4/IX
18, 19	21–22	6	85	91	85	91	0	0	5/IX
21	22–23	2	91	93	91	93	0	0	12/IX
21	22–25	2	91	93	111	113	20	0	12/IX
22	23–24	7	93	100	93	100	0	0	14/IX
23	24–26	5	100	105	107	112	7	0	22/IX
23	24–27	12	100	112	100	112	0	0	22/IX
22	25–28	7	93	100	113	120	20	20	14/IX
24	26–27	0	105	105	112	112	7	7	—
25, 26	27–28	8	112	120	112	120	0	0	7/X
25, 27	28–29	5	120	125	120	125	0	0	16/X

Необходимо обратить особое внимание на то, что вторая цифра кода предшествующей работы всегда равна первой цифре кода последующей работы и что код предшествующих работ складывается из номера предшествующего события (графа 1) и первой цифры кода данной работы.

Так, для работы *8—10* раннее начало равно согласно формуле (103) максимальному из значений раннего окончания работ *6—8* и *7—8* (цифры 6 и 7 указаны в графе 1 как номера предшествующих событий), т. е. 42 дням.

У завершающей работы *28—29* раннее окончание равно 125 дням, что является максимальным значением из всех значений ранних окончаний работ сетевого графика. Согласно формуле (104) это означает, что продолжительность критического пути равна 125 дням, а в соответствии с формулой (106) — позднее окончание работы *28—29* также равно 125 дням.

По сравнению с календарным планом, составленным в линейной форме (см. табл. 29), сетевой график дал возможность сократить срок строительства на 15 дней.

Нахождение поздних начал и окончаний выполняется в таблице снизу вверх, последовательно для каждой работы, начиная от работы *28—29* и кончая работой *0—1*.

Позднее начало работы *28—29* по формуле (107) равно разности между значениями позднего окончания данной работы и ее продолжительности, т. е. 125—5 = 120 дням.

Для быстрого и безошибочного определения значений поздних окончаний предшествующих работ служит правило: значение позднего начала последующей работы соответствует номеру начального события этой работы или первой цифре кода ее, а значение позднего окончания предшествующей работы, у которой конечное событие имеет тот же номер, что и начальное событие последующей работы, соответствует второй цифре кода. Так, например, если для работы *28—29* позднее начало, равное 120, соответствует цифре *28,* стоящей на первом месте в коде, то для работы *27—28*, у которой цифра *28* стоит на втором месте в коде, значение позднего окончания ее также равно *120.* Или, например, для работы *21—22* значение позднего окончания, согласно формуле (108), равно минимальному из значений поздних начал работ *22—23* и *22—25*, так как цифра 22 у этих работ стоит на первом месте в коде, а именно — значению позднего начала работы *22—23*, равному 93, так как значение позднего начала работы *22—25* равно 113, что больше 93.

Общий резерв времени работ находится как разность между поздними и ранними параметрами работ. Например, для работы *1—5* общий резерв времени будет равен 20 (34—14=20 или 22—2=20), для работы *19—21* равен 6 (85—79=6).

Частный резерв времени работ согласно формуле (111) и пояснениям к ней определяется разностью между ранним началом последующей работы и ранним окончанием данной работы. Например, для работы *1—5* частный резерв находится путем сопоставления раннего начала работы *5—6* и раннего окончания данной работы *1—5,* т. е. 34—14=20; для работы *7—8* разницей между ранним началом работ *8—9* или *8—10* и ранним окончанием данной работы, т. е. 42—41=1, а для работы *22—25* разницей между

ранним началом работы *25—28* и ранним окончанием данной работы *22—25*, т. е. 93—93=0.

Работы *28—29, 27—28, 24—27, 23—24, 22—23, 21—22, 18—21, 16—18, 14—16, 13—14, 12—13, 10—12, 9—10, 8—9, 8—10, 6—8, 5—6, 4—6, 4—5, 3—4, 2—3, 12—2* и *0—1*, отмеченные на сетевом графике утолщенными стрелками, являются критическими, так как значения резервов времени у этих работ равны нулю.

Необходимо указать, что критический путь в некоторых событиях раздваивается и проходит по параллельно выполняемым работам, имеющим одинаковую продолжительность. Например, критическими являются работы *4—5* и *4—6*, осуществляемые одновременно и имеющие одинаковые временные оценки.

После определения параметров сетевого графика производится привязка начала выполнения каждой работы к конкретной календарной дате по значениям ранних начал данных работ. Например, если принимается начало строительства 1 июня, то дата начала работы *0—1* также будет 1 июня, а работы *8—10* через 50 дней после начала строительства, так как значение раннего начала работы *8—10* равно 50.

При привязке работ к календарным датам в расчет принимаются только рабочие, а не календарные дни и из общего количества дней каждого месяца нужно исключать выходные и праздничные дни.

Если после определения даты завершения строительства выясняется, что продолжительность осуществления комплекса работ сетевого графика превосходит заданную (директивную или нормативную) продолжительность возведения объекта и, следовательно, продолжительность критического пути не соответствует заданному условию, необходимо провести оптимизацию исходного сетевого графика по времени путем изменения планируемых параметров графика для уменьшения срока выполнения работ.

Оптимизация исходного сетевого графика преследует цель сокращения продолжительности критического пути с одновременным соблюдением условия равномерного потребления ресурсов.

Сокращение продолжительности критического пути достигается за счет:

пересмотра структуры (топологии) сети, т. е. изменения состава или последовательности выполнения отдельных работ, а также взаимосвязи между ними;

увеличения количества механизмов и рабочих на критических работах, в первую очередь за счет работ, не лежащих на критическом пути; введения дополнительных смен работы; увеличения числа параллельно выполняемых (совмещенных во времени) работ; использования более индустриальных элементов (например, путем замены монолитных элементов сборными); улучшения организации и технологии ведения работ.

Одновременно с уменьшением продолжительности критического пути необходимо также сокращать продолжительность всех путей, превышающих заданный срок строительства.

Оптимизация осуществляется путем последовательного, иногда многократного, улучшения исходного сетевого графика, пока не будет найден оптимальный вариант.

На основании данных оптимизированного сетевого графика разрабатываются графики движения рабочих, механизмов, основных материалов и изделий. Необходимо указать, что оптимизированный сетевой график по срокам выполнения работ не всегда может дать удовлетворительные результаты по потреблению ресурсов — людских, материально-технических и финансовых. Обычно первое построение графика движения рабочих не дает приемлемых результатов и на графике получается несколько «пиков» и «провалов».

Аналогичные результаты могут выявиться и на графиках движения механизмов, материалов и изделий.

Улучшение показателей графиков может быть достигнуто двумя путями: передвижкой ранних начал некритических работ, имеющих большие общие резервы времени (они называются работы с «плавающими сроками»), и дополнительной оптимизацией сетевого графика методом последовательных приближений, пока не будет найден оптимальный вариант по равномерности использования ресурсов, одновременно удовлетворяющий также и условию по продолжительности строительства.

Помимо табличного алгоритма расчета параметров сетевого графика, существует еще много различных способов. Одним из них является алгоритм расчета параметров сетевого графика вручную непосредственно на нем, без составления вспомогательной таблицы.

Для записи получаемых в результате расчета параметров все события сетевого графика изображаются в более укрупненном масштабе, а кружки разделяются на четыре сектора, в которые вписываются номер события (порядок нумерации может быть любой) и после определения — значение раннего начала выходящей из данного события работы, значение позднего окончания входящей в данное событие работы и номер предшествующего события, через которое к данному событию проходит максимальный путь от исходного события (рис. 195).



Рис. 195. Содержание четырехсекторного события

Существует несколько способов изображения сетевых графиков в линейной форме (интерпретации), при этом сохраняется математическое содержание графика. Рассмотрим один из них. На рис. 196 приведен в линейной форме сетевой график на строительство отбойного пала (см. рис. 192). На линейном графике сохра-

нен код каждой работы, записанный над стрелками, и продолжительность работ, записанная под стрелками.

Работы, изображенные стрелками в масштабе времени, на графике расположены в технологической последовательности. Начало координат соответствует началу работ — исходному событию.

По линейному графику легко определяются: критический путь от начала до конца строительства, равный 26 дням, и общие резервы работ *4—6, 7—9, 11—13* и *12—13,* соответственно равные 1, 1, 3 и 2 дням, а также частные резервы этих же работ, равные в нашем примере общим резервам.

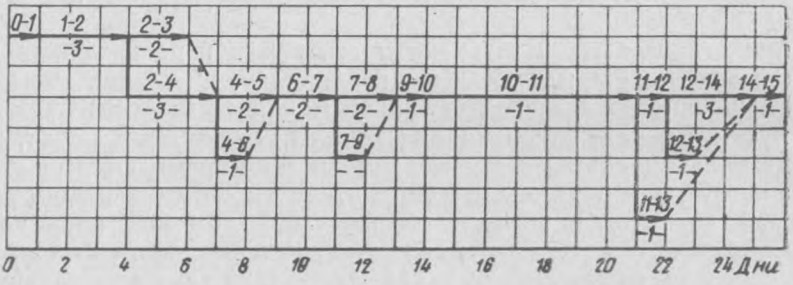


Рис. 196. Сетевой график в линейной форме

Выше были показаны некоторые способы расчетов параметров сетевых графиков вручную, имеющих в своем составе не более 300 работ. При большом числе работ для расчетов используется электронно-вычислительная техника. Для этой цели разработаны стандартные программы, задаваемые электронно-вычислительным машинам, которые обрабатывают закодированную информацию и выдают ответную расчетную информацию. После расшифровки информации получают показатели по всем параметрам сети.

При большом отдалении вычислительного центра (ВЦ) от места строительства исходные данные могут передаваться на ВЦ по общим линиям телеграфной связи с помощью телетайпов, установленных на диспетчерских пунктах (ДП) строительства и ВЦ.

Оперативное управление и контроль за ходом строительства по оптимизированным сетевым графикам. Они слагаются из многих операций: составления оперативной информации; сбора и обработки информации с внесением необходимых коррективов в исходные данные для расчета параметров в связи с изменившимися условиями строительства; расчета новых параметров; подготовки предложений по сокращению продолжительности критического пути; принятия решений с внесением изменений в сетевой график; передачи результатов изменения параметров сетевого графика ответственным исполнителям работ и руководству строительства; контроль за выполнением разработанных мероприятий.

Оперативный контроль за ходом строительства по сетевому графику осуществляется на разных уровнях — от треста (управления) до производственного участка.

Начальник строительства контролирует выполнение работ через производственно-диспетчерский аппарат и оперативную группу по сетевому планированию треста (управления).

Областями наиболее целесообразного применения метода СПУ в портовом гидротехническом строительстве являются: планирование, контроль и оперативное управление такими видами деятельности, как строительство отдельных (или комплексов) сооружений; реконструкция (или капитальный ремонт) существующих сооружений; разработка и выпуск технической документации на строительство, реконструкцию и капитальный ремонт сооружений.

Разработка сетевых графиков выполняется: на стадии технических проектов — проектными организациями, на стадии рабочих чертежей — оперативными группами строительно-монтажных организаций.

Методика планирования поточного строительства. Рассмотрим пример, когда объект расчленен на большое число захваток.

По организационной сложности строительные потоки разделяются на частные, специализированные, объектные и комплексные.

Частным потоком называется непрерывная и равномерная работа одной специализированной бригады (звена, водолазной станции), выполняющей один или несколько простых строительных процессов на последовательно занимаемых захватках.

Специализированный поток — совокупность частных потоков, при выполнении которых на захватке в определенной последовательности создается продукция в виде законченных конструктивных элементов сооружения.

Объектный поток слагается из специализированных потоков; конечной продукцией его является законченный и подготовленный к сдаче объект.

Комплексный поток организуется на строительстве комплекса портовых гидротехнических сооружений и является совокупностью объектных потоков; конечная продукция — комплекс построенных объектов.

Для создания на объекте строительного потока, обеспечивающего равномерность и непрерывность выпуска продукции, необходимо разделить производственный процесс по возведению объекта (объектный поток) на составляющие процессы, расчленить сооружение на захватки (участки) и определить: очередность включения захваток в работу, технологическую последовательность выполнения процессов на захватках, общую продолжительность выполнения каждой работы и продолжительность ее выполнения на каждой захватке и рассчитать параметры потока.

Поток может быть организован тремя методами — последовательным, когда переход на следующую захватку выполняется после завершения всех работ на предшествующей захватке; параллельным, когда работы на всех захватках начинаются и заканчиваются одновременно, и поточно-совмещенным.

Темп возведения объекта поточным методом зависит от числа исполнителей, количества и мощности строительных механизмов и плавтехсредств, участвующих в потоке, и уровня выполнения производственных норм, достигнутого на строительстве аналогичных объектов. Темп потока определяется отношением количества выпущенных из потока захваток ко времени, за которое они выпущены.

Глава XIX. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И АНАЛИЗ ПРОЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

§ 73. Технико-экономические показатели

При проектировании современных портов или судоремонтных и судостроительных предприятий необходима сравнительная экономическая оценка эффективности принимаемых технических решений. При этом особо важное значение имеет выбор базы для сравнения. Неправильный выбор ее при всей доброкачественности расчета сравниваемых величин может лишь создать иллюзию о прогрессивности принятых проектных решений, в действительности ориентированных на устаревшие конструкции и технику.

Одним из основных факторов, влияющих на эффективность капитальных вложений в портовое гидротехническое строительство, является экономичность проектных решений.

Для объективной и однозначной оценки сравниваемых между собой проектных решений и выбора наиболее эффективного варианта конструкции, рекомендуемого к строительству в заданных условиях, существует система технико-экономических показателей. Каждый показатель этой системы имеет четкое техническое либо экономическое содержание.

Основные показатели. Они характеризуют главные стороны сравниваемых вариантов, к ним относятся следующие.

1. Сметная стоимость сооружения ($K_{см}$). Этот показатель охватывает все затраты ресурсов (материальных, технических, людских) в денежном выражении. Уменьшение этих затрат во многих случаях предопределяет экономичность варианта проектного решения.

На рис. 197 показаны графики зависимости стоимости 1 *пог. м* причальных сооружений основных типов от глубины воды у кордона. Стоимости подсчитаны по типовым проектам сооружений в ценах 1969 г., привязанных к ценам, действующим на строительстве гидротехнических объектов Одесского порта. В эти стоимости не включены затраты на дноуглубительные работы (дноуглубление под конструкцию), стоимость прокладки инженерных коммуникаций, а также затраты на образование тыловой территории за пределами участка, отстоящего от линии кордона сооружения на 20 *м*.

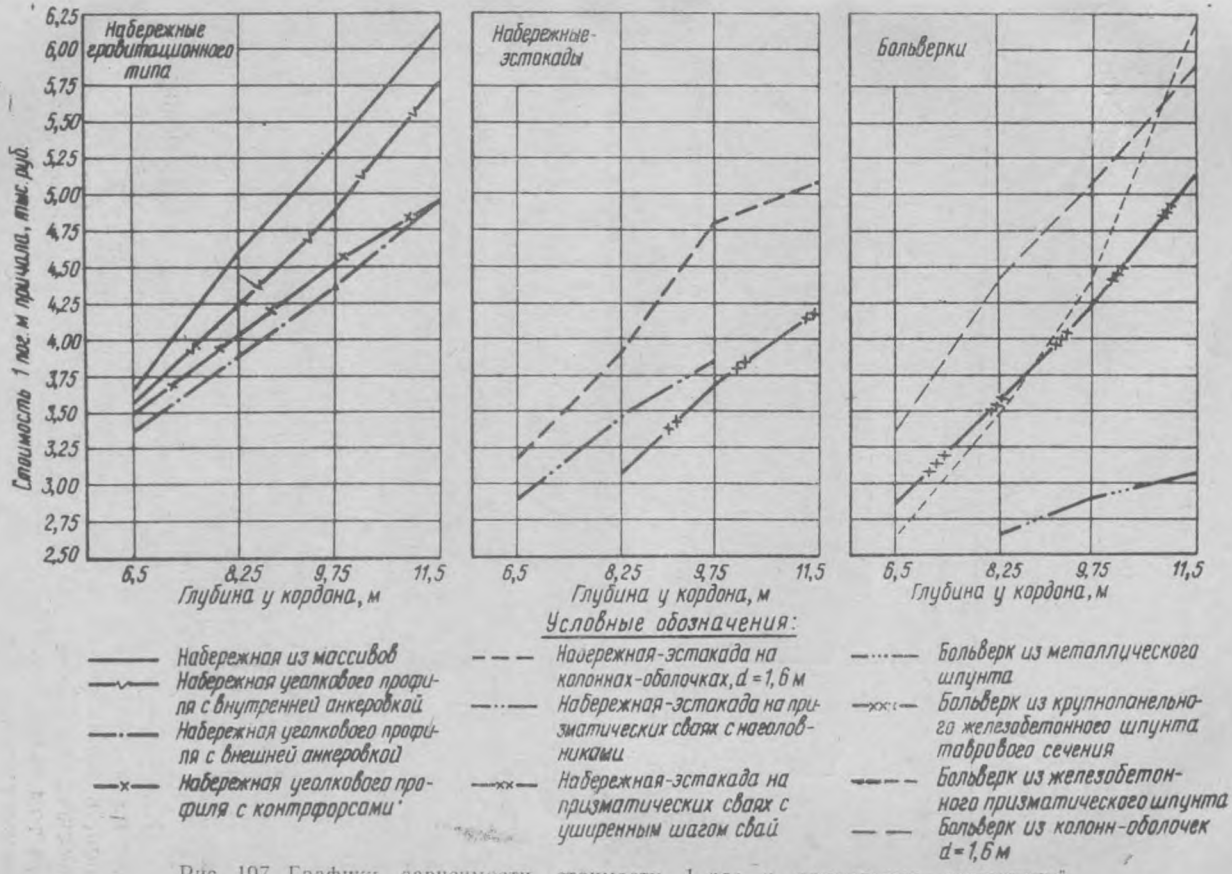


Рис. 197. Графики зависимости стоимости 1 *пог. м* причальных сооружений основных типов от глубины у кордона

Ориентировочная стоимость 1 *пог. м* причального сооружения из железобетонных оболочек большого диаметра (10,5 *м*), состоящих из 10 железобетонных скорлуп:

Для глубины 9,75 *м* . . . . . 3,4 тыс. руб.
„ „ 11,5 „ . . . . . 3,9 „ „

Ориентировочная стоимость (в тыс. руб.) 1 *пог. м* оградительных сооружений (молов) различных типов в зависимости от высоты (от отметки дна акватории до отметки верха надводной стенки) сооружения приведена в табл. 31.

Таблица 31

Высота сооружений, *м*	Волнолома		
	из массивовой кладки	из массивовой наброски	из массивов-гигантов
10	6,5	6,3	7,5
11	7,9	7,6	8,2
12	9,3	8,9	9,6
13	10,4	10,2	10.9
14	11,7	11,4	12,5

Ориентировочная стоимость 1 *пог. м* берегоукрепительных сооружений:

Откосные берегоукрепления на глубину до 1,5 *м* 1,4—1,8 тыс. руб.
„ „ „ „ „ 2,0 „ 2.8—3,4 „ „
Полуоткосные берегоукрепления . . . . . 0,7—1,5 „ „

При привязке к местным условиям строительства необходимо стоимость 1 *пог. м* сооружения, принятого по графику, увеличивать на переходный коэффициент привязки цен к местным условиям в зависимости от территориального пояса, в котором расположен район строительства (см. табл. 32) и коэффициент привязки типового проекта, равный 1,5, учитывающий дополнительные затраты, не включенные в стоимость.

Стоимости оградительных и берегоукрепительных сооружений умножать на коэффициент привязки типового проекта не следует.

2. Затраты труда на строительно-монтажные работы. Этот показатель характеризует трудоемкость возведения сооружения и степень экономии труда.

На графике (рис. 198) показаны ориентировочные затраты труда на возведение 1 *пог. м* причальных сооружений различных типов, в зависимости от глубины воды у кордона. В трудоемкость включены затраты труда на выполнение подготовительных работ (в том числе водолазное обследование дна акватории), прокладку инженерных коммуникаций (водопровода, ливневой канализации, электрических кабелей, кабелей связи), укладку подкрановых и железнодорожных путей, устройство покрытия территории причала и других работ.

Таблица 32

Территориальные пояса	Наименование района	Переходный коэффициент
I	Побережье Балтийского моря и северо-западной части Каспийского моря (Астраханская область)	1,0
II	Побережье Черного и Азовского морей. Побережье западной части Каспийского моря (г. Махачкала). Побережье северо-восточной части Каспийского моря (г. Гурьев)	1,02
IV	Побережье восточной части Каспийского моря (п. Красноводск). Порты Чарджоу, Термез. Побережье Белого моря до Полярного круга. Побережье Баренцева моря (п. Мурманск)	1,23
V	Побережье Тихого океана (Приморский и Хабаровский края южнее 55-й параллели)	1,30
VI	Побережье Тихого океана (Хабаровский край севернее 55-й параллели)	1,80
VIII	Побережье Тихого океана (полуостров Камчатка южнее 55-й параллели, Магаданская область южнее Полярного круга)	2,32
IX	Побережье Тихого океана (полуостров Камчатка севернее 55-й параллели, Усть-Камчатск), остров Сахалин	2,37
X	Побережье, расположенное севернее Полярного круга	2,61

3. Продолжительность строительства $t_{стр}$. Этот показатель характеризует одну из важных сторон прогрессивности разработанной конструкции и определяется по календарному плану или сетевому графику строительства, составленному при проектировании организации строительства (или производства работ), и используется при сравнении вариантов конструкций с разными сроками возведения для выявления влияния фактора времени на эффективность строительства.

Во всех случаях продолжительность строительства запроектированной конструкции должна быть меньше или равна нормативной.

4. Годовые эксплуатационные расходы по содержанию построенного сооружения (C). Этот показатель отражает эффективность капитальных вложений вне сферы строительства после ввода объекта в эксплуатацию и складывается из амортизационных отчислений на восстановление (реновацию) первоначальной стоимо-

сти сооружения, годовых затрат на текущий ремонт и приведенных годовых затрат на капитальный ремонт сооружения.

Дополнительные показатели. Наиболее характерными из них для морского гидротехнического строительства являются следующие.

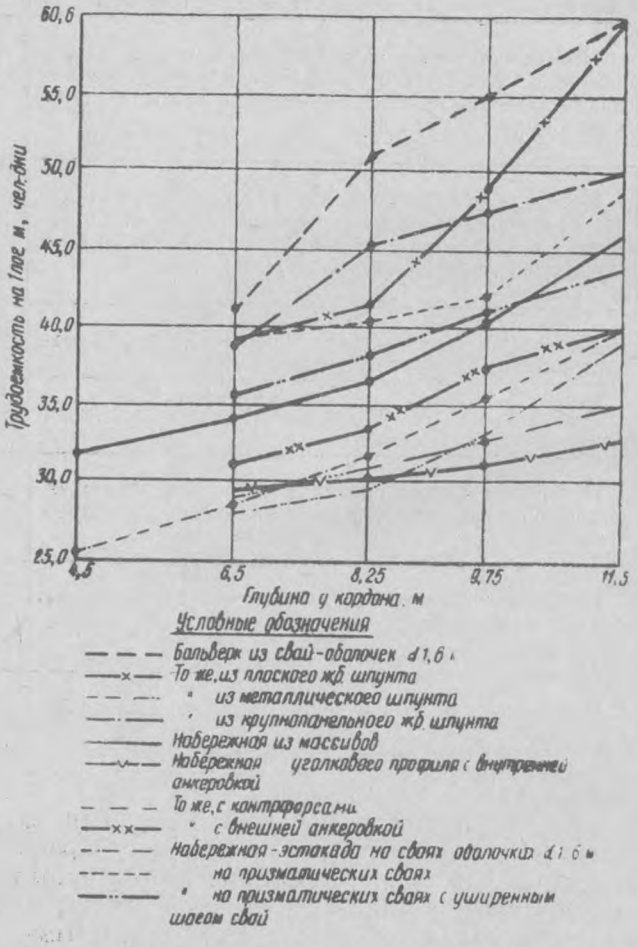


Рис. 198. График затрат труда на возведение 1 *пог. м* причальных сооружений в зависимости от глубины у кордона

1. Материалоемкость разработанных конструкций. Этот показатель отражает общий характер и целесообразность проектных решений, а также расход материальных ресурсов в натуральных единицах измерения ($м^3$, $т$, $м^2$ и т. п.). Уменьшение материалоемкости является наибольшей потенциальной возможностью снижения сметной стоимости строительства. При близких по величине

или равных сметных стоимостях сравниваемых вариантов проектных решений показатель материалоемкости становится одним из решающих для оценки эффективности. Предпочтение отдается тому варианту, у которого наименьший расход материалов, в первую очередь — дефицитных.

Расход материалов для новых конструкций сооружений определяется на основании объемов работ с использованием нормативов СНиП. Так, по данным ЦНИИС, расход бетона и железобетона для оболочек большого диаметра (10,5 *м*) из 10 скорлуп составляет: для глубины кордона 9,75 *м* — 920,5 $м^3$, для глубины 11,5 *м* — 1025 $м^3$, монолитного бетона соответственно 378 и 406 $м^3$, а стали 160 и 170 *т*.

На рис. 199 приведен расход основных материалов на 1 *пог. м* причальных сооружений по типовым проектам.

При определении эффективности взаимозаменяемых и прогрессивных видов материалов расчет производится на трех уровнях:

эффект в производстве новых видов строительных материалов;

эффект от применения новых материалов в строительстве;

эффект в процессе эксплуатации новых материалов.

2. Сроки службы сооружений ($T_{сл}$). Этот показатель характеризует способность сооружения находиться в эксплуатационном состоянии при соответствующем уходе за ним. При сравнении вариантов необходимо, чтобы период сравнения по срокам службы был одинаковым. Если, например, у сооружения по I варианту срок службы ($T_{сл.1}$) меньше срока службы, чем у сооружения по II варианту ($T_{сл.2}$) в два раза, то, следовательно, за период службы сооружения, построенного по II варианту, необходимо дважды строить сооружение по I варианту.

3. Удельный вес строительно-монтажных работ в общей стоимости сооружения. Этот показатель характеризует технический уровень проектного решения (технологическую структуру капитальных вложений), так как в общую сметную стоимость объекта включаются затраты на приобретение и монтаж оборудования (портальных кранов для перегрузочных операций и др.).

Технический уровень проектного решения определяется формулой

$$T_у = \left(1 - \frac{K_{см}}{K_{общ}}\right) 100\%, \qquad (114)$$

где $K_{см}$ — сметная стоимость строительно-монтажных работ, тыс. руб.;

$K_{общ}$ — общая сметная стоимость (объем капитальных вложений на строительство объекта и механизации для эксплуатационных надобностей), определяемая по сводной смете, тыс. руб.

Чем больше значение $T_у$, тем выше технический уровень проектного решения.

4. Уровень механизации строительно-монтажных работ определяется по формуле (8).

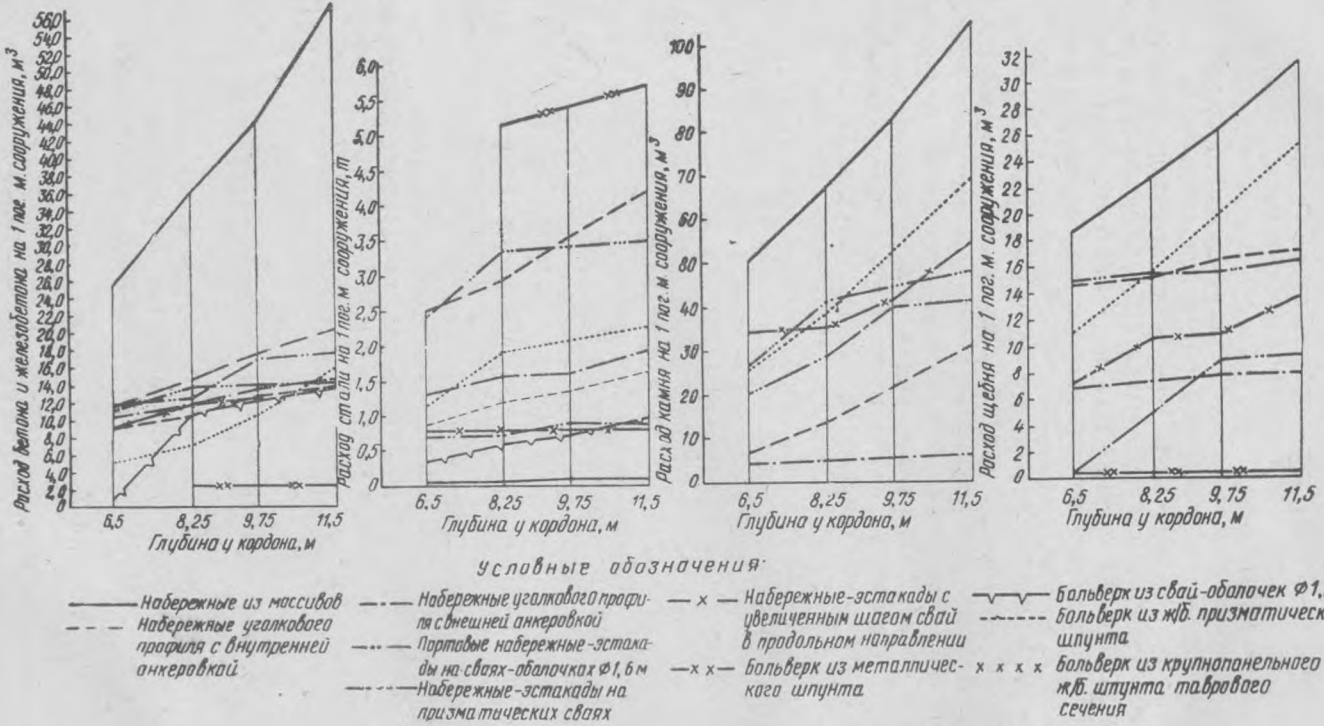


Рис. 199. Графики расхода основных материалов на 1 *пог. м* причальных сооружений по типовым проектам

5. Уровень использования сборных конструктивных элементов (или уровень сборности) определяется по формуле

$$У_{сб}=\frac{K_{сб}}{K_{ми}}, \qquad (115)$$

где $K_{сб}$ — сметная стоимость сборных элементов, тыс. руб.;
$K_{ми}$ — суммарная сметная стоимость всех материалов, изделий и монолитных элементов, тыс. руб.

6. Степень использования береговых средств механизации. Этот показатель характеризует возможность возведения конструкции вне зависимости (или в малой зависимости) от состояния моря. Чем выше степень использования береговых средств механизации, тем меньше стоимость эксплуатации строительных машин, используемых на строительстве, учитываемая в сметных расчетах. В современных условиях строительно-монтажные организации оснащены плавкранами, однако по грузоподъемности они распределяются в ограниченном диапазоне, что приводит к удорожанию строительства. Для иллюстрации этого положения на рис. 200 приведены графики стоимости машино-смен самоходных и несамоходных плавкранов в зависимости от их грузоподъемности.

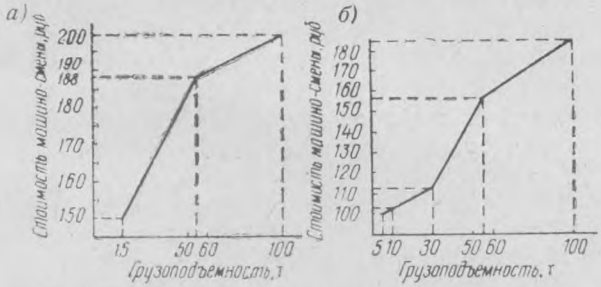


Рис. 200. Схема стоимости машино-смен в зависимости от грузоподъемности плавкранов:
а — самоходных; б — несамоходных

7. Степень (уровень) заводской готовности элементов. Этот показатель характеризует удельный вес затрат труда на изготовление сборных элементов в заводских (или полигонных) условиях в общих затратах труда на возведение сооружения и определяется по формуле

$$У_{зг}=\frac{T_{рз}}{T_{рз}+\Sigma T_{р}}\,100\%, \qquad (116)$$

где $T_{рз}$ — затраты труда на изготовление сборных элементов, чел.-дни;
$\Sigma T_{р}$ — суммарные затраты труда на возведение сооружения в условиях строительной площадки, чел.-дни.

В свою очередь

$$T_{р}=T_{рм}+T'_{р}, \qquad (117)$$

где $T_{рм}$ — затраты труда на монтаж сборных элементов на месте строительства, чел.-дни;

$T'_р$ — затраты труда на до- и послемонтажные работы (сварку, омоноличивание и т. п.), чел.-дни.

8. Уровень использования унифицированных и типовых элементов.

9. Количество типов и типоразмеров элементов.

10. Соответствие весов элементов грузоподъемности средств транспорта.

11. Возможность применения наиболее современных методов работ.

Дополнительные показатели (8—11) характеризуют степень индустриальности конструкции.

Дополнительные показатели имеют большое значение при сравнении и выборе варианта, если нет достоверных данных о стоимостных показателях сооружений. Например, при сравнении с конструкциями, разработанными за рубежом, либо в начальной стадии проектирования, когда экономические показатели вариантов конструкций еще не выведены. Дополнительные показатели помогают также изыскивать резервы для дальнейшего технического усовершенствования конструкций.

Важнейшее условие любого сравнения — однородность (сопоставимость) сравниваемых показателей и учет только тех факторов, которые подвергаются изменениям в сравниваемых вариантах. Поэтому при сравнении вариантов проектных решений должны соблюдаться условия сопоставимости. К ним относятся: единые природные условия осуществления строительства, качественная равноценность конструкций, равенство мощностей, одинаковая степень готовности, единая методология учета затрат и др.

В процессе сравнительной оценки проектных решений используются два последовательных приема:

сравнение между собой вариантов проектных решений, когда по самому характеру задачи определения наиболее эффективного варианта-эталона для сравнения не существует и каждый вариант для всех других выполняет функцию эталона;

сравнение отобранного варианта сооружения с эталонной конструкцией, в качестве которой выбирается наиболее прогрессивная возведенная или запроектированная ранее конструкция, отвечающая современным требованиям строительства и эксплуатации.

В заключение следует отметить следующее.

1. На основании анализа графика, приведенного на рис. 197, можно установить, что стоимости гравитационных причальных сооружений возрастают примерно пропорционально глубине у кордона. Особенно ярко выражена линейная закономерность у сооружений из массивов. Такая пропорциональность позволяет описать изменения стоимости 1 *пог. м* сооружений гравитационного типа с помощью линейного уравнения

$$S = a + bh, \tag{118}$$

где S — стоимость 1 *пог. м* сооружения, тыс. руб.;

a — постоянный коэффициент для данного типа сооружения;

b — коэффициент при переменной величине h;

h — глубина у кордона, *м*.

Для ориентировочных подсчетов стоимости 1 *пог. м* сооружений гравитационного типа эта формула вполне применима. Значения коэффициентов a и b приведены в табл. 33.

Таблица 33

Сооружение	Величина коэффициентов	
	a	b
Набережная из массивов	0,45	0,50
» уголкового профиля с внутренней анкеровкой	0,60	0,46
» с внешней анкеровкой	1,60	0,30
» с контрфорсами	1,40	0,30

Изменения стоимостей 1 *пог. м* набережных-эстакад и больверков, начиная с глубины 8,25 *м*, не пропорциональны росту глубин у кордона, что объясняется конструктивными особенностями этих сооружений.

2. Грунтовые условия в основании в значительной степени влияют на стоимость сооружения. Для всех конструкций причальных сооружений, кроме больверков из железобетонного призматического и металлического шпунтов, характер изменения стоимости 1 *пог. м* конструкции в различных грунтовых условиях сохраняется таким же, как показан на рис. 197, где стоимости приведены для грунтов с $\varphi = 25°$. Стоимость 1 *пог. м* больверков из железобетонного призматического и металлического шпунтов по мере ухудшения грунтовых условий, начиная с глубин от 8,25 *м* и ниже, резко возрастают.

3. Чем больше материалоемкость конструкции, тем выше ее сметная стоимость. Особенно высокой стоимостью отличаются сооружения со значительным расходом камня и щебня на устройство постелей, разгрузочных призм и подпричальных откосов. Это объясняется не только высокой стоимостью камня и щебня, но также большой трудоемкостью и многодельностью выполнения работ, и в первую очередь подводно-технических. На рис. 199 показан характер изменения расхода материалов по мере увеличения глубин у кордона сооружения.

4. Наименьшей трудоемкостью обладают конструкции с малыми объемами каменных отсыпок, подводно-технических, до- и послемонтажных работ, а также монтируемые укрупненными блоками (набережные уголкового профиля с внутренней анкеровкой и контрфорсами).

5. Удельный вес стоимости отдельных частей или конструктивных элементов в общей стоимости сооружений составляет примерно (в %):

Больверки

	из железобетонных колонн-оболочек диаметром 1,6 м	из железобетонного призматического шпунта	из металлического шпунта
Лицевой ряд с оголовком	70	66	62
Анкерное устройство	19	21	19
Песчаная засыпка	11	13	19

Набережные уголкового профиля

	с внешней анкеровкой	с внутренней анкеровкой	с контрфорсами
Каменная постель	15	15	27
Лицевая и фундаментные плиты оголовков	54	54	57
Анкерное устройство	15	14	—
Песчаная засыпка	16	17	16

Набережные-эстакады

	с уширенным шагом призматических свай	с наголовниками на призматических сваях	на колоннах-оболочках диаметром 1,6 м
Свайное основание	28	24	25
Сопряжение с берегом	44	40	35
Верхнее строение . .	28	36	40

Набережные из массивов

Каменная постель и разгрузочная призма	54
Массивовая стенка	36
Надводная настройка	10

§ 74. Технико-экономический анализ

Эффективность строительства зависит от многих постоянных и переменных факторов: природных условий, действующих нормативов, цен, тарифов, уровня проектирования и разработки сметной документации, уровня организации, технологии, планирования, управления строительства и др.

Любые мероприятия, способствующие успешному завершению строительства, имеют ярко выраженную экономическую направленность, так как фактическая стоимость строительства зависит от двух основных параметров: продолжительности строительства и расхода ресурсов.

Задача определения оптимальной продолжительности строительства решается в проекте производства работ в зависимости от технологической возможности ведения работ (условий и методов, мощности строительной организации, достигнутого этой организацией уровня производительности труда) и подчиняется проблеме нахождения наиболее рационального варианта организации строительства. В этом вопросе большое значение имеет квалификация и производственный опыт инженерно-технического персонала.

Сокращения срока строительства и повышения производительности труда специализированная строительно-монтажная организация может добиться благодаря:

эффективному использованию своей производственной мощности, характеризующей потенциальные возможности организации по выполнению максимального объема работ;

научной организации производства, труда и управления;

максимальному использованию благоприятного по гидрометеорологическим условиям периода работы.

Продолжительность выполнения отдельных работ зависит от технико-экономических, технологических и организационных факторов и природных условий на объекте строительства.

В общем виде наиболее вероятная продолжительность работы (без учета простоев по гидрометеорологическим причинам) в сменах может быть определена по формулам:

для ручных процессов

$$t_{\text{н.в.р}} = \frac{T_{\text{р.н}}}{\alpha n_{\text{р}}}; \qquad (119)$$

для механизированных процессов

$$t_{\text{н.в.м}} = \frac{Q_{\text{р}}\ t_{\text{ц}}}{420\alpha\alpha_1 n_{\text{с}}} + 0{,}142\Sigma t_{\text{пр}}, \qquad (120)$$

где $T_{\text{рн}}$ — нормативная трудоемкость выполнения работы, чел.-дни;

α и α_1 — коэффициент перевыполнения норм выработки и коэффициент использования ведущей машины во времени;

$n_{\text{р}}$ — количество рабочих;

$Q_{\text{р}}$ — объем работы в натуральных показателях;

$n_{\text{с}}$ — количество смен работы;

$t_{\text{ц}}$ — продолжительность рабочего цикла выполнения единицы объема работы, *мин*;

$\Sigma t^{\text{п}}_{\text{р}}$ — суммарные затраты времени в период рабочих смен на перемещение механизмов и оборудования с места стоянки (отстоя) к месту выполнения работы и обратно, на перерывы в работе, сопряженные с производом других работ, *машино-ч*.

По формулам (119) и (120) можно рассчитать наиболее вероятную продолжительность выполнения всех основных видов работ. Например, продолжительность подводно-технических работ, производимых водолазами, работ по укладке монолитного бетона в надводных условиях и других работ, выполняемых вручную, оп-

ределяется по формуле (119). Продолжительность свайных и монтажных работ — по видоизмененной формуле (120):

свайных работ

$$t_{\text{н в.св}} = \frac{N_{\text{св}}\, t'_{\text{ц}}}{420 \alpha\alpha_1 n_{\text{с}}} + 0{,}142 \Sigma t_{\text{пр}}; \qquad (121)$$

монтажных работ при использовании одного подъемного механизма

$$t_{\text{нв.монт}} = \frac{Q t''_{\text{м}}}{420 q \alpha\alpha_1 n_{\text{с}}} + 0{,}142 \Sigma t_{\text{пр}}, \qquad (122)$$

где $N_{\text{св}}$ — количество свай, шт.;

$t'_{\text{ц}}$ — длительность рабочего цикла погружения одной сваи, зависящая от конструкции свай, глубины погружения, грунтовых условий, метода погружения и конструктивных особенностей оборудования, *мин;*

Q — суммарный вес монтажных единиц, *т;*

q — вес одной монтажной единицы, *т;*

$t''_{\text{м}}$ — длительность рабочего цикла монтажа элемента, зависящая от формы, конструкции и веса элемента, конструктивных особенностей оборудования и приспособлений (монтажного крана, стропов и др.), *мин.*

При правильно избранных методе выполнения механизированных работ и оборудовании длительность рабочего цикла может быть сокращена лишь за счет уменьшения затрат времени на подготовительные и вспомогательные операции, технологические перерывы и организационные простои.

За счет фактического сокращения срока строительства подрядная строительно-монтажная организация получает возможность снизить себестоимость работ.

При ограниченной планами величине финансовых, материально-технических и людских ресурсов от продолжительности строительства зависит не только время ввода в эксплуатацию строящегося объекта, она также влияет на время строительства других плановых объектов комплекса сооружений.

Поэтому при осуществлении строительства комплекса сооружений необходимо одновременно решать несколько экономических задач и находить оптимальные варианты не только по продолжительности строительства, но и по динамике капитальных вложений, по переходящим заделам строительства, по масштабам концентрации материально-технических и людских ресурсов на пусковых объектах и очередности ввода сооружений в эксплуатацию.

На себестоимость строительно-монтажных работ, кроме фактора времени, влияют многие причины. Снижение себестоимости работ зависит как от степени использования внутрипроизводственных резервов, так и от уровня специализации, системы планирования, организации и управления строительством. Снижения себестоимости работ можно добиться также путем сокращения затрат, учтенных в сметах на материалы, за счет уменьшения удельного

веса складского оборота и расстояний перевозок грузов (против усредненных сметных условий), сокращения количества перегрузок и других мероприятий. Не меньшее значение имеет выбор рациональных вариантов выполнения работ.

Основными показателями для экономической оценки разработанных вариантов проекта производства работ с одинаковой продолжительностью строительства, т. е. $t_{стр.1} = t_{стр.2}$, в соответствии с СН 47—67 являются себестоимость строительно-монтажных работ по возведению объекта и стоимость основных и оборотных производственных фондов строительного подразделения.

Для выполнения сравнительного анализа двух вариантов ППР достаточно учитывать изменение только тех затрат, которые зависят от рассматриваемых вариантов.

Сравнительный анализ двух вариантов ППР для выявления экономического эффекта ($Э$) выполняется по формуле

$$Э = (C_1 - C_2) + E_н (K_1 - K_2) , \qquad (123)$$

где $C_1 - C_2$ — разница в себестоимости строительно-монтажных работ по сравниваемым вариантам, руб.;

$E_н$ — нормативный коэффициент эффективности в строительстве ($E_н = 0{,}17$);

$K_1 - K_2$ — разница в стоимости основных и оборотных производственных фондов по сравниваемым вариантам (учитываются только те затраты, величина которых изменяется в зависимости от принятых решений).

Всесторонний технико-экономический анализ ППР требует, кроме определения основных показателей, также выявить, насколько экономичны его частные решения и в какой степени в каждом из них использованы имеющиеся возможности обеспечения экономии в строительном производстве.

Для объективной оценки эффективности сборности конструкций и выявления экономии трудовых затрат рекомендуется определять: показатель эффективности сборности

$$П_{сб} = \left(1 - \frac{T'_р}{\Sigma T_р}\right) 100\% , \qquad (124)$$

где $T'_р$ — затраты труда на до- и послемонтажные работы, чел.-дни;

$\Sigma T_р$ — суммарные затраты труда на возведение сооружения, чел.-дни

и уровень заводской готовности сборных элементов по формуле (116).

Снижение величины суммарных затрат труда приводит к повышению производительности труда и экономии накладных расходов в процессе строительного производства. Эту экономию $Э_р$ (в тыс. руб.) при сравнении двух вариантов производства работ можно выявить по формуле

$$Э_р = 0{,}6 O_р K_{пр} N \left(1 - \frac{\Sigma T_{р1}}{\Sigma T_{р2}}\right) , \qquad (125)$$

где $O_р$ — объем работ в натуральных показателях;
$K_{пр}$ — прямые затраты на единицу работы, тыс. руб.;
N — норматив накладных расходов (для морского транспортного строительства $N=0{,}15$);
$\Sigma T_{р1}, \Sigma T_{р2}$ — суммарные затраты труда по вариантам на единицу работы, чел.-дни.

Коэффициент технологичности строящегося сооружения может быть найден по формуле

$$\alpha_{тех} = \frac{\bar{q}_{ср}}{q_{макс}}, \qquad (126)$$

где $\bar{q}_{ср}$ — средневзвешенный вес сборного элемента, *т*;
$q_{макс}$ — максимальный вес сборного элемента, *т*.

Этот коэффициент также характеризует степень использования наличных средств вертикального транспорта по грузоподъемности. Так как при разработке ППР выбор типа крана для монтажа сборных элементов производится по максимальному весу монтажной единицы, то количество этих единиц, в свою очередь, характеризует степень укрупнения конструктивных элементов.

Коэффициент укрупнения сборных элементов определяется по формуле

$$\alpha_{укр} = \frac{\Sigma q_{бл}}{Q_{общ}}, \qquad (127)$$

где $\Sigma q_{бл}$ — суммарный вес укрупненных блоков, *т*;
$Q_{общ}$ — общий вес всех сборных элементов сооружения, *т*.

Этот коэффициент характеризует эффективность возведения сооружения из укрупненных блоков.

Глава XX. РЕМОНТ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

§ 75. Система планово-предупредительного ремонта

Особенности ремонта гидротехнических сооружений. Постепенное разрушение материалов под воздействием различных природных (гидрометеорологических, химических, воздействий льда и др.), а также эксплуатационных факторов является причиной физического износа конструктивных элементов гидротехнических сооружений.

Воздействие агрессивных факторов на контактную поверхность элементов сооружения не везде одинаково и распределяется по характерным зонам. Самые неблагоприятные условия работы материалов в зоне переменного горизонта воды, где сконцентрировано наибольшее количество разрушающих факторов.

Интенсивность разрушения материалов на разных бассейнах неодинакова и зависит в основном от специфических условий естественного режима в районе эксплуатации сооружения.

Зараженность большинства морских бассейнов древоточцами ограничивает использование древесины в портовом гидротехническом строительстве. Разрушительная деятельность древоточцев особенно сильно проявляется на Черном и Японском морях, где в ряде портов неконсервированные, не имеющие антисептического покрытия, деревянные сваи служат 1—6 лет. В портовом строительстве на внутренних водных путях, особенно в районах Севера, деревянные конструкции используются достаточно широко и служат продолжительное время.

Ремонт портовых гидротехнических сооружений является сложным процессом. Значительные трудности вызывает производство работ по ремонту подводных частей сооружений и участков, расположенных в зоне переменного уровня, для выполнения которых привлекаются водолазы. Во время ремонта необходимо постоянно принимать меры для защиты конструктивных элементов сооружений от возможных дальнейших повреждений. Если сооружения работают в сложных геологических и гидрологических условиях, то при ремонте, в необходимых случаях, следует вести систематические наблюдения за их осадкой и горизонтальными смещениями, а также за состоянием прилегающих к сооружению участков территории и дна акватории.

Гидрометеорологические условия, ограничивающие возможность непрерывного ведения ремонта, стесненность рабочего фронта, движение транспорта и механизмов на эксплуатируемом сооружении, занятость причалов судами, а складских помещений грузами также затрудняют организацию ремонтных работ.

Классификация ремонтных работ. Ремонт портовых гидротехнических сооружений осуществляется по системе планово-предупредительного ремонта.

Планово-предупредительный ремонт разделяется на две категории: текущий и капитальный ремонт. В текущий ремонт входит: ликвидация начальных деформаций сооружений, устранение незначительных повреждений и дефектов в отдельных конструктивных элементах, не влекущих за собой снижения основных эксплуатационных характеристик сооружений и различные профилактические мероприятия, проводимые в процессе эксплуатации. Текущий ремонт осуществляется ежегодно.

Капитальный ремонт отличается от текущего технической сложностью, большими объемами ремонтных работ, выполнение которых связано с выводом сооружения из эксплуатации на длительный период. Во время капитального ремонта выполняются сложные ремонтные работы, устраняются крупные дефекты в несущих конструкциях и устройствах.

В результате капитального ремонта ликвидируется физический, а при его совмещении с модернизацией — и моральный износ сооружения.

При капитальном ремонте выполняется комплексный ремонт сооружений, т. е. все изношенные конструктивные элементы сооружений восстанавливаются до начальной несущей способности или мо-

дернизируются с повышением ее, либо выборочный ремонт отдельных частей сооружений путем замены дефектных элементов и деталей новыми. Периодичность капитального ремонта устанавливается на основании данных о сроках службы сооружений различных типов (см. табл. 34).

Дефекты, даже незначительные по своему характеру и размерам, но прогрессирующие во времени и своевременно не устраненные, могут явиться серьезной причиной сокращения срока службы сооружения. Поэтому на систему планово-предупредительного ремонта возлагаются ответственные задачи по уходу за сооружениями и поддержанию их в эксплуатационном состоянии в максимально длительный период.

Строгое соблюдение сроков проведения текущих ремонтов и обеспечение высокого качества их позволяет удлинить сроки эксплуатации и в значительной степени сократить расходы на капитальный ремонт.

При обнаружении угрожающих деформаций после воздействия стихийных сил или катастрофических нагрузок ремонт сооружений выполняют в аварийном порядке, вне всякой очереди.

Основные документы, характеризующие техническое состояние сооружения, — это материалы периодических осмотров и контрольно-инспекторских обследований сооружений, проведенные в межремонтный период, а также технический паспорт сооружения с внесенными в него данными о сооружении и сведениями обо всех изменениях, происшедших за период службы (согласно исполнительным чертежам, данным о сроках, объеме и качестве проведенных ремонтов).

На основании этих документов и установленных сроков ремонта производится отбор сооружений для капитального ремонта. В первую очередь отбираются сооружения, для которых задержка в ремонте может привести к резкому ухудшению технического состояния, вплоть до аварии и выхода из эксплуатации на длительный срок.

Проектная документация на капитальный ремонт портовых гидротехнических сооружений разрабатывается, как правило, в одну стадию (технорабочий проект) специализированными проектными организациями.

Технической документацией для текущих ремонтов является наряд-заказ, расценочная ведомость дефектов (опись ремонтных работ), составленная персоналом предприятия, и архивные чертежи ремонтируемой конструкции.

При разработке проектно-сметной документации на капитальный ремонт учитываются возможности восстановления эксплуатационных свойств сооружения без разборки или с минимальным объемом разборки существующих конструктивных элементов, а при неизбежности разборки — возможности замены изношенных, поврежденных и устаревших частей сооружения новыми конструкциями из современных материалов.

Сроки службы и периодичность капитального ремонта портовых гидротехнических сооружений приведены в табл. 34.

Таблица 34

Типы сооружения	Срок службы сооружений по норме, лет	Периодичность капитального ремонта, лет
Морские гидротехнические сооружения		
Причальные		
Гравитационные из массивовой кладки и массивов-гигантов	80	30
Гравитационные из деревянных ряжей с бетонным верхним строением	70	25
Больверки из металлического шпунта	50	25
Железобетонные свайные эстакады, больверки и пирсы	65	20
Деревянные свайные набережные с железобетонным и бетонным верхним строением	70	25
Деревянные свайные набережные с верхним строением из ряжей	50	15
Деревянные свайные эстакады	40	10
Оградительные		
Гравитационные:		
из массивовой кладки	90	30
из массивовой наброски	100	35
из массивов-гигантов	60	25
из ряжей	65	20
Свайные деревянные с каменным ядром	65	20
Берегоукрепительные		
Берегоукрепление массивами	65	20
„ заанкерованным шпунтом	50	15
„ откосного типа с креплением камнем и железобетонными плитами	60	15
Речные гидротехнические сооружения		
Причальные		
Набережные-эстакады (кроме деревянных)	—	20
Гравитационные набережные	—	20
Стенки из заанкерованного железобетонного шпунта	—	20
Стенки из металлического шпунта	—	20
Деревянные ряжевые стенки	—	7
Деревянные эстакады	—	8
Откосные набережные с покрытием откосов железобетонными, бетонными плитами и каменными покрытиями	—	15
Оградительные		
Земляные волноломы и молы с покрытием откосов: бетонным, железобетонным и каменным креплением	—	15
хворостяными креплениями	—	6
Берегоукрепительные		
Из бетона, железобетона и камня	—	15
С хворостяными покрытиями	—	6

Финансирование капитального ремонта сооружений ведется за счет годовых амортизационных отчислений на капитальный ремонт в соответствии с утвержденной сметой.

§ 76. Организация и технология ремонта

Технологические правила выполнения основных видов ремонтных работ. Технология дноуглубительных, намывных, подводно-технических, бетонных и свайных работ, используемых при строительстве и ремонтах морских гидротехнических сооружений, подробно описана в разделе II. Здесь мы приведем лишь дополнительные пояснения к технологии этих работ, связанные со спецификой ремонтов, и характерные виды ремонтных работ.

Разработка котлованов и траншей вблизи от существующих береговых зданий и сооружений, на отметках, расположенных ниже заложения их фундаментов, производится с принятием специальных мер, исключающих осадки и деформации этих зданий и сооружений. К таким мерам относятся: освобождение верхней бермы выемки, примыкающей к зданию или сооружению, от груза; устройство ограждения выемки со стороны примыкающей к зданию или сооружению из деревянного, металлического или железобетонного шпунта.

Земляные работы в местах, где имеются действующие подземные коммуникации, выполняются с обязательным принятием мер предосторожности против их повреждения и с разрешения соответствующих служб предприятий, в ведении которых находятся эти коммуникации.

К выполнению дноуглубительных работ при ремонтах сооружений предъявляются особые требования. Дноуглубление может выполняться только при соблюдении условий, обеспечивающих сохранность и устойчивость близрасположенных сооружений. Эти условия указываются в техническом задании на производство работ с учетом того, что извлечение грунта у причальных стенок должно выполняться так, чтобы граница черпания (верхняя бровка прорези) находилась от сооружения на безопасном расстоянии. В каждом отдельном случае это расстояние определяется расчетным путем с выполнением поверочного расчета общей и местной устойчивости стенки.

Непосредственно у кордона сооружения извлечение грунта выполняется плавкранами с грейферами.

При выполнении дноуглубительных работ сооружения должны предохраняться от повреждений тросами, цепями и якорями земснарядов.

В процессе ремонта сооружения сильно захламленный участок дна акватории очищают водолазы.

При наличии повреждений берм или откосов каменных постелей сооружения в виде ям, оползней производится досыпка камня в места разрушений до проектного профиля с разравниванием камня (до проектной отметки постели). Если бермы и откосы постели за-

несены грунтом, который может вызвать скольжение вдоль укладываемого камня, то его до начала ремонта нужно удалять напорной струей от гидромонитора или отсасывать эжектором.

В районе ремонтируемых причальных или других сооружений порта, в местах погружения новых или дополнительных свай (шпунта, оболочек) необходимо производить водолазное обследование и зондирование дна для выявления и удаления возможных препятствий. Для обеспечения точности погружения свай применяются направляющие устройства и приспособления. Наибольшая точность достигается в случаях жесткого закрепления направляющих к конструктивным элементам ремонтируемого сооружения.

Для погружения свай в основание ремонтируемых ростверков в конструкции верхнего строения устраивают сквозные отверстия (проемы), либо над местом погружения свай полностью разбирают верхнее строение. Если погружение свай должно производиться через толщу каменной отсыпки (каменную постель, подпричальный откос), необходимо учитывать, что: беспрепятственное погружение железобетонной сваи с металлическим башмаком может осуществляться лишь при толще отсыпки, не превышающей высоту башмака, в остальных случаях для уточнения условий погружения сваи необходимо выполнять пробную забивку свай.

При ремонте бетонных и железобетонных надводных элементов сооружений слабые (рыхлые и пористые) участки бетона должны быть удалены с помощью пневматического инструмента. Поверхность бетона, соприкасающаяся с вновь укладываемым монолитным бетоном, нужно тщательно очищать от грязи, цементной пленки и промыть водой. Глубокие отколы, каверны и бреши в бетонных и железобетонных элементах тщательно подготавливаются к заделке. Форма вырубки должна обеспечить хорошее сопряжение старого бетона со свежеуложенным.

При подводном бетонировании перед установкой опалубки водолазы должны очистить участок от захламления; промыть поверхность старого бетона напорной струей из гидромонитора; удалить с помощью металлического скребка или молотка поверхностный разрушенный и загрязненный слой бетона, в том числе и биологические обрастания на бетоне, а также устроить борозды на поверхности старого бетона.

Торкретирование надводных бетонных поверхностей сооружений производится в случаях, когда на надводной поверхности бетона имеются многочисленные, но небольшие по размеру разрушения в виде мелких каверн, раковин, трещин или шелушение бетона и другие повреждения, превышающие по глубине 5—15 *см*. Штукатурный слой толщиной более 5 *см*, образуемый методом торкретирования, армируется обычными стержнями или металлическими сетками. Такой железоторкретбетон применяется, если необходимо создать надежную связь торкретбетона со старым бетоном.

Перед нанесением торкретбетона очищают бетонную поверхность до прочного бетона и арматуру. Непосредственно перед тор-

кретированием подготовленную поверхность бетона промывают воздушно-водяной струей и затем продувают сжатым воздухом.

Обработка поверхности торкретбетона выполняется как по свежему, так и по отвердевшему торкрету. По свежему торкретбетону может быть произведена срезка бугров, затирка и железнение. Поверхность отвердевшего торкретбетона обрабатывается при помощи

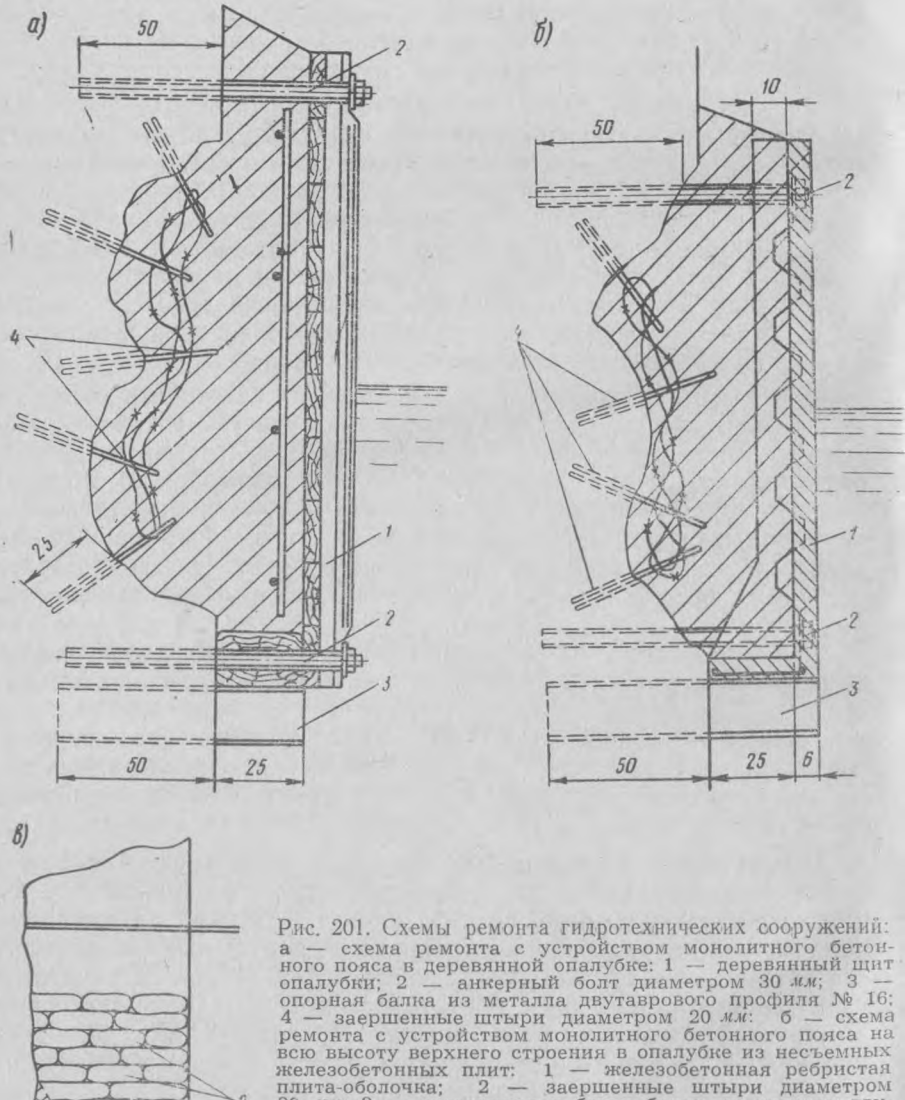


Рис. 201. Схемы ремонта гидротехнических сооружений: а — схема ремонта с устройством монолитного бетонного пояса в деревянной опалубке: 1 — деревянный щит опалубки; 2 — анкерный болт диаметром 30 *мм*; 3 — опорная балка из металла двутаврового профиля № 16; 4 — заершенные штыри диаметром 20 *мм*: б — схема ремонта с устройством монолитного бетонного пояса на всю высоту верхнего строения в опалубке из несъемных железобетонных плит: 1 — железобетонная ребристая плита-оболочка; 2 — заершенные штыри диаметром 20 *мм*; 3 — заделанная в бетон балка из металла двутаврового профиля № 16; 4 — анкерные болты диаметром 30 *мм*; в — схема ремонта с применением укладки бетона в мешках: 1 — разделка каверны; 2 — мешки с бетоном

пескоструйного аппарата, карборундовыми кругами, механическими бучардами и др.

Способы выполнения ремонта основных типов портовых гидротехнических сооружений. Способ ремонта определяется в зависимости от технического состояния и конструктивных особенностей сооружения, вида, характера и местоположения разрушения (повреждений), имеющегося в наличии оборудования, а также в зависимости от эксплуатационных гидрометеорологических условий.

Выбор способа ремонта должен базироваться на тщательном изучении причин разрушений и повреждений конструктивных элементов сооружения, а также на технико-экономическом обосновании.

Ниже приводится описание наиболее характерных способов ремонта сооружений различных типов, построенных из различных материалов (рис. 201).

Заделка глубоких каверн, отколов и брешей в массивовой кладке выполняется армированным бетоном в металлической или деревянной опалубке или из железобетонных плит-оболочек, а также путем укладки бетона в мешках.

Ремонт поврежденных массивов в зоне переменного уровня выполняется, при значительных по глубине повреждениях и большой протяженности их по длине, путем устройства монолитного армированного бетонного пояса. При этом высота пояса должна быть больше высоты зоны переменного уровня (назначается проектом), а длина — равна длине ремонтируемой грани сооружения или его отдельного участка. Ширина пояса определяется в зависимости от способа бетонирования и применяемого для этой цели оборудования. Образующийся при этом выступ допускается в пределах до 30 *см*, но с обязательным соблюдением условия, при котором пояс не должен выступать за пределы выноса отбойной рамы причального сооружения, а при устройстве отбоев из резиновых цилиндров — за пределы выноса их в сжатом состоянии.

При ремонте сооружений, работающих в особо сложных и суровых климатических условиях, применяется несъемная опалубка с теплоизоляционным слоем (рис. 202).

Способы крепления опалубочных щитов выбираются в зависимости от конструктивных особенностей сооружений, условий ремонта и типа применяемой опалубки.

Заделка каверн больших размеров в зоне переменного уровня и в подводной части массивов-гигантов выполняется в зависимости от размеров и месторасположения разрушенных участков одним из следующих методов: путем кладки подводного бетона под защитой железобетонных и металлических щитов опалубки (рис. 203). Крепление опалубки к лицевой стенке массива-гиганта осуществляется с помощью прижимных болтов Г-образной формы, а при заделке сквозных брешей — стяжными болтами.

Бетон за опалубку подается методами подводного бетонирования.

При наличии на бетонной поверхности надводной части элемен-

тов повреждений в виде отдельных каверн, глубоких трещин и сколов и при условии, что сохранившаяся часть конструкции обладает достаточной надежностью для дальнейшей работы, по периметру бетонной надстройки устраивается сплошная армированная набетонка с железнением ее поверхности (рис. 204). Надежная связь свежеуложенного бетона с сохранившимся ядром надстройки обеспечивается ершами, заделанными в бетон.

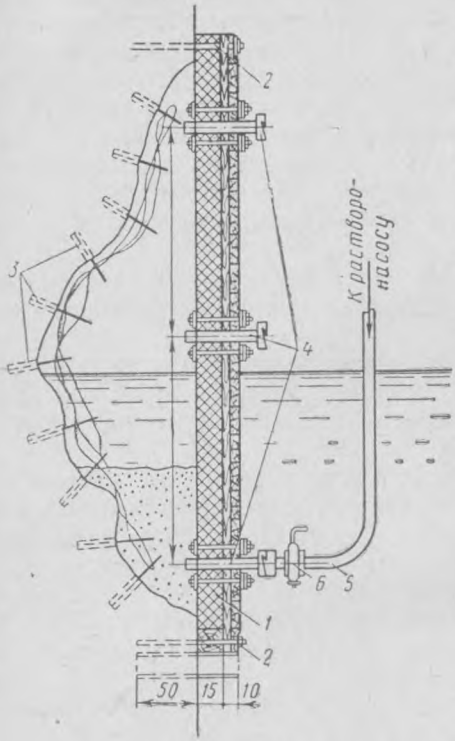


Рис. 202. Схема ремонта с применением растворонасоса и устройством защитного теплоизоляционного пояса:

1 — деревянная опалубка с теплоизоляционным слоем (слой БШС толщиной 150 *мм*, слой вертикально расположенных досок толщиной 50 *мм*; слой горизонтально расположенных досок толщиной 50 *мм*); 2 — анкер диаметром 30 *мм*; 3 — заершенные штыри диаметром 20 *мм*; 4 — штуцер диаметром 50 *мм*; 5 — шланг диаметром 50 *мм*; 6 — кран

Перекладка массивов расстроенной кладки выполняется после разборки надводного строения в пределах необходимого фронта работ, обеспечивающего восстановление кладки по проекту с нормативными допусками. Разборка расстроенной кладки из массивов выполняется с помощью различных приспособлений: лап для приподнимания массивов, одинарных ключей для подъема треснувших массивов по частям, ложек для очистки ключевых отверстий и других, а также подъемного механизма соответствующей грузоподъемности. Оставлять в кладке разрешается только те массивы, которые занимают правильное (проектное) положение, не имеют видимых повреждений и не мешают разборке смежных и нижележащих поврежденных массивов.

Перекладка массивов на бермах и откосах постели сооружения выполняется с соблюдением допусков на предельные размеры швов между массивами. Перекладка производится после разборки расстроенной кладки и перемещения массивов в сторону (или уборки разрушенных массивов) и подготовки основания — ровнения поверхности участков каменной постели под новую укладку массивов. Укладку на подготовленное основание начинают с ряда, примыкающего вплотную к стенке, а укладку на откос постели — с ряда,

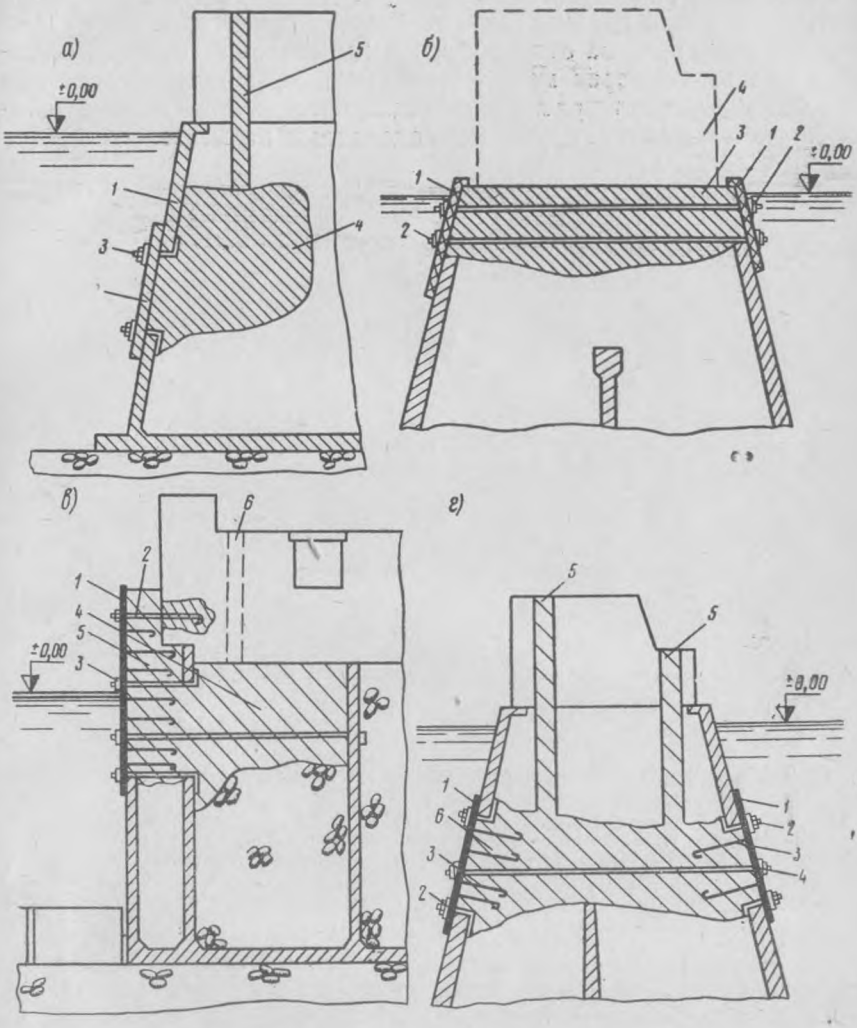


Рис. 203. Схема заделки брешей и каверн:

а — заделка бреши в подводной части массива-гиганта: 1 — лицевая грань массива-гиганта 2 — железобетонный щит опалубки; 3 — прижимные Г-образные болты диаметром 36 *мм*; 4 — подводная брешь в массиве-гиганте; 5 — отверстия для подачи бетона; б — заделка сквозной бреши в массиве-гиганте оградительного мола с разборкой надводной стенки: 1 — железобетонный съемный щит опалубки; 2 — металлическая стяжка (анкер); 3 — подводный бетон; 4 — бетонирование второй очереди при устройстве надводной стенки; в — ремонт каверны в массиве-гиганте: 1 — несъемный металлический щит; 2 — анкер, заделываемый в бетон; 3 — прижимные болты; 4 — подводный бетон; 5 — арматурные стержни, приваренные к внутренней поверхности металлического щита; 6 — отверстие для подачи бетона; г — заделка сквозной бреши в массиве-гиганте оградительного сооружения без смены надводной стенки: 1 — несъемные металлические щиты опалубки; 2 — прижимной болт; 3 — арматурные выпуски, приваренные к внутренней поверхности металлического щита опалубки; 4 — металлическая стяжка (анкер); 5 — отверстие для подачи бетона; 6 — подводный бетон

укладываемого по низу откоса. При укладке массивов на бермы и на откосы постели должно быть обеспечено прилегание ребер массивов верхнего ряда на откосе к ребрам массивов на берме. При наличии больших зазоров между смежными берменными массивами в стыки укладывают расклинивающие бетонные вкладыши, изготовленные по шаблонам, снятым водолазами на месте.

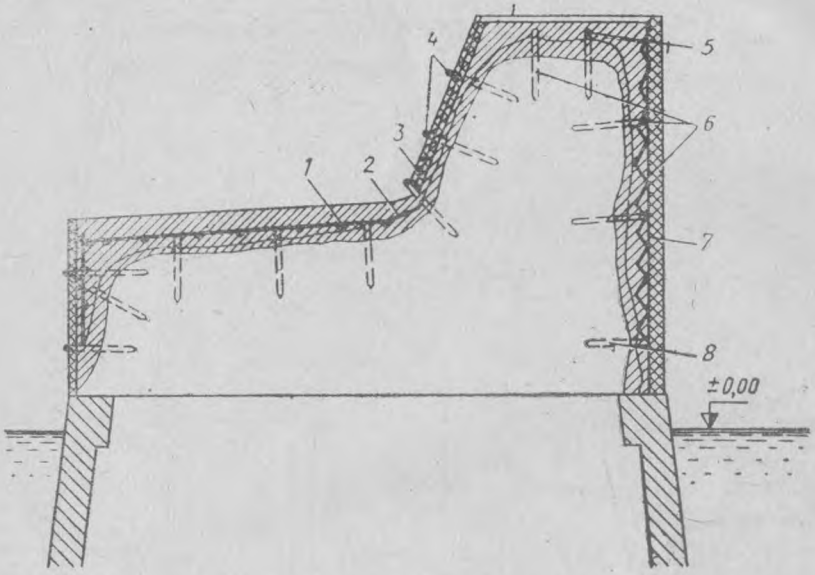


Рис. 204. Схема ремонта надводной стенки массива-гиганта оградительного мола:

1 — набетонка с железненной поверхностью; 2 — арматурная сетка; 3 — щиты опалубки; 4 — болты крепления опалубки; 5 — распорки; 6 — ерши; 7 — железобетонная плита-оболочка; 8 — болт крепления плиты-оболочки

Ремонт железобетонных свай и оболочек в подводной зоне и зоне переменного уровня выполняется: подводным бетоном с применением съемной или несъемной деревянной или металлической опалубки (рис. 205) и мастиками на основе эпоксидных смол.

Сваи, получившие в процессе эксплуатации значительные повреждения по всей длине и изломы в местах заделки в грунт, когда ремонт их признан нецелесообразным, заменяют новыми такой же несущей способности и погружают рядом с поврежденными.

Ремонт плит верхнего строения, бортовых балок и подобных конструкций производится путем торкретирования или заделки поврежденных мест бетоном.

При производстве работ по ремонту наброски из массивов отбракованный массив сбрасывают в наиболее низкое положение. Наброска и укладка массивов производятся, в первую очередь, во внешнюю (морскую) часть профиля сооружения. При разборке наброски из массивов соблюдаются необходимые меры предосторожности и последовательность, при которых обеспечивается наиболее

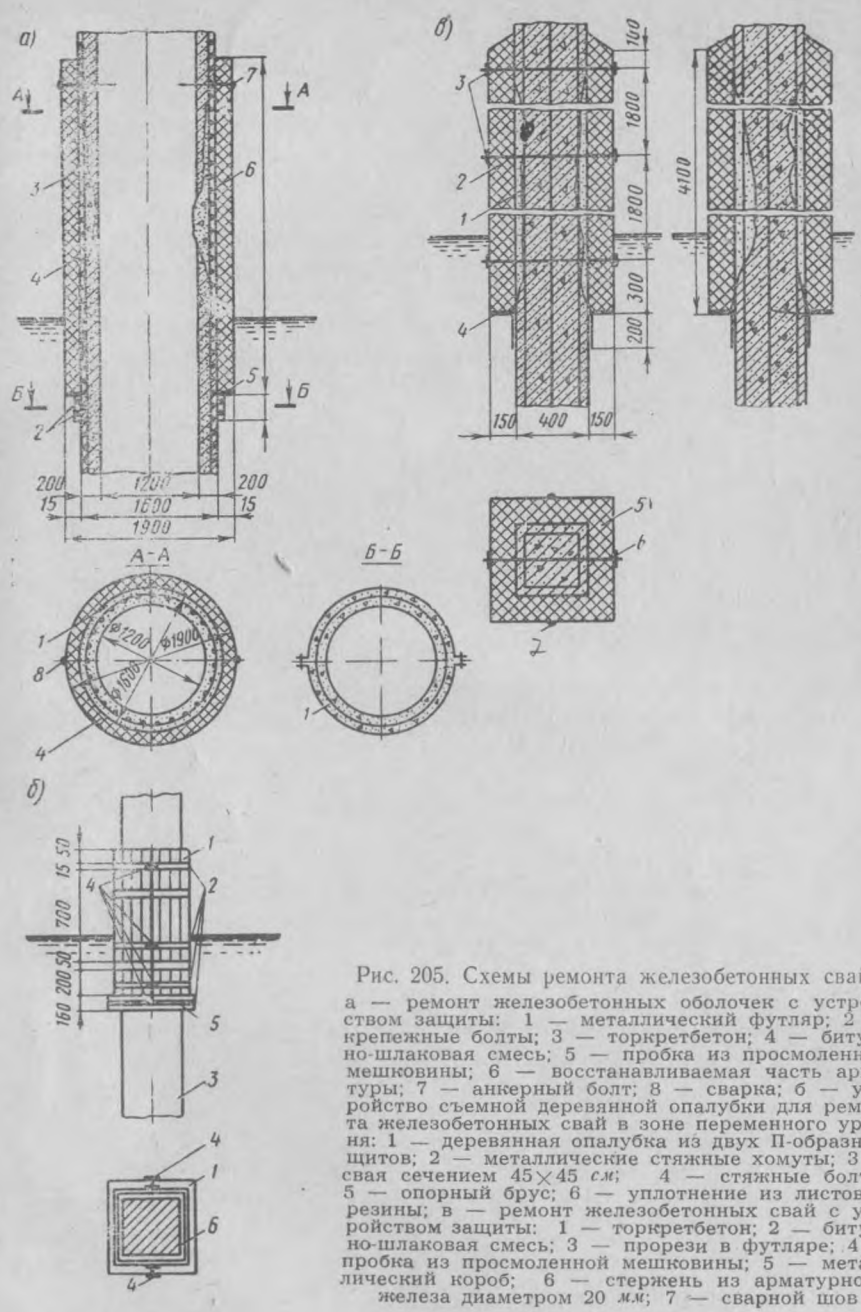


Рис. 205. Схемы ремонта железобетонных свай:

а — ремонт железобетонных оболочек с устройством защиты: 1 — металлический футляр; 2 — крепежные болты; 3 — торкретбетон; 4 — битумно-шлаковая смесь; 5 — пробка из просмоленной мешковины; 6 — восстанавливаемая часть арматуры; 7 — анкерный болт; 8 — сварка; б — устройство съемной деревянной опалубки для ремонта железобетонных свай в зоне переменного уровня: 1 — деревянная опалубка из двух П-образных щитов; 2 — металлические стяжные хомуты; 3 — свая сечением 45×45 *см*; 4 — стяжные болты; 5 — опорный брус; 6 — уплотнение из листовой резины; в — ремонт железобетонных свай с устройством защиты: 1 — торкретбетон; 2 — битумно-шлаковая смесь; 3 — прорези в футляре; 4 — пробка из просмоленной мешковины; 5 — металлический короб; 6 — стержень из арматурного железа диаметром 20 *мм*; 7 — сварной шов

быстрая разборка и исключается возможность обрушения и перелома массивов.

Если опасность разрушения больверков из железобетонных, металлических или деревянных свай и шпунта вызвана нарушением грунтонепроницаемости лицевой стенки и вследствие этого утечкой грунта засыпки, выполняются работы по ремонту шпунта (свай) с заделкой щелей и разрывов (брешей) и другие работы по обеспечению грунтонепроницаемости стенки и ликвидации прососов. Заделка щелей и разрывов в железобетонных больверках и стенках выполняется: при большом количестве разрывов и значительных их

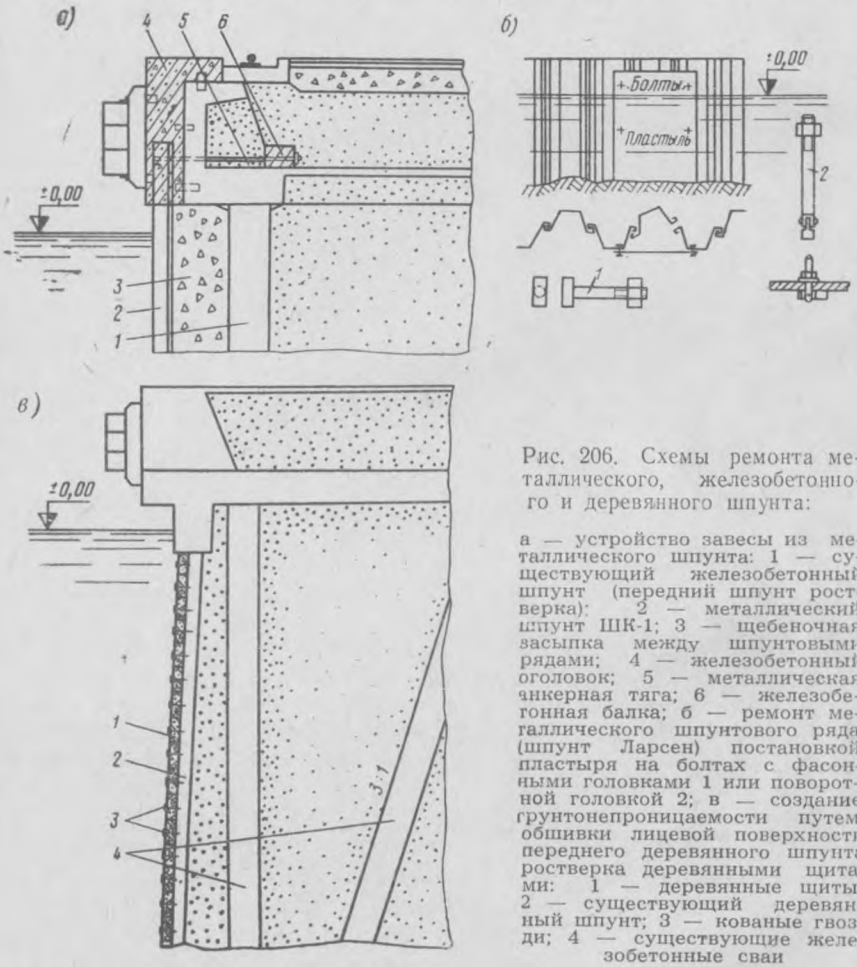


Рис. 206. Схемы ремонта металлического, железобетонного и деревянного шпунта:

а — устройство завесы из металлического шпунта: 1 — существующий железобетонный шпунт (передний шпунт ростверка); 2 — металлический шпунт ШК-1; 3 — щебеночная засыпка между шпунтовыми рядами; 4 — железобетонный оголовок; 5 — металлическая анкерная тяга; 6 — железобетонная балка; б — ремонт металлического шпунтового ряда (шпунт Ларсен) постановкой пластыря на болтах с фасонными головками 1 или поворотной головкой 2; в — создание грунтонепроницаемости путем обшивки лицевой поверхности переднего деревянного шпунта ростверка деревянными щитами: 1 — деревянные щиты; 2 — существующий деревянный шпунт; 3 — кованые гвозди; 4 — существующие железобетонные сваи

габаритах путем устройства завесы (экрана) из металлического или деревянного шпунта (рис. 206,*а*), мешками с подводным бетоном; щитами, закрепленными с помощью болтов с головками Т-образной формы.

Щели и разрывы в металлических стенках заделывают приваркой к металлическим шпунтинам (или закреплением на болтах) накладок (пластырей) из листового металла, заготовленных по шаблонам, снятым водолазами (рис. 206,*б*), или мешками с подводным бетоном.

Грунтонепроницаемость стенки из деревянного шпунта при большом количестве щелей и разрывов обеспечивается сплошной обшивкой с лицевой поверхности шпунта деревянными щитами (рис. 206,*в*). Отдельные щели в выпученных шпунтинах заделывают брусьями или досками.

Воронки, образовавшиеся в результате вытекания грунта, после заделки щелей и разрывов, тампонируются крупнозернистым песком, щебнем (гравием) или камнем. В качестве эффективных мероприятий по усилению конструкций больверков используются: понижение отметки распределительного пояса, постановка дополнительных анкерных тяг и устройство разгрузочной призмы из камня или разгрузочной платформы.

При смене анкерных тяг больверков необходимо принимать меры предосторожности против обрыва соседних тяг. Для этой цели производится последовательная смена тяг с устройством временных дополнительных креплений из металлических тросов и тыловых мертвых якорей, способных воспринять на себя анкерное усилие в период смены тяги.

При ремонте эстакад на металлических трубчатых сваях наращивание свай производится при помощи стальной муфты или металлических накладок, привариваемых к свае вокруг стыка.

Ремонт под водой металлических свай и замена отдельных металлических элементов верхнего строения пирсов и набережных-эстакад на металлических сваях выполняется с применением электросварки.

Деревянные сваи наращивают при помощи деревянных или металлических накладок или металлических муфт.

Ремонт деревянных свай, имеющих значительные повреждения, выполняется путем удаления поврежденных частей и наращивания свай новыми отрезками и путем защиты поврежденных участков бетоном, металлом или пластиками. Устройство обойм из бетона выполняется в съемной металлической опалубке (оболочке) методом раздельного бетонирования. В качестве защитных средств используются чехлы из полиэтилена, тонкой резины и т. п.

При смене деревянных элементов эстакад над водой особое значение имеет тщательность исполнения сопряжений элементов, а также плотная подгонка креплений — болтов, ершей и т. п. Если на деревянных сваях повреждены шипы, допускается устраивать новые шипы, расположенные ниже поврежденных на 15—20 *см*. Под насадкой (прогоном) в этом случае на болтах закрепляют подкладочный брус. Для ликвидации положительной плавучести деревянных элементов, подаваемых под воду, к ним крепят балласт.

Ремонт бетонных поверхностей лицевых плит набережных уголкового профиля производится в надводной части торкретированием

или штукатуркой цементным раствором, в подводной части и зоне переменного уровня — заделкой подводным бетоном за опалубкой или путем устройства бетонного пояса.

Ремонт подводных трубопроводов выполняется различными методами в зависимости от характера, размера и степени повреждений, рабочего давления в трубопроводе, назначения трубопровода и других факторов. Разрушения на металлических трубопроводах в виде отдельных пробоин или щелей заделываются подводной сваркой, наложением накладок, бетонными обоймами вокруг места повреждения или металлическими муфтами.

Ремонт нефтепроводных и газопроводных труб с применением подводной сварки может производиться после заполнения трубопровода водой под давлением, равным давлению окружающей водной среды.

Местный подмыв трубопроводов исправляется засыпкой вымоин камнем, щебнем или гравием с подбивкой материала под трубу и устройством берм в каждую сторону от трубы шириной не менее 0,5 *м*.

Ремонт всех типов подводных кабелей выполняется в надводных условиях. Водолаз отыскивает поврежденный участок кабеля, отмывает от грунта напорной струей гидромонитора и поднимает наверх.

Требующаяся длина размыва траншеи для подъема кабеля на поверхность зависит от имеющейся слабины кабеля, глубины его погружения и определяется формулой

$$l = \frac{2(h + a)}{\sqrt{m\,(2 + m)}}, \qquad (128)$$

где l — длина траншеи, подлежащей размыву, *м*;
h — средняя глубина заложения кабеля от уровня воды, *м*;
a — высота над уровнем воды, на которую поднимается кабель, *м*;
m — коэффициент, определяющий допущенную слабину при укладке кабеля на грунт и равный при слабине 10%—0,1; при слабине 15%—0,15 и т. д.

Если слабина недостаточна для подъема кабеля на поверхность, водолаз разрезает его на грунте и концы подает наверх для отсоединения поврежденного участка и устройства вставки на специальных муфтах. Все работы по выемке, укладке и ремонту производятся только после обесточивания кабелей.

Ремонт оголовков водозаборных (водосбросных) устройств выполняется методами, назначаемыми в зависимости от характера и размеров повреждений, конструктивных особенностей и материала оголовка.

Наносы из полости оголовков удаляются грунтососами последовательно из каждого отсека.

Наносы в трубопроводах между двумя смотровыми колодцами удаляют протягиванием по трубе (скреперованием) специальных ковшей, а из смотровых колодцев — бадьями или грунтососами.

Список литературы

Власов А. А. Техническая эксплуатация дноуглубительных снарядов. М., «Транспорт», 1970, 200 с.

Галкин И. Г. и др. Технология и организация строительного производства. М., «Высшая школа», 1969, 512 с.

Гринкевич П. С. Строительные машины. М., «Машиностроение», 1965, 547 с.

Гришин Г. И. Прогрессивная технология и специализированные машины и механизмы транспортного строительства, применяемые в гидротехническом портовом строительстве. М., Оргтрансстрой, 1965, 66 с.

Гришин Г. И., Тюленев Е. А., Бобриков Н. Ф. Руководство по организации труда при производстве строительно-монтажных работ. Свайные работы в транспортном строительстве. М., Оргтрансстрой, 1971, 106 с.

Гуревич В. Б. Речные портовые гидротехнические сооружения. М., «Транспорт», 1969, 416 с.

Джунковский Н. Н. и др. Порты и портовые сооружения. I (343 с.) и II (447 с.) часть. М., Госстройиздат, 1967.

Доманевский Н. А. Дноуглубление. М., «Транспорт», 1965, 339 с.

Еремин И. В. Научная организация труда и управление в строительстве. М., «Высшая школа», 1970, 257 с.

Кицак Н. А. и Забела К. А. Подводно-технические работы в строительстве. Киев, «Будивельник», 1970, 163 с.

Красов Н. В. Строительство портовых гидротехнических сооружений гравитационного типа. М., «Транспорт», 1971, 190 с.

Смолян Г. Л. Исследование операций — инструмент эффективного управления. М., «Знание», 1967, 62 с.

Шихиев Ф. М. и др. Устройство и оборудование морских портов. Изд. 2-е. М., «Транспорт», 1969, 392 с.

Цейтлин Г. В. и Ройтберг П. А. Планово-предупредительный ремонт портовых гидротехнических сооружений. М., «Транспорт», 1964, 110 с.

Шкундин Б. М. Землесосы и землесосные снаряды. М.-Л., Госэнергоиздат, 1961, 336 с.

Фрейлих Г. З. и Иог Н. Г. Дноуглубительный флот. М., «Транспорт», 1964, 300 с.

Чекренев А. И. Дноуглубление. М., «Транспорт», 1967, 304 с.

Оглавление

Раздел I

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Предисловие 3

Глава I. **Организация и управление строительством гидротехнических сооружений** 5

§ 1. Организация строительного производства 5

§ 2. Организация строительно-монтажных работ 7

§ 3. Организация проектно-изыскательских работ 11

§ 4. Подрядный и хозяйственный способы ведения работ . . . 17

§ 5. Организация и структура управления строительством . . 21

§ 6. Диспетчерская система управления 22

§ 7. Организация труда и заработная плата 24

§ 8. Основы научной организации труда 28

§ 9. Охрана труда и техника безопасности 39

§ 10. Учет и отчетность в строительных организациях 41

Глава II. **Производственно-техническая база строительства гидротехнических сооружений** 44

§ 11. Организация производственно-технической базы 44

§ 12. Технический флот 46

§ 13. Механизация строительства 52

§ 14. Организация складского хозяйства и материально-техническое снабжение 56

§ 15. Временное обеспечение строительства водой и электроэнергией 62

§ 16. Горизонтальный транспорт и дороги 66

Раздел II

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Глава III. **Основная техническая документация и геодезические работы при строительстве** 72

§ 17. Проект производства работ 72

§ 18. Строительные нормы и правила 74

§ 19. Геодезические работы 75

Глава IV. **Дноуглубительные и рефулерные работы** 83

§ 20. Дноуглубительные снаряды и механизмы 83

§ 21. Технология дноуглубительных работ 94

§ 22. Образование территорий 101
§ 23. Разработка грунта гидромониторами 109
Глава V. **Изготовление бетонных и железобетонных элементов** . . . 112
§ 24. Бетонные элементы и конструкции 112
§ 25. Сборные железобетонные элементы 122
§ 26. Центрифугированные преднапряженные железобетонные оболочки 136
Глава VI. **Подводно-технические работы** 142
§ 27. Состав водолазной станции и водолазное снаряжение . . . 142
§ 28. Водолазное обследование дна акватории и подводных частей сооружений 146
§ 29. Подводные земляные и взрывные работы 152
§ 30. Прокладка подводных трубопроводов и кабелей 156
§ 31. Подводная сварка и резка металла 158
§ 32. Контроль качества подводно-технических работ 163
§ 33. Охрана труда водолазов и техника безопасности 164
Глава VII. **Подводное бетонирование** 165
§ 34. Подготовительные работы 165
§ 35. Методы бетонирования 168
Глава VIII. **Устройство оснований под морские гидротехнические сооружения** 176
§ 36. Замена грунтов в основаниях сооружений 176
§ 37. Повышение несущей способности грунтов 177
§ 38. Устройство каменных постелей и отсыпей 181
§ 39. Устройство специальных оснований 191
Глава IX. **Свайные работы** 196
§ 40. Свайные основания и виды свай 196
§ 41. Погружение свай, шпунта и оболочек 198
§ 42. Особенности сооружения свайных оснований на скальных грунтах. Набивные сваи 214
§ 43. Оборудование для погружения свай 220
§ 44. Организация свайных работ 228
Глава X. **Причальные сооружения гравитационного типа** 238
§ 45. Набережные из массивов 238
§ 46. Причальные сооружения из массивов-гигантов 250
§ 47. Причальные сооружения на ряжевом основании 256
§ 48. Сооружения из тонкостенных оболочек большого диаметра . 260
Глава XI. **Причальные сооружения уголкового профиля** 270
§ 49. Набережные с внешней анкеровкой 270
§ 50. Набережные с внутренней анкеровкой 275
§ 51. Набережные с контрфорсами 278
§ 52. Возведение причалов «насухо» 279
Глава XII. **Причальные сооружения в виде тонких заанкерованных стенок** 282
§ 53. Причальные сооружения из металлических шпунтовых свай . 282
§ 54. Больверки из железобетонных оболочек, свай и шпунта . . 286
Глава XIII. **Набережные-эстакады на свайном основании** 291
§ 55. Набережные-эстакады на железобетонных сваях 291
§ 56. Эстакады на пустотелых железобетонных оболочках . . . 298
§ 57. Эстакады на металлических опорах 305
Глава XIV. **Оградительные сооружения** 307
§ 58. Сооружения из наброски камня, массивов, тетраподов и других фигурных блоков 307
§ 59. Сооружения вертикальной конструкции 312
§ 60. Плавучие, гидравлические и пневматические волноломы . . 314
Глава XV. **Берегоукрепительные сооружения** 317
§ 61. Сооружения пассивной защиты берегов 317
§ 62. Сооружения активной защиты берегов 323
§ 63. Требования к производству и приемке работ 327
Глава XVI. **Перемычки** 328
§ 64. Земляные и ряжевые перемычки 328
§ 65. Шпунтовые и ячеистые перемычки 331

§ 66. Организация водоотлива и водопонижения 332
Глава XVII. **Сооружения для подъема и спуска судов** 339
§ 67. Подводные части эллингов и слипов на шпально-балластном основании 339
§ 68. Подводные части слипов на свайном основании 346
§ 69. Сухие доки 350
§ 70. Установка плавучих доков 363

Раздел III

ПЛАНИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТ ПОРТОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Глава XVIII. **Планирование строительства** 355
§ 71. Календарный план работ 355
§ 72. Сетевое планирование и управление строительством . . . 362
Глава XIX. **Технико-экономические показатели гидротехнических сооружений и анализ проектов производства работ** 384
§ 73. Технико-экономические показатели 384
§ 74. Технико-экономический анализ 394
Глава XX. **Ремонт гидротехнических сооружений** 398
§ 75. Система планово-предупредительного ремонта 398
§ 76. Организация и технология ремонта 402
Список литературы 413

Петр Иванович Ильин, Валерия Викторовна Петрощук, Григорий Юльевич Цейтлин, Геннадий Игнатьевич Гришин

Организация и производство портовых гидротехнических работ

Редактор *С. В. Приградова*
Переплет художника *А. М. Азерского*
Технический редактор *Е. А. Тихонова*
Корректоры *Г. Н. Баберкина, В. П. Ефимова*

Сдано в набор 24/I 1972 г. Подписано к печати 23/VIII 1972 г.
Формат бумаги 60×90 1/16 Печатных листов 26,0
Учетно-изд. листов 29,48 Тираж 2500 экз. Т-15101 Изд. № 1-1-2/10 № 4660
Зак тип. 17 Бумага типографская № 2 Цена 1 руб. 08 коп.
Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Басманный туп, 6а

Калужская областная типография управления по печати облисполкома, пл. Ленина, 5.