инж. А. В. РУСАКОВ

Р 28
Проверено 1945 г.

СПРАВОЧНИК
ПО РЕЧНОМУ ЗЕМЛЕЧЕРПАНИЮ

17363

Библиотека Горьковск. института инженеров водного транспорта
№ 55162

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта
1937

ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА—ЛЕНИНГРАД

52 ✓ 54 35

627
Р 88

Справочник рассчитан на работников землечерпания средней и низшей квалификации, а также путейцев внутренних водных путей.

1197

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Гидравлика и гидрология

Стр.

I. Гидростатика
1. Закон Паскаля. 2. Гидростатическое давление. 3. Закон Архимеда. Пловучесть тел 7

II. Гидродинамика
1. Определения. Расход жидкости. 7

III. Гидрология
1. Элементы реки. 2. Сток. 3. Баланс воды. 4. Движение воды в реках 8

IV. Гидробатометрия
1. Водомерные посты. 2. Гидрометрические работы. 3. Гидрометрические приборы. 4. Расход воды. 5. Батометрия . . . . . 9—15

Глава II. Грунты и их свойства

I. Свойства грунтов
1. Механический (гранулометрический) состав. 2. Водопроницаемость грунтов. 3. Влагоемкость грунта. 4. Капиллярность грунта. 5. Пористость грунта. 6 Липкость грунта. 7. Сцепление грунта. 8. Трение грунта. 9. Усадка грунта. 10. Разрыхление грунта. 11. Вес грунта. 12. Допускаемые скорости воды по грунту дна. 13. Допускаемое давление на грунт. 14. Классификация грунтов по трудности разработки их землечерпательными снарядами . . . . . 16—22

II. Классификация грунтов
1. Скальные обломочные разрушенные породы. 2. Песчаные грунты. 3. Глинистые грунты. 4. Суглинистые грунты. 5. Растительные грунты и чернозем. 6. Торф. 7. Ил . . . . . 22—24

Глава III. Конструкция и устройство землечерпательных снарядов

I. Введение
1. Исторические данные. 2. Классификация землечерпательных снарядов. 3. Удаление вынутого грунта . . . . . 25—30

II. Одночерпаковый экскаватор
1. Схема устройства. 2. Основные типы экскаваторов. 3. Ковш, емкость ковша. Рукоять. Стрела. 4. Поворотная платформа. 5. Двигатели и трансмиссии. 6. Двунога. 7. Защита от бокового диферента. 8. Схема экскавации. 9. Время экскавации. 10. Производительность. 11. Глубина выемки и радиус работы. 12. Область применения. 13. Корпус. 14. Данные об экскаваторах . . . . . 30—40

III. Грейфер
1. Схема конструкции. 2. Стрела. 3. Самосхватный ковш. 4. Емкость. 5. Принцип действия. 6. Условия подъема ковша. 7. Схема экскавации и ее продолжительность. 8. Производительность. 9. Область применения и эксплоатационные размеры. 10. Корпус. 11. Силовое хозяйство . . . . . 41—51

Стр.

IV. Дрегляйн
1. Схема конструкции. 2. Ковш. 3. Тяговой канат. Стрела. 4. Схема работы ковша. 5. Время экскавации и производительность. 6. Эксплоатационная характеристика. 7. Область применения. 8. Силовое хозяйство . . . . . 52—59

V. Башенный экскаватор
1. Схема конструкции. 2. Тип башен, канатный путь. 3. Скрепер и ковш. 4. Схема работы. 5. Производительность. 6. Область применения. 7. Силовое хозяйство . . . . . 59—68

VI. Многочерпаковые снаряды
1. Схема устройства. 2. Классификация снарядов по способу отвода грунта. 3. Передача движения. Верхний барабан. 4. Нижний барабан, подшипники. 5. Средний барабан. 6. Черпаковая рама. 7. Ролики. 8. Черпаковая цепь и ее звенья. 9. Черпак. 10. Грунтовой колодезь. 11. Грунтоотводные лотки для погрузки шаланды. 12. Производительность. 13. Корпус. 14. Силовое хозяйство . . 68—89

VII. Землесосы
1. Схема устройства. 2. Всасывающий трубопровод (сосун), сосуновая рама. 3. Всасывающий наконечник. 4. Разрыхлители. Рентабельность их устройства. 5. Волочащиеся приемники. 6. Соединение сосуна с помпой. Шарнир. 7. Принцип действия центробежной помпы: разрежение и напор. 8. Центробежная рефулерная помпа. Крылач. Упорный вал. 9. Напорный трубопровод. 10. Дальность и высота рефулирования. 11. Производительность. 12. Корпус. 13. Силовое хозяйство . . . . . 90—110

VIII. Комбинированные снаряды
1. Схема устройства. 2. Схема движения грунта. 3. Грунтовой колодезь. 4. Сосуновое устройство. 5. Трубопроводы: всасывающий и напорный. 6. Производительность. 7. Корпус. Осадка. 8. Силовое хозяйство . . . . . 112—114

Глава IV. **Приспособления для отвода грунта**

I. Рефулер
1. Пловучий трубопровод. 2. Понтоны. 3. Рефулерные и сухие трубы. 4. Лотки. 5. Манжеты и соединения. 6. Угловые патрубки. 7. Колбаса . . . . . 115—121

II. Лонгкулуары и транспортеры
1. Лотки лонгкулуара. 2. Стрела. 3. Поворотная стрела. 4. Противовес. 5. Транспортерные ленты . . . . . 121—125

III. Шаланды
1. Типы шаланд. 2. Несамоходные шаланды. 3. Приспособления для закрытия створок. 4. Самоходные шаланды. 5. Шаландеры . 125—128

IV. Шаландоразгружатели
1. Типы шаландоразгружателей. 2. Рефулер. 3. Элеватор. 4. Храповый разгружатель. 5. Комбинированные разгружатели . . . . 129—132

Глава V. **Вспомогательное оборудование земснарядов**

I. Приспособление для перемещения снаряда по прорези
1. Лебедки. 2. Сваи . . . . . 135—139

II. Состав землечерпательного каравана
1. Землечерпательный караван. 2. Брандвахта. 3. Суда для топлива. 4. Завозни для якорей. 5. Разъездные лодки . . . . . 142—144

Глава VI. **Принципы расчета земснарядов**

I. Грейфер
1. Объем ковша. 2. Мощность машины. 3. Котлы. 4. Пример расчета . . . . . 145—146

Стр.

II. Многочерпаковые снаряды
1. Черпак. 2. Черпаковая цепь. 3. Верхний барабан. 4. Нижний барабан. 5. Мощность машины. 6. Котлы. 7. Водоизмещение. 8. Пример расчета . . . . . 146—149
III. Землесос
1. Высота нагнетания. 2. Глубина всасывания. 3. Крылач. 4. Всасывающая труба. 5. Нагнетательная труба. 6. Мощность машины. 7. Котлы. 8. Водоизмещение. 9. Пример расчета . . . . . 150—152

Глава VII. **Вспомогательные операции при производстве работ землечерпательными снарядами**

I. Задание на работу землечерпательного снаряда
1. Горизонты. 2. Нормирование и проектные глубины. 3. Ширина прорези. 4. Глубина опускания рамы. 5. Площадь прорези и кубатура. 6. Задание на работу. 7. Разбивка задания на месте работ. Створы . . . . . 154—159
II. Сборка, учалка и буксировка землечерпательного каравана
1. Принципы учалки. 2. Место и средство для учалки. 3. Схема учалки. 4. Учалка при самоплаве . . . . . 161—165
III. Установка каравана на месте работ
1. Расчаливание каравана. 2. Завозка якорей и установка снарядов. 3. Установка рефулера . . . . . 165—167

Глава VIII. **Производство работ землечерпательными снарядами**

I. Выемка грунта экскаватором
1. Производство работ. 2. Угол последовательного поворота стрелы. 3. Подача вперед и переуглубление. 4. Ширина траншеи. 5. Равномерность выемки. 6. Разборка различных препятствий судоходству . . . . . 168—170
II. Выемка грунта грейфером
1. Производство работ. 2. Основные элементы траншеи. 3. Равномерность выемки . . . . . 170—171
III. Выемка грунта дрегляйном
1. Производство работ. 2. Элементы траншеи. 3. Равномерность выемки . . . . . 171—173
IV. Выемка грунта башенным экскаватором
1. Производство работ. 2. Схема работы. 3. Элементы работы . . 173—175
V. Выемка грунта многочерпаковым снарядом
1. Производство работ. 2. Папильонаж. 3. Перекладка боковых и становых якорей. 4. Скорость папильонажа. 5. Величина продвижения по становому тросу. 6. Равномерность выемки . . . . 176—179
VI. Выемка грунта землесосным снарядом
1. Производство работ. 2. Траншеи, их форма. Прорезь. 3. Переуглубление. 4. Скорость продвижения по траншее. 5. Влияние скорости продвижения на число траншей. 6. Площадь траншеи в плане. 7. Густота смеси. 8. Папильонаж . . . . . 180—188
VII. Удаление вынутого грунта
1. Шаландами. 2. Рефулером. 3. Лонгкулуаром . . . . . 189—192

Глава IX. **Учет работ и производственные измерители**

I. Элементы учета
1. Классификация работ. 2. Рабочее время земснаряда. 3. Коэфициент использования рабочего времени снаряда. 4. Производственные остановки, их классификация. 5. Техническая расчетная производительность. Транзитный коэфициент . . . . . 193—194

Стр.

II. Учет работ
1. Учет работ по времени. 2. Контрольные створы. 3. Ширина прорези. 4. Промеры и объем прорези. 5. Площадь выемки в плане. 6. Определение глубины опускания сосуна. 7. Объем грунта, извлеченного папильонажным снарядом . . . . . 195—197
III. Производственные измерители
1. Измерители. 198

Глава X. **Принципы проектирования прорезей**

I. Общие понятия
1. Основные элементы перекатов. 2. Основные типы перекатов. 3. Донные и поверхностные течения. 4. Влияние паводка. 5. Движение и отложения наносов . . . . . 199—202
II. Прорезь
1. Динамическая ось потока. 2. Типы прорезей в плане. 3. Тип первый. 4. Тип второй. 5. Тип третий. 6. Раструбы. 7. Поперечный профиль прорези. 8. Срезка гребней . . . . . 202—205
III. Свалка грунта
1. Типы свалок. 2. Влияние свалки на прорезь . . . . . 205—206

Глава XI. **Земляные работы гидравлическим способом**

I. Выемка грунта
1. Общие понятия. 2. Работа с помощью мониторов. 3. Работа с помощью землечерпательных снарядов . . . . . 207—208
II. Транспортировка грунта
1. Лотки и трубы (гидравлический способ). 2. Рефулирование . . 208—209
III. Укладка грунта
1. Разбивка сооружений. 2. Откосы, создание их. Щиты. 3. Щитовые валы. Добавка труб. Достижение проектной высоты. 4. Продольные откосы. Удержание грунта в продольном направлении. 5. Отвод отработанной воды. Расчет отверстий. 6. Типы водоотводных сооружений. 7. Окончание сооружений. Стоимость. 8. Принципы расчета земляных сооружений. Фильтрация . . . . . 209—220

Глава XII. **Такелажные работы**

I. Тросы
1. Типы тросов. 2. Прочность тросов. 3. Проволочные тросы . . 221—222
II. Цепи
1. Типы цепей. 2. Скобы. 3. Стопоры . . . . . 222—223
III. Якоря
1. Типы якорей. 2. Характеристика якорей . . . . . 223—224

Глава XIII. **Изыскания при землечерпании**

I. Мензульная съемка
1. Магистраль. 2. Мензульная съемка . . . . . 225—226
II. Промеры глубин
1. Профили. 2. Промеры. 3. Засечка промеров . . . . . 226—227
III. Обработка материалов и составление плана
1. Обработка материалов. 2. План в изобатах 227
IV. Выставление створов
1. По мензуле и эккеру. 2. По мензуле . . . . . 228—229
Приложения
I. Вес строительных и других материалов 230
II. Допускаемые напряжения материалов 233
III. Таблица крепости и веса круглых проволочных канатов 234

Литература 235

ГЛАВА I

ГИДРАВЛИКА. ГИДРОЛОГИЯ

I. ГИДРОСТАТИКА

1. Закон Паскаля. Давление на любую точку свободной поверхности жидкости или любую точку поверхности жидкости, замкнутой в сосуде, равномерно передается во все точки жидкости.

2. Гидростатическое давление. Гидростатическое давление p в любой точке однородной жидкости равно давлению на свободной поверхности p_o, сложенному с весом столба жидкости, основание которого — единица, а высота h — расстояние точки до свободной поверхности жидкости, т. е. $p = p_o + \Delta h$. Гидростатическое давление измеряется в атмосферах.

1 атмосфера (735,8 *мм* ртутного столба) равна столбу воды высотою в 10 *м*, сечением равным единице, что соответствует давлению 1 *кг/см*^{2}.

Избыток давления над атмосферным, выраженный высотою столба жидкости, называется манометрическим, или пьезометрическим давлением $h = \frac{p - p_o}{\Delta}$.

Давление ниже атмосферного, выраженное высотою столба жидкости, представляет вакуум, или разрежение $h = \frac{p_o - p}{\Delta}$.

3. Закон Архимеда. Пловучесть тел. Тело, погруженное в жидкость, подвержено давлению; это давление, называемое подъемной силой и равное весу вытесненной телом жидкости, проходит через центр тяжести последней и направлено вертикально снизу вверх. Если действуют силы, вращающие тело около его центра тяжести, отклоняя ось плавания от вертикали, то направление новой силы пересекает ось плавания в точке, называемой метацентром.

II. ГИДРОДИНАМИКА

1. Определения. Расход жидкости. Равномерно установившимся движением называется движение, в котором скорость, ускорение и давление жидкости не изменяются с течением времени, в какой-либо точке.

Количество жидкости, протекающей в единицу времени через любое сечение потока, называется расходом жидкости и выражается

$$Q = Fv,$$

где: F — площадь живого сечения в *м*^{2},

v — средняя скорость всех частиц жидкости в *м/сек*.

Живое сечение — сечение перпендикулярное к направлению средней скорости движения жидкости.

III. ГИДРОЛОГИЯ

1. Элементы реки. Каждая река имеет исток и устье: исток, где река берет свое начало, а устье — при впадении в море или другую реку. Разница между высотами истока и устья, разделенная на длину реки, называется ее уклоном. Степень уклона определяет скорость течения. В различных участках уклоны реки различны, а потому различна и скорость течения.

Ложе, по которому течет река, называется ее руслом. Во время половодья, т. е. подъема воды, река выходит из русла и затопляет часть местности, которая называется поймой.

Поперечный профиль реки называется ее живым сечением. Количество воды, протекающей через живое сечение в единицу времени, называется расходом воды, обусловливающим водоносность реки.

2. Сток. Часть атмосферных осадков в виде речного потока, соединяясь с грунтовыми водами (источники и ключи), стекает по поверхности земли и образует сток. Сток в единицу времени с единицы площади водосбора называется модулем стока и выражается

$$\gamma = \frac{Q}{F},$$

где: Q — приток воды в $м^3/сек$,
F — площадь бассейна в $км^2$.

3. Баланс воды. Годовой баланс воды в пределах площади водосбора выражается уравнением:

$$x = y + z + u,$$

где: x — слой осадков, выпавших за год,
y — полный сток за год,
z — испарение за год,
u — прибыль или убыль запаса воды внутри бассейна, выраженная в слое воды.

4. Движение воды в реках. Общий характер продольного профиля русла реки имеет уклоны, уменьшающиеся от истока к устью (рис. 1).

Рис. 1. Схема продольного профиля реки.

Рис. 2. Подпор горизонта реки плотиной.

Степень заполнения потоком речного русла определяет уровень воды в реке, а в разрезе русла перпендикулярно направлению движения воды — площадь живого сечения реки.

На уровень воды в реках имеют влияние: а) ветры, б) естественное уменьшение пропускной способности русла (отмель, засорение русла и т. д.) и в) гидротехнические сооружения, при которых имеет место подпор

уровня воды в реке и изменение характера естественного колебания горизонтов (рис. 2). Изменение уровня воды, по времени и вдоль по реке, вызывает движение паводка. Во время весеннего половодья и паводков можно наблюдать вздутие (при подъеме) и вогнутость (при спаде) водной поверхности реки от берегов к середине.

На широких реках, на закругленных участках, уровень воды в реке имеет поперечный уклон, который меняет свое значение в зависимости от поворотов реки.

Из наблюдений известно, что скорости течения у берегов и у дна медленнее, чем на середине и на поверхности. Линия, соединяющая вдоль

Рис. 3 и 4. Годограф скоростей.

Рис. 5. Живое сечение русла реки с изотахами.

реки места наибольших скоростей в поперечном сечении, называется динамической осью потока.

Результаты измерения скорости течения по вертикальной линии от поверхности до дна $[E — E']$ изображаются векторами $[M — M]$, соединяя которые, получаем годограф скоростей (рис. 3—4). Распределение скоростей по живому сечению изображается изотахами — линиями равных скоростей (рис. 5). Годографы и изотахи используются для подсчета средней скорости водного потока, которую легко исчислить по формуле расхода воды:

$$Q = Fv,$$

Зависимость между расходами и горизонтами воды в реках выражается функцией:

$$Q = f(h, i),$$

где: Q — расход,
h — высота, измеренная на водомерном посту,
i — значение уклона поверхности реки.

IV. ГИДРОБАТОМЕТРИЯ

1. Водомерные посты. Горизонт воды в реках, озерах и морях не является постоянным; он меняется изо дня в день. Наиболее резкая амплитуда колебаний наблюдается в реках, где она достигает 15 *м*.

Для изучения режима реки необходимы систематические наблюдения над горизонтом воды в течение ряда лет на специально устроенных пунктах — водомерных постах.

Водомерные посты бывают реечные и свайные.

На реечном посту наблюдения производятся по рейке, неподвижно прикрепленной к гидро-

Рис. 6. Водомерный пост на сооружении.

техническому сооружению (устой моста, плотина, стенка набережной и т. д.) (рис. 6) или к специально забитым на дно реки сваям (одиночным или в виде куста свай) (рис. 7). Рейка представляет собой деревянный брусок с поперечным сечением 4×10 *см* и делениями через 1 *см*. Общая длина ее должна быть не менее наблюдаемой максимальной амплитуды колебания горизонтов.

При значительной амплитуде более удобен свайный пост (рис. 8). Он состоит из ряда свай, забитых в одном створе по склону берега в пре-

Рис. 7. Водомерный пост на свае.

Рис. 8. Свайный водомерный пост.

делах наблюдаемой амплитуды колебаний горизонтов. Сваи устанавливаются со взаимным превышением площадок соседних свай на 0,5—1,0 *м*. Сваи нумеруются сверху вниз и связываются двойной нивелировкой с репером поста.

Наблюдения производятся переносной водомерной рейкой, имеющей длину 1,0—2,0 *м*, по ближайшей к берегу свае, покрытой водой.

Необходимой составной частью каждого водомерного поста является репер. Репером называется точка, высотное положение которой определено и закреплено точной нивелировкой. Реперы бывают постоянные и

Рис. 9. Репер (марка).

Рис. 10. График колебания горизонтов.

временные. К первым относятся бетонные столбы с железным штырем или чугунные марки, заделываемые в стены капитальных сооружений (рис. 9). К временным реперам относятся деревянные столбы с крестовиной в нижнем конце их, закапываемые на глубину до 2 *м*.

Каждый водомерный пост имеет технический список, который содержит все сведения: о местоположении поста, описание его устройства, отметки реперов и их изменение и т. д.

Измерения горизонтов воды производятся в метрических мерах с точностью до 1 *см*. Частота наблюдений устанавливается в зависимости от целевого назначения поста. Обычно, для повседневной регистрации уровней, наблюдения производятся три раза в день: в 7, 13 и 19 часов. Наблюдения заносятся в специальный полевой журнал. Обработка полученных данных приводится в одну систему, исходя из отметки репера (условной или абсолютной). При условных отметках за нулевую отметку принимается нуль графика, от которого и ведутся все вычисления. Для речных постов за нуль графика обыкновенно принимают отметку нуля рейки.

Пользуясь этими данными, строят хронологический график колебания горизонтов, где по горизонтали откладываются дни, а по вертикали — соответствующие показания высоты горизонтов в выбранном масштабе. Полученные точки соединяются плавной кривой. Период ледостава отмечается жирной горизонтальной чертой, а ледохода — вертикальной штриховкой (рис. 10). На один и тот же график наносятся последующие годы, что облегчает сравнение их режима.

2. Гидрометрические работы. Участок реки, избранный для измерения расходов воды, должен быть заснят, закреплен плановыми и высотными реперами и соответственно оборудован.

Для съемки участка на одном из берегов разбивается магистраль, по возможности параллельно течению. Магистраль измеряется мерной цепью или лентой и разбивается на пикеты, через которые провешиваются перпендикулярно к магистрали поперечники для промеров дна и берегов.

Промеры дна производятся до глубин 5 *м* футштоком, представляющим размеченный и раскрашенный на дециметры и сантиметры круглый шест. При больших глубинах измерения ведутся лотом-грузом в 5—15 *кг*, подвешенным на размеченном тросе (лот-линь). Место промера по ширине реки определяется либо по размеченному тросу, протянутому поперек реки, либо засечками на мензуле, либо угломерными инструментами. Берег по профилям нивелируется. На основании промеров и нивелировки вычерчиваются профили поперечников и составляется план участка реки в горизонталях (или изобатах). На одном из берегов устанавливается один или два водомерных поста, связанных с реперами.

В рабочем створе (поперечнике) намечаются вертикали для определения скоростей течения. Вертикали располагаются на правильном расстоянии одна от другой — при правильном ровном дне — и на различных расстояниях — в характерных точках перелома дна (расстояние между вертикалями 5—150 *м*).

Измерение скоростей по вертикали обычно производится в 5 точках: на поверхности 0,2H; 0,6H; 0,8H и у дна.

Для перемещения с вертушкой по створу и вертикалям употребляются оборудованные лодки.

3. Гидрометрические приборы. Для определения скорости движения воды служат приборы: поплавки, вертушки, батометры-тахиметры и динамометры.

а) Поплавки являются простейшими из всех приборов и представляют собою куски дерева, шесты с грузом, закупоренные бутылки, наполовину наполненные водою (рис. 11).

Поверхностные поплавки определяют поверхностную скорость, а загруженные на некоторую глубину — глубинную. Для измерения средней скорости течения обычно применяют глубинные поплавки, погружаемые не менее чем на 1,0 *м*.

б) Вертушки являются наиболее усовершенствованными приборами и состоят из трех основных частей: лопастей с осью, тела со счетным механизмом и хвоста. Принцип работы вертушки состоит в том, что пропеллер (лопасти), надетый

Рис. 11. Поплавки.

Рис. 12. Вертушка с горизонтальной осью.

на ось, вращается под действием удара текущей воды, регистрируя счетчиком оборотов или электрическим звонком число оборотов лопастей.

Различают вертушки: с горизонтальной осью — Отто, Амслера, Альбрехта, ГГИ и др. (рис. 12) и с вертикальной осью — Прайса, Гарлей. Института Водхоза (рис. 13). Первые измеряют скорости нормальные

Рис. 13. Вертушка с вертикальной осью.

Рис. 14. Масляная вертушка.

к створу или близкие к ним, вторые — скорость течения всех направлений. При работе с троса вертушки обоих типов показывают максимальные скорости.

По форме лопастей вертушки бывают пластинчатые (рис. 12), винтовые и чашечные (рис. 13). Наиболее чувствительными являются винтовые лопасти, регистрирующие различное направление струй и не создающие водоворотов при вращении.

Счетные механизмы бывают механические и электрические. В механических счетчик состоит из двух зубчатых колес, снабженных соответствующей маркировкой (на одном — единицы и десятки, на другом — сотни) (рис. 12). Число оборотов учитывается разностью отсчетов по указателям на обеих шестеренках до начала и после измерений.

При электрическом счетчике поворот зубчатого колеса регистрируется звонком или телефоном при помощи замыкания электрической цепи; замыкание тока происходит от соприкосновения контакта, укрепленного на зубчатом колесе, с пружинкой корпуса, изолированной от него. Контактное устройство в таком случае открыто и подвержено действию воды. В закрытых устройствах (Отто-V) имеются две камеры:

Рис. 15. Батометр Глушкова.

Рис. 16. Эпюра скоростей.

герметическая масляная с контактами и пустая с передаточной зубчаткой (рис. 14).

Для одновременного измерения направления струй применяют вертушки Экман-Мерца.

Для производства наблюдений вертушки опускаются в воду на штанге или тросе; в последнем случае внизу вертушки прикрепляется груз весом 15—75 *кг*. Время работы вертушки учитывается по секундомеру.

в) Батометр-тахиметр проф. Глушкова состоит из резинового баллона, носка для втекания воды и перекладины для привязывания прибора к штанге или шесту (рис. 15). При измерении скоростей батометр опускается в воду носком по течению, затем поворачивают его на 180°, одновременно пуская секундомер. Затем, после определенного периода, вновь поворачивают его на 180°, отмечая время, и вынимают на поверхность. Количество взятой пробы измеряется мензуркой.

Гидрометрические приборы для определения зависимости между показаниями счетчиков и скоростью течения тарируют в специальных бассейнах.

4. Расход воды. После обработки полевых данных скорости по вертикалям изображаются графически путем нанесения на вертикали глубин измерения скоростей, а по горизонтали — скоростей для каждой точки (рис. 16). По такой эпюре скоростей подсчитываются средние скорости.

По данным промеров створа вычерчивается профиль живого сечения и на нем намечаются места скоростных вертикалей. Вверх от горизонта

воды откладывают в местах скоростных вертикалей средние скорости течения, и полученные точки соединяются плавной кривой. Для них же определяются элементарные расходы умножением средних скоростей на соответствующие глубины. Полученные значения откладываются вверх от линии горизонта воды и соединяются плавной кривой. Площадь, полученная между кривой элементарных расходов и линией горизонта, дает величину полного расхода воды.

Рис. 17. Батометр Жуковского.

При графо-механическом способе ее определяют планиметрированием, а при графо-аналитическом — она подсчитывается по формуле

$$Q = q_1 b + q_2 b + \ldots + q_n b = b \sum q_n,$$

где q_1, q_2, $q_3 \ldots q_n$ — значения элементарных расходов по вертикалям; b — расстояние между соседними промерными точками по ширине реки.

5. Батометрия. Для определения количества взвешенных наносов, проносимых в данном живом сечении рекою, берутся батометрами пробы воды. Батометры бывают длительного и мгновенного наполнения. К первым относится батометр проф. Глушкова, ко вторым — Жуковского. Батометр Жуковского представляет цилиндрический сосуд с горизонтальной осью, объемом 250—1000 *л*, опускаемый на штанге или тросе до требуемой глубины. Батометр имеет две крышки, которые при опускании натяжением пружин удерживаются в открытом состоянии (рис. 17). Крышки могут в желаемый момент мгновенно захлопнуться.

Рис. 18. Годограф наносов.

Рис. 19. Профиль расхода взвешенных наносов.

Пробы фильтруются, и делением количества твердого остатка на взятый объем пробы определяется мутность потока в данной точке живого сечения.

Наблюдения ведутся на тех же профилях, вертикалях и точках, где измеряются и скорости течения воды. По каждой вертикали строится годограф наносов (рис. 18), в котором по оси ординат откладываются глубины, а по оси абсцисс — количество наносов, соответствующее дан-

ной глубине. Площадь полученной эпюры определяет элементарный расход наносов по вертикали, каковые при делении на соответствующие глубины дают удельные расходы наносов.

Полный расход наносов определяется площадью, полученной от построения на поперечном профиле отложенных вверх по вертикалям эпюр элементарных расходов, соединенных между собою кривою (рис. 19).

Расход наносов определяется в единицу времени (1 сек.).

ГЛАВА II

ГРУНТЫ И ИХ СВОЙСТВА

I. СВОЙСТВА ГРУНТОВ

1. Механический (гранулометрический) состав. Гранулометрический состав грунта и почвы — это относительное содержание в них (в процентах) частиц различной величины, По размерам своих зерен грунты разбиваются на группы или фракции в соответствии с их свойствами (см. стр. 17).

2. Водопроницаемость грунтов. Водопроницаемостью грунта называется способность его пропускать воду. У различных грунтов — различная водопроницаемость; грунты, богатые глинистыми частицами, — мало водопроницаемы, пески же и гальки абсолютно водопроницаемы.

Водопроницаемость песка и гравия в зависимости от крупности зерен сведена в нижеследующую таблицу:

Диаметр фракции в *мм*	Водопроницаемость в *см*³ на *см*² при столбе фракции 30 *см* в 1 минуту	Диаметр фракции в *мм*	Водопроницаемость в *см*³ на *см*² при столбе фракции 30 *см* в 1 минуту
8—4	15,78	0,5—0,25	0,927
4—2	10,57	0,25—0,10	0,0838
2—1	7,23	0,10—0,05	0,0239
1—0,5	2,35		

3. Влагоемкость грунта. Влагоемкость определяет способность грунта поглощать в себя воду путем заполнения пустот между зернами. Влагоемкость коренным образом меняет основные свойства грунта: сцепление, трение, угол естественного откоса. Влагоемкость выражается в литрах на 1 *м*³ грунта.

Наименование грунта	Влагоемкость литров в 1 *м*³	Наименование грунта	Влагоемкость литров в 1 *м*³
Известняк	15—170	Суглинок	454
Гравий	360—377	Чернозем (песчано-глинистый)	553
Крупный песок	360	Глина	550
Мелкий	420	Торф	1100—1500

17363

Классификация фракций грунтов

(по ЦНИИВТ и по Сабанину)

Величина зерен		Название фракций грунта			Примечание
По Сабанину	По ЦНИИВТ	Грунт	Определение		
			Сабанин	ЦНИИВТ	
> 10 *см*	> 10 *см*	Камень (не окат.)			[1] Определение суглинков, глин и ила по ЦНИИВТ зависит от преобладания процентного содержания мелких частиц, а именно:
10—7 "	10—5 "	Щебень (не окат.) и галька (окат.)	крупный	крупный	
7—5 "	5—2 "	"	средний	средний	
5—3 "	2—1 "	"	мелкий	мелкий	
10—5 *мм*	10—5 *мм*	Гравий (окат.) и хрящ (не окат.)	крупный	крупный	
5—3 "	5—2 "	"	средний	средний	
3—1 "	2—1 "	Песок	крупный	очень крупный	
1—0,5 *мм*	1—0,5 *мм*	"	средний	крупный	
0,5—0,25 "	0,5—0,25 "	"	мелкий	средний	
0,25—0,05 "	0,25—0,1 "	Пыль (Сабанин) и песок (ЦНИИВТ)	грубая	мелкий	
0,05—0,01 "	0,1—0,01 "	"	мелкая	очень мелкий	
0,01—0,005 *мм*	1—0,005 "	глина	грубая	песок заиленный	
0,005—0,001 "	[1]	"	тонкая	—	
0,001 и меньше	—	ил	ил	—	

	Величина зерен	
	1—0,01 *мм*	0,01—<0,005 *мм*
Суглинок:		
легкий	80%	20%
средний	65%	35%
тяжелый	50%	50%
Глина:		
песчаная	<50%	>50%
жирная	<50%	>60%
пылеватая	<50%	>50%
Ил песчан. . . .	50%	50%
Ил	<50%	>50%

В зависимости от способности грунта пропускать сквозь себя, а также и впитывать в себя воду, различают грунты:

а) проницаемые невлагоемкие — песок, галька;

б) проницаемые влагоемкие — торф;

в) непроницаемые влагоемкие — глина;

г) непроницаемые невлагоемкие — гранит, песчаник.

4. Капиллярность грунта. Капиллярностью грунта называется способность его поднимать воду из нижних слоев в верхние. Высота и скорость поднятия воды зависят в значительной степени от крупности частиц грунта: чем крупнее частицы грунта, тем ниже подъем воды.

Диаметр частиц в *мм*	Высота поднятия		Максимальная высота	
	Через 24 часа в *мм*	Через 48 час. в *мм*	Поднятия в *мм*	Через сколько суток
5,0—2,0	22	—	35	3
2,0—1,0	54	60	65	4
1,0—0,5	115	123	131	4
0,5—0,2	214	230	246	8
0,2—0,1	376	396	428	8
0,1—0,05	530	574	1055	72
0,05—0,02	1153	1360	2000	75

5. Пористость грунта. Пористость представляет отношение объема пустот, находящихся между частицами грунта, к общему объему грунта:

$$N = \frac{V_1}{V_2},$$

где: N — пористость в процентах,
V_1 — объем пустот,
V_2 — общий объем грунта.

Грунт	N в %
Гравий зерна $d = 7$ *мм*	27
Крупный песок $d = 2$ *мм*	38
„ „ $d < 2$	40
Мелкий песок $d = 0{,}4$—$0{,}2$ *мм*	42,3
Песчаная пыль	46,9
Суглинок	47,4
Глина	52,7
Торф	81,0

С уменьшением диаметра частиц грунта пористость увеличивается.

Пористость в значительной степени влияет на фильтрационные свойства грунтов, размывание, усадку, сжатие и т. д.

6. Липкость грунта. Липкость выражается в свойстве грунта во влажном состоянии прилипать к твердым телам, соприкасающимся с ним. Прилипание глинистых и мелкозернистых грунтов сильнее, чем песчаных и крупнозернистых.

Глина с влажностью в %	Нагрузка			
	5 *кг/см²*	< 5 *кг/см²*	20 *кг/см²*	30 *кг/см²*
	Прилипаемость к металлической поверхности в *г/см²*			
23,2	280	—	—	—
31,9	229	—	—	—
37,3	183	203	208	201
49,7	134	—	—	—
81,8	16	—	—	—

Прилипание к деревянной и резиновой поверхностям меньше чем к металлической.

Для песчаных грунтов принимаются 20% от данных таблицы.

7. Сцепление (связность) грунта. Сцепление — это связь между отдельными частицами грунта; оно зависит от влажности, плотности и крупности частиц грунта. Наибольшим сцеплением обладают глинистые грунты, наименьшим — пески. Сцепление глинистых грунтов достигает иногда до 100 *кг/см²*.

Грунты	Сцепление в *кг/см²*	Грунты	Сцепление в *кг/см²*
Песок	0—1,5	Глина	2,0—3,5
Суглинок	1,5—2,5	Тяжелая глина	3,5—4,0

Классификация грунтов по связности для земляных работ приведена в таблице на стр. 20 (утверждена Госпланом СССР).

8. Трение грунта. Трение пропорционально давлению одной массы грунта на другую при нормальных нагрузках к поверхности слоя. Коэфициент этой пропорциональности называется коэфициентом трения. Чем больше трение и сцепление грунта, тем больше крутизна его откоса. Эта крутизна измеряется тангенсом угла наклона линии наибольшего ската к горизонту и называется она углом естественного откоса. Тангенс угла в таком случае равен коэфициенту трения.

Род грунта	Сухой грунт		Водонасыщенный грунт	
	Коэфициент трения $= \operatorname{tg} \alpha$	Угол естественного откоса $= \alpha$	Коэфициент трения $= \operatorname{tg} \alpha$	Угол естественного откоса $= \alpha$
Песок мелкий чистый .	0,7	35°	0,41	22°
Глина	0,84	40°	0,36	20°

9. Усадка грунта. Усадка грунта — уменьшение его объема под влиянием высыхания на воздухе. Величина усадки зависит от формы и размера зерен и от первоначального уплотнения.

Чем больше глинистых частиц в грунте, тем больше его усадка. Для обеспечения проектных размеров насыпи после уплотнения необходимо давать в насыпях следующий запас на усадку по высоте и объему в зависимости от грунта и способа производства работ (в %):

№ групп грунтов	Характер грунтов по их связности	Технические типы грунтов, землистых и каменных материалов	Вес 1 м³ грунта в кг в плотном теле	Коэф. трудности разработки	Способ разработки (инструменты и приспособл.)
1	Рассыпчатые грунты, т. е. с минимальным сцеплением частиц	Песок средний и мелкий, рыхлые гумусовые почвенные горизонты, дерн, супеси	1100—1400	0,50—0,80	Металлические лопаты
2	Слабосвязные грунты (грунты, рассыпающиеся комьями)	Песок крупный, тяжелая супесь, комковатые и плитчатые почвенные горизонты, легкие суглинки	1400—1600	0,80—1,20	То же
3	Грунты 1-й и 2-й групп с примесью до 25% камня или волокнистых веществ	Те же типы с примесью гравия, щебня и пр.	до 1700	до 1,50	Металлическая лопата и отчасти кирка и лом
4	Пластичные грунты в сыром состоянии, в сухом—связны	Тяжелые суглинистые и глинистые грунты, аллювиальные горизонты почв	до 1800	1,90	То же и сверх того кайло и топор
5	Грунты 4-й гр. с примесью до 25% камня или других тяжелых веществ	Те же типы с примесью гравия, щебня, гальки и камня и древесных корней, также влажный торф, глей	до 2100	1,90—2,60	То же
6	С ясным сцеплением частиц как в сухом, так и во влажном состоянии	Очень тяжелые глины, сланцеватые глины, мергели, опока, столбчатые горизонты солонцов	до 2200	2,60—3,20	Кирка, лом, кайло, металлические лопаты
7	С значительным сцеплением частиц, приближающимся к твердым породам	Мел, известняк, слабые песчаники, плотный органод, жерстка	до 2300	3,20—4,00	То же и клинья, молот
8	Слабые каменные грунты (разборно-скальные)	Разборные по отдельности грунты, сланцы, конгломераты, грунты в мерзлом состоянии	до 2400	4,00—6,00	То же и подрывные приспособления
9	Плотные каменные (скальные) грунты	Кристаллические известняки, доломиты, гипсы, твердые песчаники, мраморы	2400—2700	6,00—8,00	То же
10	Твердые каменные (в виде сплошной скалы)	Граниты, порфиры, базальт, кварц, диабазы и др.	2700—3200	8,00—10,00	То же

Род грунта	Конная возка	Поездная возка	Тачечная возка
Песок хрящ	1	2	3
Чернозем, тощая глина	3	6	9
Глина средней твердости	5	10	15
Тяжелая глина	6	12	18
Мергель	7	14	20
Скальный грунт: слабый	7	14	20
Скальный грунт: средний	10	10	10
Скальный грунт: твердый	12—15	12—15	12—15

10. Разрыхление грунта. Естественно залегающий грунт обладает определенной плотностью, находящейся в прямой зависимости от объема пустот в его структуре.

Если нарушить эту естественную плотность, вынуть грунт и насыпать его в виде насыпи, то он будет иметь больший объем, так как количество пустот между частицами грунта увеличится. Такое состояние грунта называется первоначальным разрыхлением. Когда насыпь окончательно уплотнена, то она все же не имеет первоначальной своей естественной плотности. Это разрыхление называется остаточным.

Ниже в таблице (по Дубелиру и Толстопятову) приведены величины первоначального и остаточного разрыхления для разных грунтов.

Род грунта	Первоначальное разрыхл. (%)	Остаточное разрыхл. (%)
Разжиженный мелкий песок	5	—
Песок сухой, гравий	10—20	1—2
Супесок, суглинок, глина мягкая	20—25	2—4
Растительная земля, торф	25—30	4—6
Твердые глины	25—35	6—7
Щебень: мягкий	30—40	8—12
Щебень: твердый	40—50	8—12

11. Вес грунта. В зависимости от плотности и влажности грунта изменяется и вес его в *кг/м³*.

Род грунта	В рыхлом состоянии с почвенной влажностью	Утрамбованный, плотный	Насыщенный водой
Торф	400—600	800—1000	1000—1100
Растительная земля	1200—1500	1700	1800
Суглинки, глина	1500	1700	1900
Песок, гравий	1600—1800	—	1900—2000
Камень, валуны	2600—3000	—	—
Камень мелкий, пустот 32%	1850	—	—
» средний » 22%	2100	—	—
» крупный » 16%	2300	—	—
Камень в скале	—	2000—3500	—

12. Допускаемые скорости воды по грунту дна (*м/сек*).

Чернозем	0,09	Каменная одиночная мостовая на песке	2,15
Ил, наносная глина	0,15	Каменная одиночная мостовая на мху или навозе	2,30
Мелкий песок	0,25	Двойная мостовая	3,10
Речной песок (средний)	0,5	Скалистый грунт	4,0
Глина жирная	0,5	Лоток кирпичный на цементном растворе с цементной штукатуркой	5,0
Дерновка плашмя	0,65	Лоток деревянный	7,0
Гравий	0,8	Лоток бетонный	8,0
Глина плотная	1,0	Лоток железный	9,0
Крупный песок	0,8—1,0	Труба чугунная	9,0
Хрящеватый грунт	1,2		
Мелкий щебень	1,2		
Крупный щебень	1,8		

13. Допускаемое давление на грунт (*кг/см²*).

Род грунта	Допускаемое давление *кг/см²*		
	Грунт сухой	Влажный грунт (33—67%)	Водонасыщенный грунт (67—100%)
Ил	1,0	0,5	0,15
Торф	1,0	0,5	0,15
Растительная земля, чернозем	1,0	0,5	0,15
Песок мелкий чистый	1,0	0,75	0,50
Песок крупный	4,0	3,0	2,0
Гравий	4,0	3,5	3,0
Галька средняя	5,0	4,0	3,5
Суглинок, глина средн. плотности	2,5	2,0	1,5
Плотная глина	3,0	2,25	2,0
Скала сплошн.	20,0—40,0	—	—

14. Классификация грунтов по трудности разработки их землечерпательными снарядами. По трудности разработки грунтов различными типами землечерпательных снарядов применяются следующие коэфициенты (приняты отраслевым совещанием работников пути Наркомвода, см. табл. на стр. 23).

II. КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТОВ.

1. Скальные обломочные разрушенные породы. Различают щебень или гальку крупностью 1—10 *см* и хрящ или гравий от 3 *мм* до 1,0 *см*. Породы могут быть изверженные (граниты, гнейсы, базальты и т. д.) и осадочные (песчаники и известняки).

Угол естественного откоса щебня зависит от расположения отдельных элементов. Весьма часто эти породы встречаются в виде примесей в основной наносной породе, например, песке или глине.

2. Песчаные грунты. В практике обыкновенно встречаются кварцевые пески с примесью полевого шпата и окиси железа. Зерна сильно окатаны; по их размерам различаем: крупные 1,0—3,0 *мм*, средние 0,5—1 *мм*, мелкие 0,25—0,5 *мм*, мелкие пылеватые 0,1—0,25 *мм* и очень мелкие пылеватые 0,05—0,1 *мм* пески.

Наиболее часто встречаются в реке средние и мелкие пески, обычно с примесью органических веществ, крупнозернистых галек и ила, и

№ п/п	Род грунта	Техническая характеристика	Коэфициент приведения				
			МЧ—Р землесос с разрыхлителем	МЧ—Ш	Землесос без разрыхлителя	МЧ—Л	ОЧ
1	Песок . . .	Зерна до 1 *мм*	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25
2	Торф . . .	Без корней	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25
3	Супесок . .	Песок с содержанием глины до 20 %	1,0	1,0	1,0—1,2	1,0	1,0
4	Песчано-илистый . .	Песок с содержанием ила до 30%	1,0	1,0	1,0—1,15	1,0	1,25
5	Песчано-гравелистый	Крупность зерен от 1,0 до 5,0 *мм*	1,2—1,5	1,0	1,0—1,5	1,0	1,0
6	Засоренные грунты . .	Песчаные и супесчаные грунты с примесью щепы и корней	1,2—1,5	1,0	1,2—1,5	1,0	1,0
7	Торф . . .	С корнями	1,2—1,5	1,0	1,2—1,5	1,0	1,0
8	Ракушечный песок . . .	Песок с примесью ракушек до 30%	1,2—1,5	1,0	1,2—1,5	1,0	1,0
9	Глина легкая	Легко отделяемая черпаками	1,0—1,2	1,0	2,0—3,5	1,0—1,5	0,9—1,0
10	Суглинок .	Песок с содержанием глины свыше 20%	1,0—1,1	1,0	2,0—2,5	1,0—1,2	1,1
11	Гравий . .	Зерна диаметром 5—20 *мм*	1,5—2,5	1,0	1,5—2,5	1,2—1,5	1,0—1,2
12	Щебенчатый грунт . . .	Песок и легкая глина с примесью щебня от 10 до 50%	1,5—2,5	1,0—1,3	2,0—3,0	1,2—2,0	1,0—1,2
13	Глина плотная	С трудом отделяемая черпаками и застревающая на колосниках	1,8—2,2	1,3—1,5	—	1,8—2,2	1,2—1,5
14	Каменистый грунт . . .	Зерна диаметром свыше 20 *мм*	—	1,5—2,0	—	—	1,2—1,8
15	Грунты засоренные .	Песок и глина с примесью валунов свыше 10% диаметром более 200 *мм* и песок и глина, сильно засоренные топляками и древесиной	—	1,8—2,0	—	—	1,2—1,8
16	Глина липкая	Плотно прилипающая к черпакам и выпадающая из черпаков с усиленной посторонней помощью	—	2,0—3,0	—	—	1,2—2,0
17	Мерзлый грунт . . .	Мерзлые пески, глины и другие грунты	2,5—3,5	1,5—2,0	—	1,0—1,5	1,2—1,8

в весьма малых количествах, всего 1—1,5%. Для сухих песков, лишенных сцепления, коэфициент трения $tg\,\alpha = 0{,}6—0{,}7$ и $\alpha = 35°$.

Влагоемкость крупного песка 20—30% и мелкого 30—60%. Песок обладает большой капиллярностью, доходящей в мелких песках до 1 *м* вверх от уровня вод при незначительной влагоемкости сверху, от поверхности. Угол естественного откоса и коэфициент трения для влажных песков сильно уменьшаются. Размываемость наблюдается при скоростях воды по крупным пескам 0,8—1,0 *м/сек*, по средним и мелким 0,25—0,50 *м/сек*. Разрыхляемость 10—20%.

3. Глинистые грунты. Глина — продукт разложения коренных пород, представляющих соединение глинозема и кремнезема. Чаще всего встречаются смешанные глины (бурые и красные), заключающие в себе продукты разложения щелочной группы.

Глина обладает в сухом виде большой плотностью и сцеплением и держится в крутых откосах. Она отличается большой влагоемкостью (до 50%) и абсолютной водонепроницаемостью.

Для сухой глины $tg\,\alpha = 0{,}84$ и $\alpha = 40°$, а для мокрой $tg\,\alpha = 0{,}15$ и $\alpha = 8—10°$.

Размываемость наблюдается уже при скоростях 0,15—0,20 *м/сек*, а в суглинках — при 0,5 *м/сек*.

Разрыхление достигает до 20—30%. Отличительным свойством является большая усадка, дающая после высыхания грунта трещины на поверхности. Капиллярность глины также очень велика, и подъем влаги доходит до 2 *м* от рабочего горизонта.

4. Суглинистые грунты. Суглинки — грунты, состоящие из смеси песка и глины (песка от 30 до 70%); так как в суглинках преобладают песчаные частицы, то они приближаются к песчаным грунтам; имеют небольшую влагоемкость, значительную проницаемость, но зато обладают бо́льшим сцеплением (по сравнению с песком).

5. Растительные грунты и чернозем. Представляют собой продукт преобразования коренной породы. Состоят из зерен кварца, соединенных с глиноземом и гумусом. Чернозем обыкновенно залегает слоями от 0,8 до 1,5 *м* на песчаных грунтах. Отличается большой влагоемкостью (до 60%) и разрыхляемостью (до 25%); легко размывается водой.

6. Торф. Весьма рыхлый грунт, являющийся продуктом разложения растений в воде. Как самостоятельный материал для земляных сооружений абсолютно непригоден. Торф обладает большой влагоемкостью (до 1500%) и значительной водопроницаемостью.

Плотный торф держится почти в вертикальном откосе. Особенностью его является способность уменьшаться в объеме при высыхании.

7. Ил. Это — отложение мельчайшей мути и взвешенных в воде частиц (менее 0,001 *мм*). Мокрый ил не обладает связностью так же, как и цементирующими свойствами; попав в песок, способствует разъединению зерен. Примесь ила в песке делает его неспособным держаться в откосе при одновременном падении коэфициента трения. Такие пески называются илистыми или плывунами.

ГЛАВА III

КОНСТРУКЦИЯ И УСТРОЙСТВО ЗЕМЛЕЧЕРПАТЕЛЬНЫХ СНАРЯДОВ

1. ВВЕДЕНИЕ

1. Исторические данные. Первый землечерпательный снаряд был изобретен в Голландии инж. К. Майером в 1685 г. Многочерпаковый снаряд был запатентован во Франции в 1718 г. инж. Савери. В 1796 г. была запроектирована Джемсом Уаттом первая паровая землечерпательница, которая и была построена в 1804 г. мощностью 6 *л. с.* Первый поршневой землесосный снаряд построен в 1859 г., а в 1864 г. инж. Базеном построен землесосный снаряд с центробежной помпой.

Возникновение первых землечерпательных снарядов в СССР относится к 1810 г., когда были применены первые примитивные снаряды (ковши, мелепробивные машины и т. д.). Первые механические землечерпательные снаряды в СССР появились в 1859 г. и были ввезены из Германии и Бельгии в количестве 4 единиц.

2. Классификация землечерпательных снарядов. а) Одночерпаковый экскаватор (механическая лопата, power shovel) (рис. 20). Ковш прикреплен к жесткой, подвижной рукояти,

Рис. 20. Одночерпаковый экскаватор.

которая может вращаться в вертикальной плоскости около горизонтальной оси, укрепленной на стреле. Стрела в свою очередь вращается на поворотном круге около вертикальной оси. Забор грунта происходит по вертикальной окружности путем вращения ковша на рукояти по направ-

Рис. 21. Грейфер.

лению от машины вперед. После поднятия ковша в горизонтальной плоскости вращается поворотный круг, чем устанавливается ковш над местом свалки. Опорожнение ковша производится путем откидывания задней стенки ковша — днища. Одночерпаковый экскаватор является универсальным снарядом, пригодным для работ в разнообразных грунтах.

б) Грейфер (clam-shell and orange-peel excavator, Greifbagger, храп) (рис. 21).

Ковш представляет двустворчатый или четырехстворчатый самосхват, створки которого закрываются и открываются при помощи управляющих

Рис. 22. Дрегляйн.

тяг. Ковш подвешен на гибком тросе, перекинутом через блок на конце стрелы. Силой тяжести, при падении в раскрытом состоянии, ковш врезается в грунт, затем сводятся створки; в этот момент и происходит

забор грунта. После этого ковш поднимается и путем поворота стрелы в горизонтальной плоскости перемещается к месту разгрузки. Опорожнение производится открытием створок. Применяется для твердых и вязких грунтов, хотя удовлетворительно работает и на других грунтах.

в) Дрегляйн (канатно-скребковый экскаватор, ложечная самотаска, (dragline excavator) (рис. 22). Специальной формы ковш, подвешен на гибком тросе, переброшенном через блок, укрепленный на поворотной стреле. Под влиянием силы тяжести ковш падает на землю и, подтяги-

Рис. 23. Башенный экскаватор.

ваемый тяговым канатом к машине, врезается и режет лезвием грунт, забирая его верхний слой. Наполненный ковш поднимается тяговым канатом и перемещается вместе со стрелой в горизонтальной плоскости к месту насыпи. Используется для различных нетяжелых грунтов.

г) Башенные экскаваторы (башенные скреперы, tower cableway excavator, power drag scraper) (рис. 23). Ковш *5* подобного типа, как в дрегляйне, катится при помощи направляющих шкивов на тросе *1*, натянутом с одной стороны на башне *3*, а с другой — на якоре или вспомогательной башне *6*. Наивыгоднейшее расстояние между башнями 300—400 *м*,

Рис. 24. Многочерпаковый снаряд.

что дает возможность осваивать большие пространства. При свободном ходе ковш катится от большой башни к малой под влиянием силы тяжести по натяжному канату, затем помощью тягового каната *4* катится в обратную сторону, волочась по поверхности земли по направлению к башне и срезая верхний слой грунта. Параллельно выбирается подъемный канат, ковш поднимается и подтягивается к башне, где и опоражнивается посредством опрокидывания.

д) Многочерпаковый снаряд (драга, черпаковый снаряд, землечерпательница, ladder dredge, Eimerbagger) (рис. 24).

Ряд открытых черпаков, соединены между собою звеньями бесконечной цепи. Цепь надета на два барабана: ведущий (верхний) и направляющий (нижний). Путем вращения ведущего барабана вокруг горизон-

Рис. 25. Землесос.

тальной оси создается движение черпаковой цепи. Черпаки, соприкасаясь с грунтом на направляющем барабане, отрезают часть грунта, наполняются и поднимаются к верхнему барабану, где и опоражниваются. Этот тип пригоден для всяких грунтов как тяжелых, легких, так и каменистых.

е) Землесос (сосун, рефулер, hydraulic dredge, Pumpenbagger) (рис. 25).

Рис. 26. Комбинированный снаряд.

Центробежной помпой *2*, во всасывающем трубопроводе *1* создается разрежение, посредством которого всасывается вода с большой скоростью, способствующей разжижению и забору грунта. Пройдя через помпу,

смесь попадает в напорный трубопровод *3* и отводится к месту свалки грунта. Для тяжелых грунтов у приемника сосуна устанавливается разрыхлитель, предварительно разрыхляющий грунт и способствующий его всасыванию.

ж) Комбинированный снаряд (рис. 26). Соединение в одном снаряде землесосной и многочерпаковой установки создает комбинированную систему забора грунта. Такие снаряды эффективны для различных видов грунтов и в зависимости от их качеств может быть применен черпаковый или сосуновый способ забора грунта.

Рис. 27. Шаланда.

3. Удаление вынутого грунта. Отвод вынутого грунта производится различными способами, зависящими от конструкции землечерпательного снаряда, подающего грунт.

а) Все одночерпаковые снаряды, а также многочерпаковые с короткими лотками, отгружают вынутый грунт в специальные суда — шаланды (рис. 27) для дальнейшего его транспортирования. В таких случаях многочерпаковые снаряды носят название шаландовых.

Рис. 28. Лонгкулуар.

б) Если в многочерпаковых снарядах вынутый грунт отгружается не в короткие лотки, а в длинные наклонные, или в трубы, или падает на транспортерные ленты, то такие снаряды носят название лонгкулуарных и транспортерных (рис. 28).

в) В землесосных снарядах разжиженный грунт, пройдя через помпу, попадает в напорный трубопровод и идет по гибкому и жесткому трубопроводу на длину до 1000 *м*. Эти снаряды носят название рефулерных (рис. 25).

Рис. 29. Рефулер.

г) В многочерпаковых снарядах имеет место сочетание подачи грунта черпаковой цепью с транспортированием его к месту свалки рефулером. Такие снаряды называются комбинированными (рис. 26).

д) При разгрузке шаланд на берег употребляются специальные шаландоразгружатели, которые по способу забора грунта из шаланд и его отдачи разделяются на рефулеры (рис. 29), элеваторы (рис. 30 и 31) и одночерпаковые подъемники (рис. 32).

Рис. 30 и 31. Элеватор.

Рис. 32. Одночерпаковый подъемник.

II. ОДНОЧЕРПАКОВЫЙ ЭКСКАВАТОР

1. Схема устройства (рис. 20). Основными частями экскаватора являются:

а) Ковш или черпак, режущий и забирающий вынимаемый грунт.

б) Жесткая рукоять, к которой прикреплен ковш; рукоять может вращаться в вертикальной плоскости, около горизонтальной оси, укрепленной на стреле; на этой же рукояти имеется кремальера, служащая для осуществления движения и торможения всей рукояти с ковшом.

в) Стрела или вылет, на которой подвешен ковш и укреплена зубчатка, двигающая кремальеру рукояти;

г) Поворотная платформа, поддерживающая около вертикальной оси стрелу с ковшом.

д) Силовое оборудование, состоящее из двигателя и котлов и помещающееся в надстройке корпуса.

е) Трансмиссии от двигателя к ковшу, рукояти и поворотной платформе.

2. Основные типы экскаваторов. Современная практика выработала два типа экскаваторов:

а) револьверный,

б) стандартный.

В экскаваторе револьверного типа (рис. 33) на поворотной платформе помещается как стрела, так и кабина с силовым оборудованием. Такая конструкция позволяет осуществлять вращение всей верхней части экскаватора на 360°. Этот тип в гидротехнической практике встречается очень редко, ввиду трудности диферентовать (уравновесить) корпус судна при повороте стрелы на 90° от осевого направления.

Рис. 33. Экскаватор револьверного типа.

Более распространен стандартный тип (рис. 20), в котором на поворотной платформе помещается только стрела, силовое же оборудование помещено в корпусе или его надстройке; такая конструкция обеспечивает угол поворота платформы в пределах 180—200°, так как полному круговому повороту мешают надстройка и корпус.

Для исправления диферента судна корпуса у стандартных экскаваторов имеется двунога (лапы) или сваи, на которые и опирается корпус во время перемещения центра тяжести при повороте стрелы.

3. Ковш, емкость ковша. Рукоять. Стрела. Ковш экскаватора имеет форму четырехугольного черпака с глухими боками, открытым верхом и вращающимся на петлях, откидным днищем, закрываемым специальной щеколдой (рис. 34). Черпак делается обыкновенно из стальных листов и имеет в передней нижней части (козырьке) от 3 до 6 зубьев из стали (сталь 6).

Зубья обычно съемные, для облегчения их замены, ремонта и оттачивания. Днище ковша делается из массивного стального листа и, вращаясь на петлях около нижней части задней грани ковша, запирается у передней его грани особой пружинной щеколдой.

Щеколда соединена специальным тросом с кабиной управления, причем путем натяжения этого троса можно открывать днище наполненного грунтом ковша. В верхней части ковша шарнирно прикреплен дугообразный хомут, на котором укреплен блок для подтягивания ковша вверх.

Объем ковша колеблется в широких пределах, в зависимости от типа и назначения экскаватора, от 0,38 до 6,5 $м^3$ (0,5—8 куб. ярдов), а в тяжелых типах доходит и до 12 $м^3$.

Ковш укрепляется на нижнем конце рукояти помощью кованых скреп. Рукоять изготовляется обычно из железа, стали или дерева и имеет

прямоугольное сечение: в металлических конструкциях — коробчатое (рис. 35), а в деревянных — брусчатое. Длина рукояти колеблется от 3,5 до 18 *м*.

Нижняя грань рукояти снабжена стальной кремальерой (зубчатой полосой, рис. 36), находящейся в зацеплении с зубчатой стальной шестер-

Рис. 34. Черпак с откидным днищем.

Рис. 35. Рукоять черпака.

ней *k* (рис. 37). Эта шестерня *k* глухо насажена на горизонтальный напорный вал, вращающийся в подшипниках, укрепленных на стреле. На этом же валу насажена большого диаметра шестерня *B*, которая зацепляется с шестеренкой *C*, насаженной на одном валу со шкивом *A*, имеющим ленточный тормоз.

На валу шкива *B* насажена, кроме шкивов, обойма *H* (каретка) с двумя роликами *l*, прижимающими рукоять

Рис. 36. Кремальера рукояти.

Рис. 37. Закрепление металлической рукояти на стреле.

к шестеренке *k*. Обойма вместе с рукоятью вращается вокруг оси, несущей шестеренку *k*. В верхней части рукояти имеется стопор, не позволяющий выскочить рукояти из обоймы.

Обычно рукоять проходит внутри, между фермами стрелы, а в некоторых типах, наоборот, двойная рукоять пропускает между своими двумя направляющими стрелу (рис. 36). Стрела представляет собой мощную металлическую ферму, склепанную связями или диафрагмами из двух отдельных плоских ферм (рис. 38), состоящих из клепаных железных балок и уголков. В тяжелых типах стрела изготовляется в виде сквозной металлической фермы, состоящей из поясов, стоек и раскосов. При деревянных конструкциях она усиливается металлическими листами.

Рис. 38. Металлическая стрела.

Стрела устанавливается под углом 40—45° к горизонту, причем нижним концом — пятой — опирается на поворотную платформу, а верхний конец расчаливается стальными тросами на голову двуноги (рис. 20). Длина стрелы колеблется от 5 до 28 *м*. На верхнем конце стрелы уста-

Рис. 39. Опорный круг.

Рис. 40. Ролики опорного круга.

навливается шкив, через который проходит трос, поддерживающий подвижной блок; к блоку подвешен на шарнирном дугообразном хомуте ковш.

4. Поворотная платформа. Поворотная платформа состоит из стальной рамы и покоящегося на ней железного круга, диаметром 2—6 *м*. В центре платформы установлена вертикальная муфта с бронзовым вкладышем, надевающаяся на вертикальный стальной штырь (неподвижный шкворень). В револьверных снарядах платформа опирается на опорный круг (рис. 39), по образующей которого в платформе установлены ролики (рис. 40).

Рис. 41. Платформа горизонтального круга.

В стандартных типах вокруг платформы наклепан уголок и корытообразное железо (рис. 41). В этом жолобе помещены два стальные троса, один конец которых входит через отверстие в жолобе внутрь платформы, а другой, пройдя по жолобу, идет на барабан лебедки (рис. 41). Такое за-

крепление обеспечивает точность поворота платформы и ее торможения.

5. Двигатели и трансмиссии. Широко распространены в экскаваторах паросиловые установки, причем в револьверных типах применяют обыкновенные вертикальные котлы (рис. 42), а в стандартных — локомобильные (рис. 43), пролетные или судовые оборотные. В револьверном типе вертикальный котел установлен в задней части платформы и

Рис. 42. Вертикальный котел.

Рис. 43. Локомобильный котел.

имеет поверхность нагрева в среднем 30—70 $м^2$. В других котлах поверхность нагрева колеблется в пределах 70—150 $м^2$. Рабочее давление в существующих до сего времени типах 8—12 *ат.*, при среднем снятии с 1 $м^2$ котла 18—22 *кг* пара и расходе его на 1 лош. силу-час 9—11 *кг*. Средняя мощность установок двигателей в револьверных типах 60—150 *л. с.* и в стандартных 150—300 *л. с.* Удельный коэфициент мощности равен 1,8—1,5, т. е. при 150 *л. с.* имеем производительность 100 $м^3$/*час*.

Рис. 44. Подъемная машина.

Вращение ковша с рукоятью в вертикальной плоскости в момент забора грунта осуществляется подтягиванием ковша подъемным канатом к голове стрелы. Это движение передается трансмиссией главной машины, называемой подъемной машиной (рис. 44). Она состоит из сдвоенной горизонтальной поршневой машины с криволинейной передачей рабочего

валу, от которого системой зубчатых передач осуществляется движение главного лебедочного барабана. Тянущее усилие 80—100 *т*.

Подъем рукояти в обойме осуществляется напорной машиной, каковая в большинстве случаев устанавливается на самой стреле и состоит из сдвоенной горизонтальной поршневой реверсивной машины мощностью 10—85 *л. с.* Движение осуществляется системой зубчаток (рис. 45). В более старых типах экскаваторов напорная машина устанавливается в корпусе, а подъем рукояти производится тросовой или цепной передачей на напорный вал и затем зубчатками (рис. 46).

Рис. 45. Напорная машина.

Вращение ковша в горизонтальной плоскости, т. е. поворот платформы около вертикальной оси, выполняется трансмиссией поворотной машины. Это небольшая одноцилиндровая машина горизонтального типа.

Рис. 46. Цепная передача напорной машины.

Остановки и торможение главных лебедок осуществляются исключительно ленточными тормозами, обеспечивающими надежность закрепления любого положения лебедки. Вся система управления сведена в одно место и имеет 4—5 рычагов и две ножные педали; таким образом управлять движением всего снаряда может один человек.

В новых типах экскаваторов очень широко применяются, взамен паросиловых установок, двигатели внутреннего сгорания, особенно газолиновые и газолино-электрические. Последние, имея небольшой газолиновый мотор, путем передачи на генератор получают энергию для моторов двигателей.

Рис. 47. Верхнее соединение двуноги.

6. Двунога. В стандартных типах для поддержания стрелы под требуемым углом (40—45°) необходимо укрепление ее головы оттяжками, причем, дабы осуществить свободное вращение стрелы на платформе около вертикальной оси, нужно, чтобы закрепление оттяжек находилось над вертикальной осью вращения. Для закрепления оттяжек устанавливается двунога, состоящая из двух наклонных стоек (ног, рис. 20), соединенных в верхней части и упирающихся в борты корпуса (рис. 47).

Ноги обычно деревянные, окованные железом, или железные. Голова двуноги представляет собою стальную отливку с цапфой *k*, (рис. 47), к которой

прикреплены оттяжки. Защищенная от бокового диферента при помощи свай, двунога установлена несколько наклонно вперед, так что голова ее находится над осью платформы (рис. 48). В наклонном положении двунога удерживается оттяжкой, идущей к корме снаряда. Вся конструкция разборная.

Рис. 48. Двунога.

Если защита от бокового диферента осуществляется домкратами, то двунога устанавливается впереди надстройки вертикально, почти над осью платформы; конструкция ее такая же, как и в предыдущем случае, но только у цапфы головы установлены шарнирные соединения для опорных лап (рис. 49). На цапфе надета плечиковая балочка для укрепления оттяжек.

Рис. 49. Опорные лапы с домкратами.

7. Защита от бокового диферента. При перемещении загруженного ковша со стрелою на 90° от осевого направления опрокидывающий момент стремится перевернуть корпус экскаватора. В револьверных типах для устранения этого удлиняют платформу и силовое оборудование устанавливают ближе к задней части платформы. В стандартных типах диферент устраняется или сваями, или домкратами. Свай бывает обычно от 6

ной до 4 (рис. 20). Сваи деревянные с окованным металлическими башмаками низом для лучшего погружения в грунт, реже клепаные стальные; длина их 7—10 *м*, в исключительных случаях доходит до 27 *м*, при поперечном сечении 0,3×0,3 до 0,8×0,8 *м*. Помещены они в корпусе снаряда и имеют кремальеру для подъема и опускания (рис. 50) или тросовую, блочную систему (рис. 51).

При достаточном погружении в грунт заторможенные сваи не дают возможности судну накрениться. Сваи служат также приспособлением, удерживающим корпус при заборе грунта, и вполне заменяют якорнолебедочную установку.

Рис. 50. Сваи с кремальерой.

Домкраты состоят из двух металлических полых опорных укосин, шарнирно укрепленных на голове двуноги и имеющих длину, равную ногам двуног (рис. 49). Внутрь этих укосин входят опорные стержни домкратов, деревянные, окованные железом, которые могут быть посредством блоков подняты до полного вдвижения опорных стержней в самую укосину, и выдвинуты на 2,5—4 *м* в воду от горизонта (рис. 52).

Нижняя часть выдвигающегося опорного стержня шарнирно укреплена с пятой (лапой), представляющей прямоугольную металлическую или деревянную плиту. На этом же шарнире укреплена и деревянная укосина, идущая к борту снаряда, где она в свою очередь шарнирно соединена с корпусом в месте упора двуноги. Таким образом получается треугольная конструкция, надежно удерживающая снаряд от диферента при перемещении черпака (рис. 53).

Рис. 51. Сваи блочные.

При глубине до 4 *м* пятой можно опираться непосредственно в грунт, а при глубинах, больших 4 *м* — в пловучие понтоны, подводимые под борт снаряда (рис. 54).

8. Схема экскавации. Движение черпакового устройства (экскавация) (рис. 55) производится в следующем порядке:

1. Ковш находится в исходном положении, рукоять заторможена.

II. Отторможена подъемная лебедка, подъемный трос травится; одновременно отторможена на напорной обойме рукоять; ковш под влиянием собственной тяжести падает вертикально на дно.

Рис. 52. Опорный стержень и подушка лапы.

III. Когда ковш достиг дна, затормаживают рукоять на обойме и включают подъемную лебедку. Ковш описывает дугу (изображенную пунктиром), врезывается зубьями в грунт, забирает его и поднимает над поверхностью воды.

IV. Как только ковш вышел из воды, одновременно с подъемом включают поворотную лебедку, и платформа поворачивается к месту свалки грунта. Установившись над местом свалки, отдергивают щеколду, днище открывается и грунт вываливается. После этого ковш приводится в первоначальное положение I — ослаблением подъемного троса и включением напорной зубчатки.

9. Время экскавации. При средних емкостях ковша полная продолжительность одного цикла его движений, т. е. экскавации, длится около 30—40 сек., увеличиваясь до 50 сек. в тяжелых типах и доходя до 25—35 сек. — в легких. В среднем в час производится 70—140 экскаваций.

Рис. 53. Схема опорных домкратов.

Рис. 54. Домкраты при опоре и понтоне.

10. Производительность. При известном количестве экскаваций в час и емкости ковша теоретическая часовая производительность

$$Q = nv,$$

где: n — число экскаваций в час,
v — объем ковша в $м^3$.

Так как процент наполнения ковша зависит от качества грунта, то в зависимости от рода грунта меняется и часовая производительность снаряда. Например, ввиду неплотности прикрытия днища часть разжиженного песка вытекает из ковша; скалистый и щебенистый грунты имеют большое количество пустот. Поэтому действительная емкость ковша в процентах к теоретической будет:

при глине	— 100—110,
песок	— 75—100,
щебень	— 40— 80,
скалистый грунт	— 20— 60.

Рис. 55. Схемы экскавации.

Средняя производительность изменяется в пределах 50—350 $м^3/час$, доходя в некоторых типах до 800 $м^3/час$.

11. Глубина выемки и радиус работы. В зависимости от размеров основных элементов экскаватора: рукояти, стрелы и угла наклона ее к горизонту, определяется размер глубины выемки и радиуса работы.

Рис. 56. Схема выемки грунта экскаватором.

При средних величинах рукояти 5—12 $м$ и стрелы 10—18 $м$, при наклоне ее к горизонту 44—45°, h — глубина черпания = 3—5 $м$ от горизонта воды и R — радиус работы = 8—15 $м$ от оси снаряда (рис. 56).

12. Область применения. Экскаваторы применяются для всех видов гидротехнических земляных работ и пригодны для самых разнообразных грунтов, начиная от скалистых и кончая илистыми. При работе на сильно разжижаемых грунтах (ил, мелкий песок) дают низкую производительность. Используются также для выемки различных подводных препятствий и на карчеподъемных работах.

13. Корпус. Корпус одночерпакового экскаватора представляет собой в плане почти всегда прямоугольник; материал — железо или дерево. Размеры корпуса: длина 20—40 $м$, ширина 8—12 $м$, при осадке 0,7—2 $м$. В стандартных типах машинное отделение помещается или в корпусе,

или в надстройке, причем в передней части ее, близ поворотной платформы, помещается будка управления (рис. 49). Иногда в стандартных типах небольших экскаваторов машинное отделение и рубка управления помещаются непосредственно на поворотном кругу (рис. 57).

Рис. 57. Стандартный экскаватор с силовым устройством на поворотном кругу.

Поплавки для упора домкратов и лучшей устойчивости снаряда обычно имеют форму прямоугольных понтонов, размеры которых зависят от величины корпуса снаряда.

Жилых помещений на экскаваторах СССР нет. За границей большинство экскаваторов имеет надстройку второго этажа, где и расположены жилые помещения команды (рис. 58).

14. Данные об экскаваторах.

Тип	Менк и Гамброк			Бьюсайрус		Марион		Предполагаемые типы снарядов СССР	
	E	G	K	110-C	68-C	M-21	M-37	ОЧ 50	ОЧ 100
Емкость ковша $м^3$ V	1,0	2,0	3,75	4,5	1,9	0,5	1,0		
Радиус работы $м$ R	6,2	7,8	9,65	10,0	8,5	8,6	11,6		
Радиус разгрузки r $м$	6,6	8,3	10,3	9,75	9,00	7,8	11,0	12	12
Высота разгрузки H $м$	4,55	5,7	7,08	5,20	4,85	5,0	7,6	5	[illegible]
Глубина выемки $м$ h				4,90	4,5	1,5	2,1	4,25	[illegible]
Число операций n в час	80	65	50						
Производительность Q $м^3/час$	90	130	188	250	140	50	100	50	100

В таблице приведены данные о наиболее употребительных экскаваторах со средней эксплоатационной характеристикой. Имеются и исключительные по величине и конструктивно-эксплоатационным показателям экскаваторы, превышающие размеры обычных экскаваторов в 5—6 раз; например емкость ковша — до 12 $м^3$, радиус работы — до 60 *м*, высота разгрузки — до 40 *м*.

Рис. 58. Двухэтажный экскаватор.

III. ГРЕЙФЕР

1. Схема конструкции (рис. 21). Основными частями грейфера являются:

а) Самосхватный ковш, снабженный раскрывающимися челюстями, падающий под влиянием силы тяжести и врезающийся в грунт. Захват грунта осуществляется при сведении челюстей.

б) Стрела, на которой подвешен ковш.

в) Поворотная платформа, поддерживающая и поворачивающая вокруг вертикальной оси стрелу с ковшом.

г) Силовое оборудование, состоящее из двигателя и котлов и помещающееся в кабине или надстройке корпуса.

Как и в одночерпаковом экскаваторе, различают два типа грейферов: стандартный и револьверный.

Горизонтальный угол полезной работы стандартного грейфера колеблется в пределах от 180 до 200° (рис. 59), так как полному повороту мешают надстройка корпуса и двунога снаряда. Для устранения диферента и закрепления судна на месте имеются 3 или 4 сваи, фиксирующие постоянное положение корпуса снаряда при любом направлении стрелы (рис. 60).

Револьверные грейферы (рис. 21) осуществляют поворот стрелы с ковшом на полные 360°. Укрепление снаряда на месте работ производится обыкновенными тросами, а исправление диферента — размещением механизмов на поворотной платформе. В практике часто встречаются револьверные грейферы комбинированного типа. На обыкновенный деревянный понтон устанавливается сухопутный гусеничный грейфер, который и представляет плавучий револьверный снаряд (рис. 61), в любое время могущий выйти для сухопутных работ на берег.

2. Стрела. Стрела грейфера представляет собой решетчатую рамную металлическую конструкцию, состоящую из четырех основных направляющих уголковых стоек, скрепленных между собою связями и соединяющихся в продольном осевом направлении как у основания, так и в верхнем конце. На верхнем конце стрелы укреплены в подшипниках блоки для пропуска тросов, поддерживающих ковш и осуществляющих его операции. В конструкциях небольших грейферов, при коротких стрелах, вместо металлической фермы применяют обычно балки из фасонного железа (двутавровые, швеллеры и т. д.) (рис. 62).

Рис. 59. Грейфер стандартного типа.

Длина стрелы 6—15 *м* при угле наклона 30—50° (чаще всего 45°), что составляет эффективный радиус работы, считая от оси поворотной платформы, 5—14 *м*. В наклонном положении стрела удерживается тросами или металлическими оттяжками, прикрепленными, как и в экскаваторе, к верхней части стрелы и к верхней части двуноги стандартных грейферов, а в револьверных — к верху кабины управления.

Рис. 60. Грейфер на сваях.

3. Самосхватный ковш. Ковш грейфера представляет собой черпак полуцилиндрической формы, раскрывающийся при помощи шарнира на две или четыре части, наподобие щипцов или клещей (рис. 63), и носящий название алигатор, самосхват, храп (grab bucket, Greifer).

Главными частями шарнирного ковша являются челюсти и центральный шарнир (иначе называемый — яблоком). Каждая челюсть представ-

ляет собою одну из двух (рис. 63) или четырех (рис. 64) изогнутых лопастей, образующих в сомкнутом виде полое тело, при двух челюстях имеющее форму открытого сверху полуцилиндра, а при четырех — форму полушара.

Обычно применяются двулопастные черпаки (clamshell bucket — черпак, раскрывающийся наподобие ореховой скорлупы на две половины); четырехлопастные черпаки (orangepeel bucket — черпак, раскрывающийся наподобие апельсинной корки, при разрезании апельсина на четыре равные части взаимно перпендикулярными меридиональными разрезами) применяются преимущественно для специальных работ на твердых и вязких грунтах.

Челюсти изготовляются из железных клепаных или штампованных листов, причем ввиду износа режущей кромки она изготовляется из стали (сталь 6) и может сменяться по мере износа. Для твердых грунтов на режущей кромке устанавливаются съемные острия — зубцы. При работах на крупных скалистых грунтах челюсти ковша заменяются стальными пальцами квадратного или треугольного сечения (рис. 65). Челюсти

Рис. 61. Сухопутный револьверный грейфер на понтоне.

ковша шарнирно связаны между собою при помощи центральной оси и, кроме того, шарнирно подвешены на четырех боковых стержнях. Все боковые стержни соединены верхними концами в верхнем шарнире, висящем на подъемном канате. Центральная ось и верхний шарнир могут подтягиваться друг к другу помощью полиспастовых блоков, которые, как известно, увеличивают силу взаимного притягивания шарниров (передаточное число 1:4—1:6).

Захватный канат укреплен наглухо у верхнего блока. Проходя несколько раз через блоки полиспастов, он направляется через верхний шарнир к барабану лебедки.

Подтягивание шарниров осуществляется и другими способами: центральным колесом или коромысловым одиночным блоком. В первом случае колесо надето наглухо на центральную ось. На этом колесе укреплен трос, другой конец которого, пройдя через колесо, идет через блок верхнего шарнира к барабану лебедки. При натягивании троса вместе с колесом вращается центральная ось, на боковые цапфы которой наматываются укрепленные намертво концы подъемных цепей, наглухо подвешенные у верхнего шарнира. Наматыванием цепей на цапфы осущест-

вляется взаимное сближение шарниров. Во втором случае одна из челюстей у центральной оси соединена наглухо с коромыслом рычага, на конце которого установлен блок. Мертвый конец захватного троса укреплен

Рис. 62. Грейфер.

Рис. 63. Ковш Грейфера для мягких грунтов.

Рис. 64. 4-лопастный ковш.

Рис. 65. Ковш для камня.

под верхним шарниром. Пройдя через блок коромысла, он идет через блок верхнего шарнира к барабану лебедки (рис. 67).

Наиболее распространенный тип грейферных ковшей с блочной и колесной системой затворов — Hoyward (рис. 63, 64 и 65) и Temperley

Рис. 66. Ковш.

(рис. 66). К типам, имеющим специальное назначение, относятся ковши Нопе (рис. 68—69) и „Полип" (рис. 70).

Для осуществления смыкания челюстей существуют и другие способы, как то: электромоторные (рис. 71) и поршневые затворы (действующие сжатым воздухом или гидравлические) (рис. 72), которые применяются для сухих береговых работ.

4. Емкость. В зависимости от размеров и типа ковшей емкость их колеблется — в двучелюстных от 0,5 до 3,0 $м^3$ и четырехчелюстных от 0,5 до 4 $м^3$.

Для производительности грейфера имеют большое значение качество и состав грунта; в зависимости от различных грунтов имеем и различный коэфициент наполнения ковшей: так, для песка 0,9—1,0, гравия 0,85, щебня 0,6 и камня 0,5.

Для того чтобы ковш глубже врезывался в грунт, он должен обладать достаточным весом; от глубины врезывания зависит степень наполнения черпака. Отношение веса ковша, выраженного в килограммах, к объему в $м^3$ для:

илистых грунтов	— 1500,
песка и гравия	— 2500,
камня	— 3500.

Рис. 67. Коромысловый ковш.

В германской практике различают ковши трех типов: легкие — до 10 $м^3$ для илистых и легких грунтов; средние — до 3 $м^3$ для песка, гравия, известняка и т. д.; тяжелые — до 2,5 $м^3$ для камней и щебенистых грунтов.

Указанное выше отношение веса таких ковшей к объему изменяется с увеличением емкости ковша в пределах, изображенных на графике (рис. 73).

В погрузочных работах емкость ковшей значительно превышает показанные выше нормы и доходит до 12 $м^3$ (рис. 74).

5. Принцип действия. Управление работой грейфера чаще всего производится двумя тросами: подъемным и захватным. При ослаблении

Рис. 68—69. Ковш.

захватного троса p_1 (рис. 75) центральный шарнир M под влиянием собственного веса стремится занять наинизшее из возможных положений

Рис. 70. Ковш „Поапп".

Рис. 71. Ковш электрический.

и тем самым раскрывает черпак. Затем ослабляется подъемный трос p_2 с одновременным ослаблением захватного, и черпак ускоренно падает вниз (рис. 76). Благодаря сравнительно большой скорости лезвия челюстей при падении на землю врезаются в грунт (рис. 77). В последующий

Рис. 72. Ковш пневматический.

Рис. 73. График емкости грейфера.

Рис. 74. Ковш для сыпучих грузов.

Рис. 75. Схема открытия ковша.

Рис. 76. Ковш в момент падения.

Рис. 77. Ковш в момент врезания в грунт.

момент выбирается захватный трос (рис. 78), который подтягивает описанными выше способами верхний шарнир к центральному; благодаря же значительному весу ковша центральный шарнир остается почти на месте. Сближением шарниров сдвигаются в земле режущие кромки челюстей,

Рис. 78. Захват грунта.

Рис. 79. Ковш в момент подъема.

Рис. 80. Ковш в момент опорожнения.

заполняясь грунтом и смыкаясь в одно целое. Не ослабляя захватного троса, одновременно набирают подъемный трос, и загруженный ковш поднимается вверх (рис. 79). Установив ковш над местом свалки, затормаживают подъемный трос, отдавая захватный; центральный шарнир опускается, челюсти раскрываются и грунт высыпается, опоражнивая ковш (рис. 80). Затем операция повторяется.

6. Условия подъема ковша. По условиям подъема ковша в современной практике встречаются два типа грейферов: одноканатные и двуканатные. В одноканатном грейфере подъемный канат проходит через верхнюю обойму ковша на полиспастовые блоки центрального и верхнего шарниров. В момент ослабления троса опускается центральный шарнир,

Рис. 81. Схема работы тросов грейфера.

Рис. 82. Схема работы тросов грейфера в момент опорожнения.

т. е. открываются челюсти, и ковш одновременно падает на грунт. Когда трос набирается, шарниры сближаются, челюсти соединяются, забирают грунт, а когда полностью сомкнутся, начинается непосредственно подъем. В момент опорожнения грунта следует прекратить подъем.

В двуканатном грейфере, как описано выше, операции управления осуществляются двумя тросами: подъемным и захватным. Так как тросы навиваются на две отдельные лебедки, то челюсти могут быть сомкнуты и разомкнуты на любой высоте. Главное условие подъема в этом случае

$$P_1 + P_2 = Q,$$

где: P_1 — натяжение захватного каната в *кг*,
P_2 — натяжение подъемного каната в *кг*,
Q — полный вес загруженного черпака в *кг*.

7. Схема экскавации и ее продолжительность. Когда снаряд установлен на месте выемки грунта, отдают подъемный и захватный тросы, и ковш стремительно падает в воду (рис. 81 — I); затем выбирается захватный трос, при ослабленном подъемном, — происходит забор грунта

Рис. 83. Выемка камня.

Рис. 84. Выемка крупного щебня.

(рис. 81 — II). Когда челюсти сомкнулись, включают подъемный трос, который навивается со скоростью, одинаковой с захватным, — ковш поднимается (рис. 81 — III); в этот же момент поворачивают платформу со стрелой к месту опорожнения (в случае необходимости — в шаланду) и, затормозив подъемный трос, отдают захватный — грунт опорожняет ковш (рис. 82). Поворотом в тот же момент платформы стрелу с ковшем устанавливают в прежнее исходное положение. Вся эта экскавация, в зависимости от качества грунта и глубины выемки, занимает 30 — 50 сек., при средней скорости движения груженого ковша 0,3 — 0,5 *м/сек*.

8. Производительность. Производительность зависит от продолжительности экскавации и емкости ковша. При емкости в 0,5—1,5 $м^3$ и продолжительности экскавации 35—40 сек. производительность колеблется от 60 до 120 $м^3/час$.

Рис. 85. Выемка песка.

Рис. 86. Выемка мерзлого грунта.

9. Область применения и эксплоатационные размеры. Грейферы применяются при выемке отдельных камней и валунов (рис. 83 и 70) и при разработке твердых скалистых пород, разбитых взрывами на неправильные части (рис. 84). Они применимы также на песчаных (рис. 85), илистых и вязких грунтах, а иногда и на мерзлых (рис. 86). используются они и для выемки старых свай и карчей, а также очень широко в погрузо-разгрузочных работах (рис. 87).

Рис. 87. Погрузка руды.

В гидротехническом строительстве применяются как пловучие, так и сухопутные грейферы (для работ непосредственно вблизи берега) (рис. 88).

Рис. 88. Разработка акватории с берега.

Эксплоатационные размеры отдельных элементов грейфера позволяют осваивать радиус работ от 4 до 16 *м* при угле наклона стрелы к горизонту 30—45°. Наибольшая высота отгрузки 7,5—12 *м*, а наибольшая глубина выемки 8—12 *м*. Для иллюстрации приведем извлечения из спецификации.

	Bucyrus 50 B	Marion 31	Менк и Гамброк VI	Предполагаемые типы снарядов СССР	
				ГР. 30	ГР. 50
Длина стрелы *м*	15,23	15,24			
Вместимость ковша *м*³ . . .	0,96	1,15	2,0		
Вес ковша *кг*	1750	1850	5480		
Производительность *м*³/*час* .	50—100	52,9-105,9	50—120	30	50
Наклон стрелы к горизонту .	45°	30°	25°	45°	45°
Радиус выемки *м*	12,65	14,98	19,12	12	16
Глубина выемки *м*	—	7,47	6,86	8,5	8,5

10. Корпус. Корпуса грейферных снарядов, в зависимости от производительности и назначения грейферов, представляют собой в малых снарядах обыкновенные металлические корпуса понтонного типа; для уменьшения сопротивления в самоходных снарядах корпусам придают форму, близкую к обыкновенным судам (рис. 89). Жилые помещения на снарядах располагаются редко, за исключением самоходных грейферов. Осадка снарядов 0,75—1,00 *м*.

Рис. 89. Корпус грейфера.

Для работ на глубоких каналах и устьях рек применяются самоотвозные грейферы, представляющие собой самоходную грунтоотводную шаланду, снабженную от одной до четырех грейферных установок; ковши разгружаются непосредственно в корпус судна, и при наполнении грунтовых ящиков грейфер самоходом отправляется к месту выгрузки.

В обыкновенных грейферах понтонного типа грейферные суда для установки на месте снабжены сваями или якорными лебедками.

11. Силовое хозяйство. Подобно экскаваторам грейферы снабжаются паровыми машинами, двигателями внутреннего сгорания или электродвигателями. Наиболее распространена пока паровая машина. В револьверных типах котел вертикальный, в стандартных — горизонтальный, оборотный, поверхностью нагрева 20—50 *м*² и давлением 8—12 *атм.* Машина 20—100 *л. с.* состоит из отдельных двухцилиндровых лебедок: главной машины и поворотной. Устанавливаются они обычно в корпусе снаряда (в револьверных типах — на платформе). Удельный коэфициент мощности 1,0—1,5. Дизельные установки чаще всего 4-цилиндровые, мощностью 50—75 *л. с.*

В электродвигателях установлены моторы переменного или постоянного тока с питанием от расположенной на судне газолиновой установки.

IV. ДРЕГЛЯЙН

1. Схема конструкции. Общее устройство дрегляйна напоминает предыдущий грейфер сухопутного типа. Основными конструктивными частями являются:

а) ковш, подвешенный на подъемном тросе, свободно падающий в грунт, а затем срезающий слой такового при подтаскивании его тяговым канатом к машине;

Рис. 90. Землечерпательные работы дрегляйна на реке с берега.

б) тяговый канат, посредством которого ковш подтягивается к машине;

в) стрела, состоящая из металлической фермы (или клепаных балок), на которой в верхнем конце установлен блок для поддержания подъемного троса, прикрепленного к ковшу. Стрела имеет форму и размеры, весьма близкие к стрелам грейфера;

г) приспособление для подъема и опускания головы стрелы путем вращения ее ертикальной плоскости около горизонтальной оси в пяте.

Остальные элементы конструкции: ходовые части, поворотное устройство, части силового оборудования, гусеничный ход — являются общестандартными, употребляемыми как на экскаваторах, так и на грейферах.

Рис. 91. Сухопутный дрегляйн на плашкоуте.

Дрегляйны строятся исключительно револьверного типа, сухопутные на гусеничном (рис. 22), а весьма редко и на колесном ходу. В гидротехнической практике применяются для работ непосредственно с берега (рис. 90), а также и на плаву, путем установки снаряда на специальный деревянный плашкоут (рис. 91), и для дальнейших работ непосредственно с плашкоута

2. Ковш. Ковш представляет собой плоский, продолговатый четырехугольный ящик (рис. 92—93), открытый сверху и спереди и закрытый снизу, сзади и с боков. Стенки и днище этого ящика обычно приготовляются из склепанных стальных листов, причем передняя режущая кромка днища снабжена или лезвием — для мягких грунтов, или съемными зубьями (из стали) — для твердых грунтов (рис. 94). Емкость ковша колеблется от 0,4 до 7,5 $м^3$. В передней части ковш имеет стальной кованый хомут, приклепанный к стенкам ковша. Ковш подвешен на подъемном тросе посредством цепной вилки, шарнирно прикрепленной к полуосям ковша (рис. 93). Полуоси расположены так, что центр тяжести ковша находится ближе к передней части. Свободно подвешенный на цепной вилке ковш всегда обращен поэтому открытой частью и зубьями вниз — к земле.

Рис. 92—93. Ковш дреглайна.

Рис. 94. Ковш дреглайна для твердых грунтов.

Рис. 95. Стрела дреглайна.

Подъемный трос перекинут через шкив на голове стрелы и идет к барабану подъемной машины.

3. Тяговый канат. Стрела. Для подтягивания ковша при его наполнении по грунту, по направлению к снаряду, служит тяговый канат.

Он идет через киповые ролики к тяговому барабану главной машины. У ковша тяговый канат прикреплен к цепной уздечке, шарнирно соединенной со стенками ковша, и кроме того к тросу, идущему на шкив, подвешенный в месте соединения цепной вилки с подъемным тросом *а*. Переброшенный через шкив трос шарнирно соединен со стальным хомутом ковша. Таким образом при натяжении тягового каната *б* тросовая передача через шкив поднимает переднюю часть ковша, а цепная уздечка подтягивает ковш к снаряду. Диаметр подъемного и тягового троса от 16 до 32 *мм*.

Стрела дрегляйна представляет собой пространственную ферму (рис. 95), состоящую из двух параллельных сквозных ферм, соединенных между собою связями и раскосами, состоящих из верхнего и нижнего поясов, связанных стойками и раскосами.

Рис. 96. Схема работы дрегляйна; исходное положение.

Рис. 97. Падение ковша и врезание в грунт.

Стрела опирается своей пятой на поворотную платформу, а в верхней части поддерживается тросами, связывающими стрелу с кабиной снаряда. Угол наклона к горизонту 20—45°, что при длине стрелы 12—48 *м* дает радиус ее действия 10—40 *м*.

4. Схема работы ковша. Экскавация дрегляйна состоит из следующих последовательных операций:

Рис. 96. Захват грунта.

I (рис. 96) — подъемный канат заторможен, тяговый — на слабине; ковш поднят в исходное положение.

II (рис. 97) — тяговый канат на слабине, подъемный — отторможен и травится; ковш падает на грунт и врезается в него зубьями.

III (рис. 98) — тяговый канат набирается, подъемный — на слабине; ковш постепенно поворачивается и, волочась по земле, срезает определенный слой грунта и постепенно наполняется.

IV (рис. 99) — подъемный канат набирается, тяговый — травится на

Рис. 99. Опорожнение.

тормозе; ковш в горизонтальном положении подтягивается вдоль стрелы к верхнему шкиву, и одновременно производится поворот платформы.

Остановившись над местом выгрузки, затормаживают подъемный трос и дают слабину тяговому; ковш занимает первоначальное положение — опрокидывается, и грунт из него высыпается.

5. Время экскавации и производительность. В зависимости от качества грунтов и условий работы полный цикл экскавации длится от 40 до 90 сек., что дает производительность (в зависимости также и от емкости ковша) от 30 до 270 *м³/час*.

6. Эксплоатационная характеристика. Различают два основные типа дрегляйнов: легкие, с весом до 10,0 *т*, и тяжелые — свыше 10,0 *т*. Для иллюстрации приведем таблицу главнейших размеров снарядов наиболее употребительных типов. Одновременно следует заметить, что в дрегляйнах радиус действия стрелы не совпадает с максимальным радиусом работы, так как перед опусканием ковша на грунт производят его раскачивание, подобно маятнику, и в момент наибольшего расстояния размаха от снаряда его бросают на грунт, чем и достигается превышение радиуса выемки (рис. 22 и 96—99).

	Легкие			Тяжелые	
	ucyrus 50 B	Marion 31	Menck Hamb-rock V	Link Belt K 55	Bucyrus 320
Вместимость ковша *м³*	0,96	0,57	1,20	1,90	6,12
Производительность *м³/час*	90,0	40,5			270
Рабочий вес *т*	51,0	25	85,55	56,25	332
Длина стрелы *L м*	15,24	10,67		12,2	38,00
Наибольший радиус работы *H м*	17,5	11,89	24,46	11,28	42,0
Глубина выемки *G м*	3,12	5,16	8,0	5,48	7,16
Высота разгрузки *l*		3,05	7,58	5,48	
Длина гусеницы *D м*			5,32	5,26	

7. Область применения. Благодаря высокой конструктивной и эксплоатационной характеристике дрегляйны весьма широко применяются

Рис. 100. Сооружение дреглянной полузапруды.

на всевозможных гидротехнических работах как для целей судоходства, так и для мелиорации и дренажа. Работают они на мягких грунтах, песке, гравии и весьма широко применяются также на постройках пло-

Рис. 101. Разработка дреглайном переката.

Рис. 102. Подчистка дреглайном подхода к берегу.

Рис. 103. Планировка дреглайном берега

тин и разработках карьеров. При сооружении полузапруд на реках (рис. 100) устанавливаются непосредственно на полузапруде, подавая материал в тело самой полузапруды. При расчистке перекатов устанав-

ливаются на деревянные плашкоуты (рис. 101) и отваливают разрабатываемый грунт в шаланды. При подчистке подходов к причалам и берегам, если отсутствуют места свалки на берегу, дрегляйнами, благодаря большому радиусу работы, отваливают грунт в шаланды (рис. 102).

Рис. 104. Выемка грунта дрегляйном на речной перемычке.

Рис. 105. Разработка дрегляйном акватории.

Рис. 106. Дрегляйн на сооружении канала.

С большим успехом ими подсыпают и планируют берега рек для последующего укрепления (рис. 103).

Дрегляйны употребительны также для работ и в речных перемычках, где ими проводят как выемку грунта, так и укрепление тела перемычек

(рис. 104). Их применяют с успехом и на работах по созданию акваторий (рис. 105) и по постройке каналов (рис. 106).

Очень оригинально их используют для планировки земляных сооружений как подводных, так и надводных (рис. 107). На 22—24-миллиметровых тросах-подвесках, прикрепленных к полуосям и к месту закрепления тягового троса, подвешивается специальная платформа. Она состоит из четырех железнодорожных рельсов длиною по 4 *м* каждый. Рельсы расположены поперек направления движения черпака, головками вниз, и прихвачены скобками на болтах к поперечно лежащим деревянным брусьям 200 × 200 *мм* и 2 *м* длиною. Сверху эта конструкция прикрыта стальным листом 12 *мм* толщиною и размером 2 × 3 *м*. После проведения такой платформой поперек направления рельсов по дну, силой тяжести планируются все неровности дна или земляного сооружения.

Рис. 107. Планировочная платформа.

8. Силовое хозяйство. Подобно экскаваторам и грейферам двигатели в дрегляйнах устанавливаются паровые, газолиновые и электрические. В паровых двигателях размеры главной машины близки к 203 × 229 *мм*, а поворотной — 165 × × 152 *мм*. В газолиновых двигателях применяют 4- или 3-цилиндровые моторы 229 × 305 *мм*. Электромоторы постоянного или переменного тока на главной машине 85—100 *л. с.* и 30—50 *л. с.* на поворотной. Удельный коэфициент мощности 1,2—1,7.

Двигатели установлены на поворотной платформе, на которой ставят и паровой котел, если двигатель — паровая машина.

V. БАШЕННЫЙ ЭКСКАВАТОР

1. Схема конструкции. Различают два основные типа башенных экскаваторов: скреперы-волокуши и канатные скреперы.

Скрепер-волокуша производит копание и перемещение грунта, а канатные скреперы кроме того и поднимают грунт для отгрузки.

Оборудование установки первого типа состоит из следующих основных частей (рис. 108):

Рис. 108. Схема работы скрепера-волокуши.

а) Две подвижные башни,— более высокая, головная, *А*, на которой установлены движущие механизмы, и задняя, или конечная, *Б*, где установлен задний блок троса.

б) Канаты, длина которых зависит от дальности выемки и ширины русла и колеблется в пределах 300—400 *м*.

Канат, осуществляющий натяжение черпака скрепера при заборе грунта, называется грузовым, или головным, *В*, а оттягивающий ковш в обратную сторону — порожняковым, или хвостовым, *Г*. На головной башне оба рабочие каната проходят через блоки *Д* и идут на лебедки силовой установки.

в) Скрепер-черпак *Е*, не имеющий дна и открытый в сторону движения, передней и задней уздечками укреплен к рабочим канатам, при движении вперед открытой частью гребет перед собою грунт к месту свалки, чем и осуществляет захват и перемещение грунта; при движении хвостового каната перемещается в исходное положение.

Рис. 109. Схема работы канатного скрепера

г) Силовое оборудование — лебедочные механизмы для передачи движения канатов и механизмы для передвижения башен.

Экономический и производственный эффект этого типа установок зависит всецело от конфигурации дна и берега в месте выхода скрепера из воды к месту отгрузки. Отсутствие удобного грунтового пути для волочения грунта в большой степени влияет на потери добытого грунта. Поэтому установки второго типа значительно больше распространены для гидротехнических работ, так как подъем грунта вслед за его добычей, производимый канатными скреперами, имеет огромные преимущества, ибо нет необходимости волочения ковша.

Основными частями таких экскаваторов являются (рис. 109):

а) две подвижные башни,— более высокая, головная, где расположены лебедочные механизмы, а также блоки канатного пути и тягового каната, и конечная — для поддержания анкера канатного пути;

б) канатный путь, идущий от блоков головы передней башни к анкеру задней башни;

в) подвесной черпак, укрепленный на каретке, катящейся по канатному пути в сторону большей башни при помощи тягового каната и в обратную сторону — силой собственного веса;

г) силовое оборудование — двубарабанная лебедка и механизм перемещения башни.

2. Типы башен, канатный путь. Башни различают двух основных типов: головные, или передние, и задние, или конечные. Головные башни служат для закрепления головных блоков скреперов-волокуш и являются опорным сооружением для укрепления канатного пути, натяжных и тяговых блоков. Передние башни бывают: а) стальные мачтовые, б) стальные треугольные и в) треугольные деревянные.

Рис. 110. Передняя мачтовая башня.

Стальная мачта — решетчатая конструкция квадратного сечения (рис. 110) из фасонного железа, с поперечными распорками и раскосами для уравновешивания всех напряжений, создаваемых оттяжками и рабочим ходом канатов, проходящих через блоки. Голова мачты расчалена к заднему краю платформы тросами и имеет решетчатые подпорки.

В верхней части башни установлены блоки натяжного и тягового канатов (рис. 111), причем для регулирования натяжения канатного пути употребляются многороликовые полиспастовые блоки, а для тягового каната — обыкновенный шкив. Кабина оператора помещается на мачте, на достаточной высоте от поверхности земли, что дает возможность оператору обозревать все место работ. Высота мачты зависит от расстояния, в пределах которого осваивается разработка грунта, и делается достаточной для создания канатному пути уклона 0,1—0,15. В некоторых конструкциях высота достигает 30 *м*.

Рис. 111. Схема блоков передней башни.

При большом радиусе работы, с большим весом черпака, употребляют стальные, пространственные фермы (рис. 112) клепаной конструкции из фасонного железа. Размещение основных устройств подобно мачтовой установке. Для высот, меньших 15 *м*, с успехом применяются деревянные, пространственные конструкции (рис. 113). Конструкция осно-

вания этих башен должна быть строго пропорциональна по отношению к высоте башни.

Опрокидывающий момент ее очень велик (особенно при больших высотах башен), поэтому силовое устройство устанавливается в задней

Рис. 112. Передняя башня пространственной конструкции.

части платформы и используется в качестве контрбаланса (рис. 114), причем недостающий вес дополняется уравновешивающим балластом. Платформа представляет собой металлическую раму, на которой укреплена башня или мачта; мачта имеет дополнительное крепление канатными оттяжками, идущими от верха мачты к задним углам платформы.

Платформа установлена чаще всего на двойном, самоходном гусеничном ходу (рис. 110), а в более старых устройствах — на железнодо-

Рис. 113. Передняя деревянная башня.

рожном. Преимущество гусеничной установки в том, что большая площадь гусениц распределяет вес башни на бо́льшую площадь и создает прекрасное сцепление с грунтом, не требующим предварительной подготовки для прохода башен.

Задняя башня служит для установки блока холостого каната скрепе-ров-волокуш или закрепления канатного пути (рис. 115) в канатных

скреперах. Она строится пространственной металлической конструкции и имеет треугольную форму. Подобно головным башням она устанавливается на двойном самоходном гусеничном ходу и имеет балластные противовесы, исключающие возможность опрокидывания. В задней башне установлена силовая установка для осуществления движения гусениц.

Рис. 114. Передняя башня с паровой установкой.

Рис 115. Задняя башня на гусеничном ходу.

Для поддержания канатного пути на постоянной высоте и определенном направлении, а также для компенсации ударов и обеспечения натяжения канатного пути, на задней башне устанавливается шарнирный металлический ролик, одним концом шарнирно укрепленный на платформе, а на другом конце имеющий блок для пропуска тягового каната. Высота задней башни колеблется от 2,5 до 10 *м*.

Рис. 116. Пловучая задняя башня.

Рис. 117. Деревянная задняя башня.

При работах на больших водных площадях применяются пловучие задние башни, представляющие ту же металлическую пространственную конструкцию, установленную на судне, снабженном противовесами (рис. 116). Судно укрепляется на месте помощью якорей и свай.

В более упрощенных конструкциях задняя башня строится из дерева, а блочное устройство монтируется в верхней части башни (рис. 117).

Башня не самоходная и укрепляется на месте помощью анкерных канатов. Перемещение башни осуществляется на катках.

Натяжные и грузовые канаты употребляются исключительно стальные, тросовые — диаметром 14 — 18 *мм*, а канатный путь — стальной трос, диаметром 18—22 *мм*. Наиболее эффективная длина канатного пути 250—300 *м*, хотя иногда она доходит и до 800 *м*.

3. Скрепер и ковш. Наиболее распространенный тип скреперного черпака для работ скрепера-волокуши — это тип Зауэрмана (рис. 118), или так называемый „полумесяц". Он отвечает основным требованиям, предъявляемым к скреперам: а) минимальный вес при максимальной силе срезания грунта, б) способность при загрузке итти по поверхности грунта и сохранять добытый груз.

Форма полумесячного плуга дает скреперу возможность легко проникать в грунт при минимальной затрате усилий. Верхний лист изогнут в обратную сторону против нижнего, благодаря чему он ограничен в глубине рытья. Эти, поставленные под некоторым углом, изогнутые листы

Рис. 118. Скреперный ковш Зауэрмана.

дают возможность скреперу удерживать грунт при волочении. Плугообразные стороны при добыче грунта и перемещении взаимно уравновешивают друг друга, поэтому скрепер двигается всегда по прямой линии, что обеспечивает 100-процентное наполнение грунтом. Серповидные скреперы оборудованы съемными зубьями, так же как и съемными нижними лезвиями — листами, которые легко снимаются при износе. Скреперы изготовляются из стали и имеют 15 стандартных объемов от 0,28 до 10,0 $м^3$.

К нижнему концу задней части скрепера прикреплен канат для обратной тяги, что приподнимает черпак при обратном ходе и уменьшает трение его о грунт. В передней части каждой из лопастей монтирована цепная уздечка, укрепленная к тяговому канату. Встречаются скреперы и других форм, вплоть до ящичного типа, обладающие более низкой эксплоатационной характеристикой.

В канатных скреперах для операции рытья, перемещения, подъема и опорожнения ковша последний имеет более сложную форму, соответственно характеру операций, и состоит из четырех основных элементов: собственно ковша, бегунка, цепного соединения и устройства опорожнения (рис. 119). Ковш имеет прямоугольную форму и пригоден для всякого рода грунтов. Склепывается он из стальных листов и имеет в передней части, открытой в сторону рабочего хода, в днищевом листе, съемные зубья из стали, облегчающие процесс рытья и добычи грунта.

Кроме того весь передний край усилен стальными листами. Вверху передней части ковш снабжен стальным хомутом для подвешивания при перемещении. В верхней части ковш открыт для облегчения операции опорожнения. Днище и углы ковша округлены, что обеспечи-

вает легкое врезание в грунт и опорожнение. Стандартных размеров ковшей девять — от 0,25 до 2,65 $м^3$.

Перемещение ковша по канатному пути осуществляется при помощи бегунка *А* (рис. 119). Два передние блока спарены и укреплены на уравни-

Рис. 119. Прикрепление ковша для перемещения и опорожнения.

тельной раме, шарнирно соединенной с третьим блоком. Уравнительная рама равномерно распределяет нагрузку на все три блока независимо от угла подъема канатного пути.

Цепное соединение (рис. 119) делает ковш независимым от бегунка и канатного пути и позволяет ковшу при заборе грунта следовать рельефу местности и обеспечивать захват полного ковша вне зависимости от конфигурации выемки. Тяговый канат укрепляется в обойме *п*, от которой идет канатная цепь *t*. Эта цепь, в свою очередь, разветвляется на цепные уздечки *m*, прикрепленные к сторонам ковша, и переднюю цепь *о*, закрепленную на хомуте ковша.

Опрокидывающее приспособление для саморазгрузки ковша (рис. 119) устроено следующим образом. Когда катящийся по канатному пути передвижной передний ролик *р* встречает на своем пути стопор *s*, тяговый канат, продолжая тянуть обойму *п*, передает усилие на разгрузочную цепь *f*, опрокидывающую ковш для опорожнения.

Рис. 12. Волокуша.

4. Схема работы. В скреперах-волокушах (рис. 108) цикл работы — экскавации состоит в следующем: сперва набирают холостой канат *Г* до исходного положения у башни *Б*; затем набирается грузовой канат *В*, и скрепер начинает забирать грунт. На протяжении нескольких метров ковш наполняется и за ем перестает взрывать грунт и перемещает его путем волочения по поверхности земли (рис. 120). В зависимости от

расстояния между башнями изменяется и количество экскаваций. При расстоянии 40 *м* возможно прохождение 70—90 ковшей в час.

Различают три группы волокуш:

а) тихоходные — грузовой ход 0,5 *м/сек*, порожний ход 0,75 *м/сек*;
б) средний ход — грузовой ход 1,0 *м/сек*, порожний ход 1,25 *м/сек*;
в) быстроходные — грузовой ход 1,5 *м/сек*, порожний ход 2,0 *м/сек*.

В канатных скреперах (рис. 121) башни устанавливаются по обоим берегам разрабатываемого водоема. Канатный путь натянут и ковш отпускается из исходного положения у головы передней башни. Под действием собственного веса роликовая тележка катится по наклонному канату к задней башне, на другую сторону выемки. Когда черпак придет в исходное положение у задней башни, пропускают канатный путь, и черпак катится в обратную сторону, врезаясь в грунт (рис. 121, *I*). Затем набирают тяговый канат, подтягивая черпак по земле, в направлении передней башни, и тем самым, разрабатывая грунт, наполняют черпак. После наполнения черпака одновре-

Рис. 121. Схема канатного скрепера.

Рис. 122. График передвижений ковшем.

менно натягивают и канатный путь, чем поднимают черпак от грунта (рис. 121, *II*). По натянутому канатному пути черпак движется под действием тягового каната к стопору, где и опрокидывается, разгружая грунт (рис. 121, *III*) и возвращаясь в исходное положение. Продолжительность экскавации зависит от расстояния между башнями и колеблется от 10 до 90 ковшей в час. Зависимость между продолжительностью оборота ковша и расстоянием между выемкой и насыпью сведена в график на рис. 122.

5. Производительность. В средних условиях, при ширине выемки 75 *м* и вместимости ковша 1,53 $м^3$, производительность доходит до 80 $м^3/час$.

Считая среднюю продолжительность экскавации при скорости движения ковша (при загрузке) 60 *м/мин*, скорости движения загруженного ковша 180 *м/мин* и движения порожнего ковша 400 *м/мин*, производительность канатных скреперов может быть выражена в приводимой на стр. 67 таблице.

Примеры производительности даны для слежавшихся плотных песков и гравия и для разрыхленных грунтов этой группы.

6. Область применения. Башенные экскаваторы с успехом применяются для всех видов гидротехнических земляных работ, при постройке дамб, каналов, шлюзов, а также и при очистке рек и озер от наносов

Длина пролета *м*	90	120	150	180	215	240	275	300	365
Длина среднего перемещения *м* / Размер ковша $м^3$	60	75	90	107	120	140	150	170	200
0,25	9—13	9—13	9—12			—	—	—	—
0,38	14,5—20	14,5—20	14—18,3			—	—	—	—
0,57	23—30	23—30	20,5—27,4	19—25		—	—	—	—
0,76	29—40	29—40	27,4—36,5	25—33,5	23—30	—	—	—	—
1,14	41—60	44—60	41—55	38—50	34—45,5	30—41	29—40	28—38	25—34
1,52	60—79	60—79	55—73	50—67	45,6—61	41—55	40—53	38—51	34—48
1,90	74—99	74—99	68—91	63—84	57—75	51—68	50—67	48—65	44—61
2,28	87—119	87—119	82—110	76—100	68—91	62—82	60—82	57—78	53—71
2,66	100—138	100—138	95—128	88—117	80—106	72—95	69—93	66—90	61—82

(рис. 123) и при расчистке перекатов. Башни проходят по обоим берегам реки, откладывая грунт на одном из берегов.

Башенные экскаваторы с успехом применяются для вскрышных горных работ, для добычи грунта из глубоких котлованов и т. д. Они с успехом работают на всех грунтах, за исключением каменистого, и дают довольно высокую производительность на вязких глинах и илах.

7. Силовое хозяйство. Главным механизмом башенного экскаватора является двухбарабанная скреперная лебедка с двумя или тремя скоростями. Мощность ее колеблется от 20 до 400 *л. с.* Наиболее распростра-

Рис. 123. Схема выемки канала.

нены газолиновые двигатели, хотя с успехом применяются и паровые с вертикальными котлами, реже — электрические. Самоходность башни достигается посредством реверсивной трансмиссии от скреперной лебедки и реже от самостоятельного двигателя реверсивного типа.

VI. МНОГОЧЕРПАКОВЫЕ СНАРЯДЫ

1. Схема устройства (рис. 124). Корпус многочерпакового снаряда представляет собой судно с прорезью в кормовой части снаряда. В этой прорези помещается черпаковое устройство снаряда, извлекающее грунт непрерывно посредством черпаков, насаженных на бесконечную движущуюся цепь. Последняя состоит из отдельных стальных звеньев, соединенных между собою болтами. Ковши обычно насажены через одно звено.

Черпаковое устройство состоит из черпаковой рамы, склепанной из железа в виде балочной фермы, черпаковой цепи, движущейся по роликам, установленным на раме, и двух барабанов (4- и 5-гранного), из которых верхний (ведущий) сообщает движение черпаковой цепи, а нижний (направляющий) изменяет лишь направление движения. Иногда, для уничтожения провеса порожних звеньев, устанавливается средний барабан.

В средней части снаряда, у прорези, устанавливается металлическая станина („башня"), на которой монтируется верхний, ведущий барабан с приводом и укрепляется посредством шарнира черпаковая рама. Нижний конец черпаковой рамы подвешен блоками на малой станине (копре), помещенной над прорезью. Движение верхнему барабану сообщается от машины, установленной в корпусе, посредством пассовой передачи.

После опускания нижнего конца рамы на дно дается ход цепи, черпаки врезываются в грунт, забирают его, поднимают к верхнему барабану, где, оборачиваясь вокруг барабана, опоражниваются, и грунт высыпается в грунтоприемный колодец, помещенный в большой станине

На дне колодца имеется перекидной клапан, который дает возможность выбрасывать грунт на правый или левый борт судна в зависимости от организации работ на данном месте. По наклонной плоскости клапана внутри колодца грунт попадает в лотки и отводится за пределы снаряда.

2. Классификация снарядов по способу отвода грунта. По способу отвода грунта из колодца различают четыре основные типа многочерпаковых машин:

1. Шаландовые (рис. 124), в которых падающий из черпаков в колодец грунт, разжиженный водой, поднятой черпаками вместе с грунтом, а также специально поданной насосом (водогоном) в колодец водой попадает на наклонную (клапан) плоскость и затем в железный лоток, по которому и сползает в специальное судно — шаланду, служащее для его отвоза.

2. Лонгкулуарные (рис. 28), где разжиженный грунт, попадая на наклонную плоскость клапана колодца, продвигается в длинный подвесной лоток или трубу. Длина лотка достигает 50 *м*, что дает возможность отвести грунт на большое расстояние от машины или на сухой берег.

3. Транспортерные (рис. 125) снаряды, в которых вместо лонгкулуара установлена транспортерная лента, отводящая грунт горизонтально на 15—20 *м*. В этом случае разжижения грунта не требуется.

4. Рефулерные (рис. 126), грунт в которых падает в самый низ грунтоприемного колодца в особую камеру, откуда и отсасывается центробежной помпой по трубопроводу. Разжижение грунта в камере производится путем сво-

Рис. 124. Многочерпаковый снаряд.

Рис. 125. Транспортерный снаряд.

Рис. 126. Рефулерный снаряд.

бодного притока к ней воды через отверстие в борту или прорези. Отверстие в борту или со стороны прорези делается ниже грузовой ватерлинии.

3. Передача движения. Верхний барабан. Почти во всех типах многочерпаковых машин движущие механизмы расположены внутри корпуса, а верхний, ведущий барабан — на металлической башне-станине. Передача обычно гибкая — пассами из верблюжьей шерсти, резиновыми, брезентовыми и реже кожаными. В некоторых конструкциях снарядов встречается и жесткая передача, системой валов и зубчатых колес, отличающаяся непосредственным перенесением на механизмы ударов и толчков черпаковой цепи.

Рис. 127. Передача движения верхнего барабана.

Шкивы гибкой передачи устраиваются двухсторонние, насаженные на одном валу (рис. 127); на нем же расположены малые зубчатки, передающие движение валу верхнего барабана посредством больших зубчатых колес или через промежуточный вал.

Передаточные валы и вал верхнего барабана расположены на большой станине („башне"), на верхней ее платформе (рис. 128, 124 и 126).

Рис. 128. Платформа главной станины многочерпакового снаряда и передача на верхний барабан

Рис. 129. Шкива для различного хода.

Рис. 130. Четырехгранный верхний барабан.

Изменение скорости черпаковой цепи часто предусмотрено и в самой передаче путем установки шкивов разного диаметра на станине при одинаковых шкивах коленчатого вала главной машины (рис. 129); одна пара шкивов может быть включена независимо от другой. Передаточное число в большинстве случаев равно 20—30.

Рис. 131. Звездчатый барабан с зубьями.

Верхний барабан укреплен на валу (рис. 127), на концах которого помещаются большие зубчатые шестерни. Вал покоится на подшипниках, укрепленных на станине. Вращение барабана создает поступательное движение черпаковой цепи, поэтому верхний барабан называется ведущим.

Верхний барабан обычно устраивается четырехгранным (рис. 130) для обеспечения сильного захвата звена черпаковой цепи, длина которого равна длине стороны грани барабана. Четырехгранные барабаны предохраняют черпаковую цепь от буксования даже при тяжелых грунтах со щебнем и валунами, хотя в некоторых случаях для этого употребляют звездчатые барабаны с зубьями на гранях (рис. 131).

Зубья входят в проемы черпаковой цепи и обеспечивают захват звена.

Рис. 132. Пятигранный верхний барабан.

Для более легких грунтов на снарядах производительностью до 250 $м^3/час$ иногда применяются пятигранные барабаны (рис. 132).

По конструкции верхних барабанов различают: цельные (рис. 132), отлитые целиком из стали или чугуна, и составные (турасы, катушки), составленные из двух половин. Цельные барабаны имеют большой вес, а следовательно с ними и трудно оперировать при разборке и снятии их для ремонта. Составные — монтируются из отдельных половин, надетых на вал, иногда для усиления соединенных между собою болтами (рис. 131).

они отличаются малым весом, т. е. меньшим расходом металла, и легкостью оперирования с ними. Как цельные, так и составные барабаны в нагретом состоянии под давлением надеваются на вал, изготовленный из кованой стали, и закрепляются шпонкой. Длина барабана между дисковыми ребордами зависит от размеров черпаков.

Дисковые реборды обеспечивают звенья черпаковой цепи от бокового сдвига.

При работе верхнего барабана грани его и реборды испытывают удары и большое давление от максимальных тяговых усилий черпаковой цепи, вследствие чего очень быстро изнашиваются; в старых типах машин

Рис. 133. Предохранение граней барабана.

отливались поэтому стальные барабаны. Для защиты тела барабана от износа и разрушения применяются накладки, планки и уголки, приболченные, приклепанные или приваренные к телу барабана. Для этой цели употребляется также наплавка сталинита. Накладки и угольники изготовляются из высококачественных сталей (хромо-никелевая, углеродистая; временное сопротивление разрыву не ниже 7500 *кг/см*^{2}), толщиною 40—60 *мм* (что обеспечивает их службу на одну-две навигации). После износа они снимаются и заменяются новыми.

В некоторых типах барабанов накладки установлены только для предохранения граней (рис. 133), а в других и реборд дисков (рис. 130). Во многих случаях отдельные накладки заменяются угольниками, устанавливаемыми на углах граней барабанов (рис. 134), а также и для защиты дисков (одной полкой к диску, другой — к грани).

Рис. 134. Верхний барабан с фасонными угольковыми накладками.

Накладки и угольники в большинстве случаев укрепляются к телу барабана потайными болтами (с глубоким потаем). В настоящее время большинство барабанов изготовляется из чугуна, с обязательным бронированием мест износа.

4. Нижний барабан, подшипники. Нижний барабан является направляющим для черпаковой цепи и конструктивно ничем не отличается от верхнего.

Для обеспечения более плавного прохождения черпаковой цепи в момент наполнения черпаков грунтом нижний барабан делается пяти-, шести или восьмигранным, а иногда даже совершенно круглым (рис. 135).

Рис. 135. Круглый нижний барабан.

Рис. 136. Подшипник нижнего барабана.

Однако увеличение граней увеличивает вес барабана и удорожает постановку сменных его частей. Ось, на которую насажен нижний барабан, работает, как и сам барабан, всегда в воде, имеющей в момент захвата грунта большое количество взвешенных частиц песка, глины и т. д. Эти частицы, попадая в подшипники, способствуют очень быстрому их износу. Поэтому подшипники делаются герметически закрытыми (рис. 136).

Букса подшипника вставляется в вилкообразный конец черпаковой рамы и укрепляется чугунными прокладками — сухарями. Вся конструкция закрепляется в вилке клиньями. Для предохранения концов вала от износа на них надевают «на горячее» втулки (буксы, стаканы).

Смазка осуществляется помощью жидкого масла, подаваемого в подшипник по трубкам или, реже, мадием в масленках Штауффера.

Некоторые конструкции машин смонтированы без предохранительных приспособлений для подшипников от попадания в них воды и грунта, но с облегченным устройством для их смены при износе.

5. Средний барабан. Для уменьшения провеса нижней ветви черпаковой цепи на главной станине в средней ее части устанавливается

Рис. 137. Средний барабан.

средний барабан (рис. 137). Он склепан из фасонного железа и представляет собой два соединенных колеса специальной конструкции, с разворотом в верхней части. Верхняя часть усилена для меньшего износа ее черпаками, проходящими по барабану режущей кромкой.

Барабан насажен на вал, лежащий на подшипниках, укрепленных на станках главной станины. Диаметр барабана 1,6—1,8 *м*, при ширине хода 0,7—0,8 *м* по размеру черпака. Эта конструкция подвержена очень быстрому износу, но предохраняет черпаки от задевания кромки колодца и от большой вибрации, присущей значительному провесу гибкой черпаковой цепи.

6. Черпаковая рама. Рама состоит из двух клепаных балок двутаврового или швеллерного сечения, соединенных между собою раскосами и уголковыми связями (рис. 138 и 139).

Рама представляет собой ферму, очертания которой близки к очертаниям бруса равного сопротивления. Верхний конец черпаковой рамы укрепляется на стальной оси, концы которой лежат в подшипниках, смонтированных на главной станине. Ось обычно делается скользящей на винту для регулирования натяжения черпаковой цепи. Нижний конец рамы обязательно выступает впереди корпуса снаряда, чтобы получить возможность проработки сухих отмелей.

Для сохранения постоянного угла подхода черпаковой цепи к верхнему барабану, при сниженном положении крепления оси верхнего конца рамы *b*, устанавливается дополнительная рама длиною 3—4 *м* (рис. 128).

Рис. 138—139. Черпаковая рама.

Рис. 140. Катушечные ролики.

Рис. 141. Вальцовый ролик.

В том месте, где черпаки проходят по раме над палубой, во избежание загрязнения последней, с обеих сторон рамы устанавливаются вертикальные листы, уничтожающие выплеск воды и грунта на палубу (рис. 138 и 139).

Длина рамы в средних снарядах равна ориентировочно 18—25 *м*, хотя встречаются в больших снарядах и рамы длиною до 50 *м*. Глубина опускания рамы зависит от угла ее наклона к горизонту и глубины черпания и доходит до 7—12 *м* (в средних снарядах 5—7 *м*). В малых снарядах черпаковая рама подвешивается верхним концом непосредственно на вал верхнего барабана.

Нижний конец рамы подвешен к малой станине (копру) на тросе, конец которого передается через блоки на рамную лебедку.

7. Ролики. Для поддержания и передвижения черпаковой цепи на верхней кромке рамы устанавливается ряд роликов (роульсов, скатов, катушек, катков), представляющих собой стальные валики, на которые насажены две чугунные катушки, по одной с каждой стороны (рис. 140). Иногда на стальной валик надевается одна общая чугунная катушка, поддерживающая обе стороны черпаковой цепи (рис. 141).

Для предохранения от быстрого износа концов валиков в подшипниках на них надеваются муфты (рубашки), и сами подшипники защищаются от попадания в них воды и грунта (рис. 140).

Диаметр катушек 0,25—0,4 *м* при ширине 0,15—0,25 *м*. Диаметр валика 0,05—0,15 *м* при длине 0,8—1,7 *м*.

Рис. 142. Звенья цепи.

8. Черпаковая цепь и ее звенья. Черпаковая цепь, огибающая верхний и нижний барабаны, состоит из черпаков, соединенных промежуточными (холостыми) звеньями. Иногда между двумя смежными черпаками вставляются одно, два и больше холостых звена, а иногда такие звенья и отсутствуют. Звенья, несущие черпаки, называются черпаковыми. Соединенные между собою болтами, они образуют две параллельные ленты, расставленные на ширину ковша (рис. 142).

Длина звеньев между осями черпаковых болтов должна строго соответствовать длине граней барабанов и колеблется от 0,5 до 1,2 *м* в зависимости от размеров ковшей. Холостые звенья (звенья, майоны) состоят из двух (рис. 142) или четырех черпаковых планок (рис. 143). Планки двойных звеньев бывают брусчатые (рис. 144) и вильчатые (рис. 145). При указанных выше длинах брусчатые имеют сечение в среднем 150 × × 125 *мм* и вильчатые 150 × 70 *мм*. Планки четверных звеньев различаются: внутренние — гладкие с круглыми дырами (рис. 146), и наружные — с замком в виде прилива (рис. 146) или с квадратным отверстием (рис. 147); иногда встречаются и аналогичные внутренним планкам.

Замок и квадратное отверстие устраиваются с целью предохранения болта, соединяющего холостые звенья с черпаковыми, от вращения, т. е.

Рис. 143. Звенья и черпаки.

Рис. 144. Брусчатые планки.

Рис. 145. Вильчатые планки.

Рис. 146. Планки цепи.

Рис. 147. Планки с квадратными отверстиями.

Рис. 148. Втулки.

от интенсивного всестороннего изнашивания. Материал для изготовления звеньев — сталь 6.

Для предохранения планочных дыр от износа в их отверстия вставляют под давлением втулки (кольца) (рис. 148). Малые втулки вставляются в отдельные планки, а большие для всего шарнирного соединения. Втулки по мере их износа заменяются новыми.

Черпаковый болт или штырь (палец) служит для соединения черпаковых и холостых звеньев и различается трех типов соответственно типу планок (рис. 149):

1) с прямоугольно-удлиненной головкой, соответствующей замку планки (рис. 149,*a*), 2) с квадратной подголовочной частью, соответственно квадратной дыре планки (рис. 149,*b*) и 3) с круглым стержнем, для обыкновенных планок (рис. 149,*c*).

Рис. 149. Черпаковый болт.

Рис. 150. Черпаковый болт.

Средние размеры болтов следующие (рис. 150): полная длина — 220 *мм*, толщина головки 18—25 *мм*, диаметр 50—70 *мм*. Материал болтов и втулок — сталь 6.

Черпаковый болт закрепляется чекой (рис. 150) и реже шплинтами (в малых снарядах). Для того чтобы максимально уплотнить соединение, с внутренней его стороны прокладывают шайбу с внутренним диаметром — по диаметру болта и наружным — 2—2,5 внутреннего диаметра. Для лучшего уплотнения обычно имеют набор шайб различной толщины.

Рис. 151. Простые черпаковые звенья.

Звенья, несущие черпаки, называются черпаковыми и различаются двух основных типов: 1) простые (рис. 151), представляющие собой клепаные или литые планки с каждой стороны черпака, и 2) вильча-

тые — такие же клепаные с вилками на концах (рис. 142). Звенья таким образом представляют собой клепаное соединение листов черпака с планками (рис. 143). Размеры и материал соответствуют холостым планкам, за исключением толщины планок, зависящей от толщины черпаковых листов (на 30—50 *мм* больше).

Рис. 152. Черпак.

В последнее время широко применяется наварка сталинитом изнашиваемых граней планок.

9. Черпак. Укрепленный на двух параллельных ветвях черпаковых звеньев, черпак имеет примерно форму наклонного конуса, усеченного плоскостью (рис. 152).

Основными элементами его являются: свод или корпус (обечайка) *1*, козырек (резак) *2*, дно, спинка и планки *3*. Черпаки различаются клепаные и литые.

Клепаные черпаки изготовляются из котельного железа, за исключением козырька, который изготовляется из стали 6. Толщина корпуса черпака 4—20 *мм*, козырька 5—35 *мм*. Для работ на тяжелых, твердых грунтах козырьки усиливаются стальными зубьями для облегчения врезывания и снятия грунта (рис. 153).

Литой черпак является тоже клепаным, но отдельные его части представляют сложную фасонную отливку как самого тела черпака, так и звеньев. Материал отливки — сталь.

Рис. 153. Черпак с зубьями для твердых грунтов.

Черпак сваривается или плотно склепывается, чтобы разжиженный грунт не мог из него вытекать. Для облегчения вывалки грунта на верхнем барабане все заклепки внутри черпака должны быть сделаны впотай, а листы иметь минимальные зазоры в накладках (их иногда подбивают „на-нет").

Ввиду очень большого веса литых черпаков, применяемых для особо тяжелых работ, они укрепляются на четырех параллельных ветвях и

имеют соответственно четыре ряда планок, отлитых вместе с днищем черпака (рис. 154). Коническая форма черпака обусловливается: 1) срезанием грунта без его смятия, 2) сопротивлением тела черпака от усилий при срезывании грунта, 3) гарантией вмещения срезаемого грунта и 4) легкостью опорожнения на верхнем барабане.

Рис. 154. Черпак для тяжелых грунтов.

Черпак при срезании грунта, ввиду сложения двух основных движений по становому и папильонажному тросам, вырезывает из него полосу винтообразной формы. При движении вперед через нижний барабан, для предотвращения смятия грунта (рис. 155), коничность черпака должна иметь угол δ (наклона козырька и верхней части свода к касательной окружности вращения) 17—20°, который доходит иногда и до 35°. При рассмотрении этого же движения в плане, для предотвращения смятия грунта боковой поверхностью черпака (рис. 156), угол коничности δ'' должен удовлетворять следующему неравенству:

$$\delta'' > 90 - \beta,$$

где β — угол между вектором скорости папильонирования $v_п$ и равнодействующей этой же скорости и скорости станового движения $v_р$. Практически этот угол близок к 15 — 20° (рис. 157).

Чаще всего употребляются черпаки криволинейной формы, обусловливающей меньшую затрату усилий при резании грунта (рис. 156).

Плоскость, на которой происходят резание и забор грунта черпаком, называется зевом. Когда плоскость зева горизонтальна, то наполнение черпака водой или разжиженным грунтом максимально (рис. 158). Угол β_0 соответствует углу наклона рамы или глубине ее опускания. При изменении угла β_0 часть грунта вытекает из ковша, т. е. уменьшается коэфициент наполнения черпака. Зависимость между глубиной опускания рамы и наполнением черпака показана в графике (рис. 159). Для предотвращения переливa-

Рис. 155. Схема выемки.

Рис. 156. Схема выемки черпаком в плане.

ния грунта из черпака имеются конструкции черпаков с передними и задними козырьками, каковые не допускают перелива в определенных пределах опускания рамы.

Зависимость между емкостью черпака и часовою производительностью землечерпательной машины выражается формулой

$$W = \frac{Q}{60\phi n},$$

где W — емкость черпака в $м^3$,

Q — производительность снаряда в $м^3/час$,

ϕ — коэфициент наполнения черпака,

n — число черпаков, проходящих в 1 минуту.

Емкость черпака колеблется от 0,2 до 1,2 $м^3$ (200—1200 $л$).

Число черпаков, проходящих в минуту 18—26 (чаще 22—24).

Рис. 157. Угол коничности черпака.

Рис. 158. Площадь зева черпака.

Рис. 159. График наполнения черпаков.

Коэфициент наполнения зависит от наклона черпаковой рамы и качества грунта и колеблется в пределах 0,6—1,2 (по Paulmann и Blaum 0,6—0,8).

Вес черпака	20—80 $кг$
Отношение веса в $кг$ к емкости	в $л$:
Клепаные	1,6—1,0
Литые	3,0—1,15

Чаще всего встречающееся число черпаков на цепи 16—28, но бывает и большее.

10. Грунтовой колодец. При опрокидывании черпаков на верхнем барабане грунт, выпадая из черпаков, падает в грунтовый колодец, помещающийся внутри главной станины, поддерживающей верхний барабан и привод (рис. 160).

В плане этот колодец представляет собой прямоугольное или квадратное сечение. Падающий грунт направляется в шаланды, стоящие под одним или другим бортом снаряда, посредством перекидного клапана (рис. 160). Клапан представляет собой металлическую раму, обшитую железными листами толщиной 15—20 $мм$ и поверх них деревом. Когда клапан наклонен влево, грунт, падающий в колодец, ударяется о поверхность клапана, скатывается в правое отверстие и дальше попадает в лоток. При правом положении клапана грунт падает в левую шаланду.

Поворот клапана производится на оси, проходящей наружу колодца, посредством балансира.

В многочерпаковых снарядах, отводящих грунт рефулером, применяется комбинированная конструкция клапанов (рис. 161). Клапан *А* установлен на горизонтальной оси. Левый лоток доходит глухим днищем *Б* до оси клапана. У входа в правый лоток помещен клапан *В*. При работе: 1) в шаланды налево — клапан *А* ставится в положение I; 2) в шаланды направо — клапан *А* ставится в положение II, клапан *В* — в положение

Рис. 160. Грунтовой колодец.

III; 3) на рефулер — клапан *А* в положении II, клапан *В* в положении IV — грунт падает в отверстие *Г* и далее на колосники *Ж*, задерживающие камни, засорки и т. д., вынимаемые при накоплении через отверстия наружу колодца. Далее грунт попадает в приемную камеру *З* и из нее отсасывается рефулерной центробежной помпой по трубопроводу *А*. Для лучшего разжижения грунта, помимо постоянной подачи воды в верхнюю часть колодца на колосники, у дна колодца устраивается отверстие в борту снаряда, перекрываемое клинкетами, или же камера соединяется отверстием с полостью прорези. Встречаются в конструкциях и двусторонние клапаны.

Для предотвращения просора грунта, передняя часть колодца, где проходят черпаки, ограждена специальным листом — полукружием.

В некоторых конструкциях установка клапанов и перекрытие лотковых отверстий производится отдельными листами на болтах.

Вместо колосниковой решетки применяются дисковые колосники (сист. Стихова), состоящие из ряда металлических вращающихся дисков. Засорки грунта, попав на диски, задерживаются на них и постепенно перемещаются к боковым стенкам колодца, где и очищаются.

При работе на вязких грунтах черпаки не всегда опоражниваются в колодец, а вместе с грунтом проходят вновь к нижнему барабану. Для

Рис. 161. Грунтовый рефулерный колодец.

этого монтируется вертикальный брандспойт, промывающий черпаки, причем грунт сваливается в специальную ловушку (рис. 162), соединенную с грунтовым колодцем.

11. Грунтоотводные лотки для погрузки шаланды. В зависимости от типа снаряда, попавший в колодец грунт удаляется шаландами, лонгкулуаром, транспортером или рефулером.

При работе с шаландами грунт из колодца попадает непосредственно в лотки и, скатываясь по ним, сваливается в шаланду. Лоток представляет собой наклонный (30 — 45° к горизонту) жолоб того или иного сечения (рис. 163) с верховой, постоянной частью *Д*, закрытой с четырех сторон, и нижней, подъемной *Е*, имеющей форму жолоба (рис. 161). Подъем нижней части лотка осуществляется ручной лебедкой или механическим двигателем.

Рис. 162. Промывка опорожненных черпаков.

Максимальная высота борта шаланды, пригодной для данного снаряда (рис. 164), определяется по формуле:

$$b + l - T \leq c + d - e \sin \varphi,$$

Рис. 163. Поперечное сечение грунтоотводного лотка.

где b — высота корпуса судна шаланды от днища,
l — высота бортика грузового люка от палубы,
T — осадка шаланды,
c — высота борта земмашины,

Рис. 164. Расчетная высота борта шаланды.

Рис. 165. Погрузка грунта в шаланды.

d — расстояние шарнирной оси подъемного лотка от палубы земснаряда,
e — длина подъемной части лотка *3*,
φ — угол наклона подъемной части лотка.

При погрузке грунта в шаланды следует учитывать и ширину их, так как грунт вылетает из лотка по параболе (рис. 165); дальность же

№ п/п	Тип снаряда	Производительность $м^3$ *час*	Род грунта, соответствующего расчетной производительности	Глубина черпания максимальн. *м*	Способ отвода грунта			Осадка	Мощность машины		Давление пара в котлах (в атмосферах)
					Наименование	Длина от оси снар. в *м*	Высота над горизонтом		черпаковой	для отвода грунта	
1	МЧ/ТШ	50	Каменистый	3,5	Шаландо-трансп.	30	3	0,9	28,0	—	14
2	МЧ/ТШ	100	»	5,0	»	40	4,5	1,05	53,4	—	14
3	МЧ/ТШ	150	»	5,0	»	200	4,0	1,05	88,5	—	14
4	МЧ/ТШ	250	»	7,0	»	200	4,0	1,25	155	—	14
5	МЧ/ЛШ	50	Песчаный	3,5	Шаланд.-лонгкул.	40	6,0	0,7	31	15	14
6	МЧ/ЛШ	100		4,5	»	60	6,0	0,8	64	33	14
7	МЧ/РШ	100	Галинистый	4,5	Шаландо-рефул.	200	4,0	0,8	58	120	14
8	МЧ/РШ	150		7,0		200	4,0	0,9	94,5	180	14
9	МЧ/РШ	250		7,0		250	6,0	1,45	157	350	14
10	МЧ/РШ	500		8,5	»	300	8,0	1,7	320	700	14

вылета определяется высотой конца лотка над шаландой скоростью вылета и весом грунта.

Размеры поперечного сечения лотков колеблются от $0{,}3 \times 0{,}5$ до $0{,}75 \times 1{,}5$ *м*. Вне зависимости от наличия других приспособлений для отвода грунта, лотки устанавливаются на всех многочерпаковых машинах.

При нагрузке шаланд таковые приходится передвигать вдоль борта снаряда, что осуществляется в малых шаландах вручную, а в больших — посредством лебедок или шпилей снаряда.

12. Производительность. Производительность многочерпаковых снарядов колеблется от 25 до 750 *м*³/*час*. Зависит она от мощности снаряда, деталей черпакового устройства и качеств разрабатываемого грунта. Производительность исчисляется по формуле:

$$Q = W\phi n 60,$$

где Q — производительность *м*³/*час*,

W — емкость черпака в *м*³,

ϕ — коэфициент наполнения черпака,

n — число проходящих черпаков в минуту.

Наиболее часто встречается производительность 100—250 *м*³/*час*.

Примерные соотношения конструктивных элементов многочерпаковых снарядов приведены в таблице на стр. 86 (по Бычкову).

13. Корпус. В большинстве случаев корпуса многочерпаковых снарядов железные или стальные, клепаные или сварные. Реже встречаются композитные и совсем редко деревянные.

Наиболее употребительные размеры корпуса существующих снарядов средней производительности 200—250 *м*³/*час*:

длина	40—45 *м*
ширина	7,5—8 „
осадка	1—1,4 „
высота борта	2—2,5 „

Эти размеры колеблются в зависимости от производительности снарядов в следующих пределах (в существующих снарядах):

Марка	Произв. *м*³/*час*	Длина *м*	Ширина *м*	Осадка *м*
МЧ/Ш	25	12,1	4,5	0,5
МЧ/Ш	48	21,7	7,1	1,2
МЧ/РШ	100	41,7	8,2	0,7
МЧ/РШ	250	42,0	7,5	1,42
МЧ/РШ	250	36,5	8,5	1,5
МЧ/РШ	250	48,45	9,1	1,33
МЧ/РШ	450	47,89	8,75	1,9

Черпаковая рама снаряда помещается в прорези („штаны") (рис. 124). По типу прорезей различают два типа снарядов: 1) с открытой прорезью (рис. 166) для работ в спокойных условиях водной поверхности и 2) с закрытой прорезью (рис. 167) для работ в устьевых участках рек, каналах и озерах при волнении. Форма корпуса в первом случае — прямоугольная, плоскодонная, зачастую с подворотами для лучшего подхода днища к кромкам прорезей; во втором — форма обыкновенного морского судна каботажного плавания.

Корпус обычно обнесен привальными брусьями, идущими вдоль палубы и по ватерлинии и соединенными между собою стойками через каждые 2—2,5 *м*. Размер брусьев 20×20 *см*. Привальные брусья предохраняют корпус от ударов причаливающих судов. Для зачалки судов, швартовки

Рис. 166. Многочерпаковый снаряд с открытой прорезью.

и буксира на палубе укрепляется 8—10 пар кнехтов. Материал кнехтов — чугун. Якоря подвешиваются на кронбалках подъемной силы 0,5—1 *т*.

Для извлечения камней из черпаков непосредственно с рамы, а также подъема различных тяжестей, на палубе устанавливается поворотный кран (рис. 124 и 166) подъемной силой 1—3 *т*, который часто заменяется небольшим мостовым краном с катучей тележкой.

Для работы снарядов при волнении корпус обносится фальшбортом — возвышением борта над палубой (рис. 167).

Подтягивание шаланд и мелких судов осуществляется помощью ручных или паровых шпилей и лебедок.

Жилые помещения располагаются в корпусе, в небольшом числе, так как вся команда речных снарядов живет на брандвахте.

Следует учитывать, что осадка корпуса при работе меняется и многие из снарядов имеют во время работы диферент на черпаковую раму, доходящий до 30—40 *см*. Самоходные снаряды в речной практике почти отсутствуют. Для разработки небольших глубин, а также подрезки сухих

берегов и кос, черпаковая рама должна выступать за пределы корпуса снарядов (рис. 166). Водоизмещение среднего 250-кубового снаряда 20—25 *т*.

14. Силовое хозяйство. Многочерпаковые снаряды снабжены паросиловыми, дизельными и электрическими установками, а иногда в небольших снарядах встречаются даже и ручные машины (рис. 168).

Рис. 167. Многочерпаковый снаряд с закрытой прорезью.

Большинство снарядов имеет паросиловые установки. Котлов обычно два (оборотные, реже пролетные), поверхностью нагрева от 0,3 до 0,7 $м^2$ на 1 *л. с.*, в среднем 120—180 $м^2$ при 250—350 *л. с.* Рабочее давление пара в котлах старых машин 6—8 *ат.*, а в современных 12—18 *ат.* Расход пара в старых установках 8—10 *кг* на 1 *л. с./час*, в новых 4—6 *кг* на 1 *л. с./час*. Основное топливо — уголь и нефть. Искусственное дутье распространено весьма широко, при рабочем давлении 3—4 *ат.* В последнее время применяется для лучшей эффективности установок

Рис. 168. Ручной многочерпаковый снаряд.

подогрев воды до 90°, перегрев пара до 350° и подогрев воздуха до 150°.

Паровые машины вертикального или горизонтального типа, двойного или тройного расширения. Среднее число оборотов в минуту 100—130, что при соответствующем передаточном числе обеспечивает 9—14 оборотов верхнего барабана в минуту. Коэфициент удельной мощности для много-

черпаковых машин колеблется в пределах 0,5—2,0. Чаще всего около 1,5. Коэфициент полезного действия многочерпаковых машин подсчитывается по формуле:

$$\eta = \frac{N_n}{N_e},$$

где N_n — полезная мощность,

N_e — эффективная мощность; η близко к 0,8—0,9.

Почти во всех устройствах используется небольшой вспомогательный вертикальный котел 10—20 $м^2$ нагрева, для производства вспомогательных операций во время промывки главных котлов.

Из двигателей внутреннего сгорания употребительны бескомпрессорные дизели (300—400 об/мин), которые через генераторы постоянного тока дают 90—150 kW. Все приводы и вспомогательные механизмы обслуживаются отдельными электромоторами различной мощности, питаемыми от генератора главных машин или вспомогательного.

Встречаются также в небольших установках керосиновые и газолиновые двигатели, а также электромоторы с питанием от береговой сети посредством пловучей линии электропередачи.

VII. ЗЕМЛЕСОСЫ

1. Схема устройства. В землесосных снарядах грунт всасывается в разжиженном состоянии (рис. 25). В корпусе снаряда установлена центробежная помпа *2*, благодаря вращению которой создается разрежение во всасывающем трубопроводе *1*. Вода поступает с большой скоростью в приемник сосуна, захватывая с собой частицы грунта. Разжиженный грунт, пройдя центробежную помпу, выталкивается крылачем центробежного насоса в напорный трубопровод *3* и затем в пловучий трубопровод за борт снаряда.

Всасывающий трубопровод одним концом соединен шаровым шарниром с патрубком помпы, а другим — подвешен на тросах к малой станине (копру). Попуская или набирая этот трос, можно достигнуть различной глубины опускания сосуна, т. е. всасывания грунта.

Для лучшего всасывания тяжелых и вязких грунтов около приемника сосуна устанавливается разрыхлитель, взрыхляющий грунт перед всасыванием его в приемник.

2. Всасывающий трубопровод (сосун), сосуновая рама. В корпусе землесоса, в кормовой его части, устроена прорезь, в которой помещается всасывающий трубопровод (рис. 169). Верхней частью он шарнирно прикреплен к приемному патрубку помпы, нижней — подвешен на тросах к станине лебедки (копру) (рис. 170). В нижнем конце трубопровод имеет фланец, к которому прикрепляется всасывающий наконечник (приемник). Трубопровод представляет собой клепаную или сварную металлическую трубу, толщиною стенок 5—12 *мм*, длиною 4—20 *м*, что дает при максимальном угле наклона (до 45°) полезную глубину опускания сосуна до рабочего горизонта 2—10 *м*.

Диаметр трубопровода 300—500 *мм* для землесосов средней производительности в 100—250 $м^3$/*час* (наиболее употребителен — 500 *мм*) и 500—1000 *мм* — для более мощных землесосов в 250—800 $м^3$/*час*.

Рис. 169. Земдесос; план, продольный разрез.

В нижней части трубопровода с верховой стороны приклепаны два уха; за них зацепляют скобу подъемного троса (рис. 170).

Для достижения возможно большей глубины опускания сосуна (особенно при работах весной), обычно к нижнему фланцу трубопровода приболчивают патрубок длиною 1,5—3 *м*, что дает дополнительное углубление на 1—1,7 *м*. Жесткость установки трубопровода в горизонтальной плоскости и противодействие его движению в стороны осуществляется рамой, к которой шарнирно подвешена труба в низовой части (рис. 170). Рама представляет собой металлическую ферму, состоящую из двух швеллеров, соединенных угольниками и связями. В низовой части к швеллерам приклепаны подшипниковые серьги, в которые входят полуоси, прикрепленные с двух сторон, по диаметральной плоскости, на

Рис. 170. Всасывающая труба и лебедка для подъема.

трубопроводе. Верхняя часть рамы проходит на уровне палубы, через салазки, шарнирно укрепленные по бортам прорези; таким образом при подъеме сосуна, благодаря шарнирным соединениям, рама выходит над палубой, одновременно наклоняясь к палубе до угла 30—45° (рис. 170). В верхней части рамы наклепан металлический стопор, для предотвращения прохода рамы вниз через салазки. Длина рамы 5—15 *м*; ширина 0,5—1,0 *м*.

Над сосуновой прорезью, опираясь на обе ее стороны, стоит станина (копер) в виде фермы высотою до 2,5 *м*. На этой станине смонтирована двубарабанная лебедка для подъема и опускания рамы посредством троса.

На одной стороне рамы делается разметка глубин опускания сосуна.

В поднятом горизонтальном состоянии сосун выступает от кормы снаряда на 1—3 *м*.; таким образом размеры прорези в плане определяются в длину 3—18 *м*, в ширину 1—2 *м*.

В американских землесосных конструкциях прорезь для сосунового трубопровода делается длиною до 5 *м* (рис. 171—172), хотя часто обходятся и без нее. Сам трубопровод поэтому для предотвращения изгиба и излома заключен в металлическую решетчатую ферму (рис. 173), которая представляет собой как бы кожух трубопровода. Вместо решетчатой фермы по большей части устанавливается сплошная, из металлических листов (рис. 174). Для подъема и опускания такой системы ставится консольная крановая ферма (рис. 172 и 174), к которой системой блочных талей подвешена низовая часть сосуна. Иногда всасывающую трубу помещают сбоку снаряда; тогда направляющая рама монтируется на специальном мостике.

Рис. 171-172. Американский землесос.

Рис. 173. Решетчатая ферма сосуна.

3. Всасывающий наконечник. При работе на нормальных песчаных грунтах действие помпы весьма эффективно, и попадание частиц грунта в приемник сосуна при создаваемых помпой скоростях вполне обеспечено. Поэтому наиболее эффективным наконечником сосуна для работы на песчаных грунтах (различных фракций) и разнородных смесях с песчаными грунтами считается пока цилиндрический. Приемная часть его снабжена тремя ножами 80×5 *мм*, предупреждающими попадание крупных камней и засорок (рис. 177).

При работе на каменистых грунтах, во избежание развертывания ножей, через них и стенки наконечника продет укрепляющий болт, скрепленный гайками с ножами. Часто в наконечниках, для лучшего попадания воды при забоях сопла приемника, устроены по бокам его треугольные отверстия. При подъеме сосуна такой наконечник не несет на своей верхней части грунта, чем облегчает подъем. Вес его 25—35 *кг*. Толщина стенок — 10 *мм*. Длина его 1—1,75 *м* при диаметрах, совпадающих с диаметром всасывающего трубопровода (300—500 *мм*). Площади сечения приемника и трубопровода одинаковы, т. е. скорости движения смеси идентичны. Стремление уменьшить переуглубление и увеличить зону всасывания при работе землесоса создало несколько конструкций расширенных наконечников.

Рис. 174. Сплошная металлическая ферма сосуна.

В уширенном наконечнике (рис. 175) площадь приемника увеличена в 2,5 раза против трубопровода. Наконечник имеет коническую уширенную форму, с приемным отверстием, ограниченным частью окружности в пределах 30°. Он снабжен 7 вертикальными ножами и одним поперечным, укрепляющим основные ножи. Толщина стенок 10 *мм*. Вес 50 *кг*. Пригоден только для весьма легких грунтов, так как увеличенная площадь приемной части уменьшает скорость всасывания, т. е. захват более тяжелых частиц. Отличается при подъеме увеличением веса, так как несет на своей верхней плоской поверхности большое количество грунта.

Рис. 175. Уширенный наконечник.

Наконечник Терпугова-Гусева представляет собой разветвление сосунового приемника на три трубы, которые в конце соединены поперечной приемной коробкой длиною 4 *м* (рис. 176). В нижней части коробки имеется во всю ее длину щель, площадью равная площади всасывающего трубопровода. Щель делается прямоугольной или ромбовидной для ослабления всасывания в местах прикрепления труб (рис. 176). Этот наконечник мало употребителен, так как отличается очень слабой производительностью (ввиду несоответствия площадей, а значит, и скоростей

Рис. 176. Наконечник Терпугова-Гусева.

Рис. 177. Гидравлический разрыхлитель.

основного трубопровода, тройника и щели), громоздкостью и весом 160—180 *кг*.

4. Разрыхлители. Рентабельность их устройства. При всасывании плотных, глинистых, песчаниковых, щебенистых грунтов, скорости прохождения воды в приемнике недостаточны для захвата тяжелых и прочно соединенных между собою частиц грунта, поэтому необходимо размельчать и подавать к приемнику раздробленный грунт. Применяемые для

такой цели разрыхлители бывают двух типов: гидравлические и механические.

Гидравлические состоят из обыкновенной напорной водопроводной трубы, диаметром 7—10 *см*, идущей по верху сосунового трубопровода и затем у приемника обвивающей наконечник (рис. 177). На передней части у приемника на трубе расположены отверстия, сквозь которые выходит под давлением 2,5—8 *ат* вода, нагнетаемая специальным центробежным насосом. Производительность таких разрыхлителей довольно низка, а потому и применения они почти не находят.

Рис. 178. Гидравлический поддон.

Другим видом гидравлических разрыхлителей служит комбинация наконечника и разрыхляющих трубок (рис. 178), пользующаяся успехом в США. Всасывающая труба разделяется на два приемника, соединенные широкой приемной камерой, имеющей вид мусорного подноса. Ширина камеры 6 *м*. Сверху и снизу приемного отверстия установлены разрыхляющие струйные трубки. Взрыхленный грунт попадает непосредственно

Рис. 179. Винтовой механический разрыхлитель.

в поддон и всасывается. Такой разрыхлитель пригоден для песчаных грунтов.

Механические разрыхлители разнообразны по своему устройству, но в основном различаются два вида: 1) разрыхляющие грунт различными системами установок и не подающие его к приемнику и 2) фрезерные.

Разрыхлители первого типа представляют собой винтовые приспособления, режущие грунт впереди сосуна (рис. 179). Применяются очень редко, вследствие слабой эффективности своей конструкции. Фрезерные

Рис. 180. Конический фрезерный разрыхлитель.

разрыхлители пригодны для всех грунтов, от песчаных до каменистых включительно, и бывают двух типов: конические (рис. 180) и шапкообразные (рис. 181).

Конический фрез (и почти однотипный с ним тип Теле) состоит из отдельных, съемных стальных ножей, прикрепленных наклонно по образующей конуса к спицам ступицы; каждый нож кроме того поставлен

Рис. 181. Шапкообразный фгезерный разрыхлитель.

Рис. 182. Ножи конического фреза.

несколько под углом к оси вращения (рис. 182). При вращении такого фрезера в грунте он отрезает отдельные его ломти, проскальзывающие по наклонным плоскостям внутрь к приемнику всасывающей трубы, которая входит внутрь фреза. Вал и ось фреза идут непосредственно по

верху всасывающей трубы. Такой фрез употребляется для вязких грунтов. При более твердых грунтах применяется фрез усиленного типа с двойными спицами, поддерживающими съемные ножи (рис. 183).

Шапкообразный фрез (также тип Робинсона) является универсальным; он состоит из изогнутых к оси и смещенных по образующей круга

Рис. 183. Конический фрезерный разрыхлитель с двойными спицами.

стальных ножей, в передней части укрепленных на ступице, а в задней — на опорном кольце (рис. 181). Всасывающий приемник входит внутрь этой шапки, а на конце его сверху укреплен крайний подшипник фреза. При вращении такого фреза на оси он режет ломти слежавшегося грунта, дробит каменистый и щебенчатый грунты и подает равномерные порции обвалившегося песчаного грунта (рис. 181), не давая ему забивать сосун. Диаметр такого фрезера 1—2,5 *м*, при длине 1,5—2,8 *м*. Число оборотов 10—25 в минуту.

Применяются также шаровые фрезеры, представляющие собой несколько измененную конструкцию шапкообразного фрезера (рис. 184).

Рис. 184. Шарообразный фрезер.

Рис. 185. Передача вращения на ось фрезера.

Вращение фрезера осуществляется помощью двигателя 50—200 *л. с.*, расположенного на верхней части сосуновой фермы, и передается путем зубчатых передач на главную ось фрезера (рис. 185). Мощность двигателя фрезерной установки колеблется в пределах 0,2—0,5 мощности главных машин.

Комбинированную конструкцию представляет собой лестничный разрыхлитель, применяемый в США при разработке слежавшихся гравелистых грунтов (рис. 186). По сосуновой ферме ходит бесконечная цепь, на которой укреплены разрыхляющие зубья. Всасывающий приемник подведен непосредственно к цепи (рис. 187). Взрытый гравий попадает

Рис. 186. Комбинированный разрыхлитель.

сразу же в отверстие сосуна. При песчаных грунтах, в силу распространения максимальной зоны всасывания сосуна по осевому направлению, производство работ возможно только траншеями, путем периодического продвижения вперед. В стороны движение затруднено, так как сосун упирается в стенки траншей и может быть сломан.

Разрыхлитель дает возможность разрабатывать грунты папильонажем (рис. 188) без переуглубления, влекущего за собою излишнюю выемку грунта. Стенки грунта постепенно срезаются, и если даже произойдет обвал грунта, то он не страшен,— грунт будет подан постепенно в сосун.

Рис. 187. Всасывающий наконечник «комбинированного разрыхлителя.

Рис. 188. Сосуновый папильонаж.

На песчаных грунтах, при траншейном методе работы, сосун в исходном положении упирается в грунт, который постепенно отсасывается. Нагрузка помпы от максимума постепенно уменьшается, смесь разжижается, доходя до 10—15% грунта. Затем вновь производится подтяжка землесоса, сосун опять упирается в грунт, помпа получает максимальную загрузку. В результате — периодическая перегрузка и недогрузка машины.

Для равномерной загрузки сосуна смесью необходимо вести беспрерывную подачу снаряда вперед размеренным движением, иначе сосун будет отсасывать только небольшую часть площади траншеи и возможны обвалы, совершенно заваливающие грунтом приемник сосуна.

Рис. 189. Наконечник системы Фрюлинга.

Фрезер в данном случае допускает постепенное непрерывное движение землесоса без заваливания и забоя грунта, так как обвалившийся грунт постепенно, пройдя лезвия ножей, подойдет к приемнику. Нагрузка помпы и машины в данном случае уравнивается.

5. Волочащиеся приемники. Для лучшего насыщения грунтом смеси и уменьшения переуглубления, на мягких илистых и песчаных грунтах используется приемник системы Фрюлинга (рис. 189). Он представляет собою всасывающую поперечную коробку, снабженную в нижней части резцом, выше которого помещена приемная щель. Во всасывающей коробке грунт разрыхляется струями воды, поступающей туда под давлением 10—15 *ат*. Весь приемник помещен на сосуне таким образом, что при перемещении снаряда он гребет в щель часть грунта, который и всасывается приемником (рис. 190). Применяется при работе на больших глубинах. Размеры щели 0,2×8,0 *м*.

6. Соединение сосуна с помпой. Шарнир. Существует два основных типа шарнирного соединения верхней части всасывающего трубопровода с жестким патрубком, идущим к помпе: металлический шаровой шарнир и гибкий кожаный или резиновый манжет с бугелем.

Рис. 190. Схема работы землесоса при наконечнике Фрюлинга.

Главные условия работы этого шарнирного соединения — абсолютная герметичность и принятие сжимающих усилий от давления сосуна на грунт при подтяжке землесоса по прорези.

Шаровой шарнир представляет собой два сферических чугунных или стальных полушария, входящих одно в другое. Полушария отлиты вместе с фланцами и серьгами, которыми шарнир одевается на полуоси прорези. Всасывающий трубопровод соединен с внутренним полушарием,

имеющим у фланца серьги (лапы), подвешенные к стенкам прорези земснаряда на полуосях посредством подшипников. Патрубок приболчен к наружному полушарию, имеющему такие же серьги, надетые на те же полуоси.

Для полной герметичности трущиеся поверхности полушарий смазываются мадием и имеют на наружной стороне сальник с кожаной прокладкой. Усилия воспринимаются серьгами (лапами) и передаются на полуоси прорези. Диаметр шарнира 800—1000 *мм*, при толщине стенок тела 15—20 *мм*.

Рис. 191—192. Соединение сосуна бугелем.

Соединение второго типа имеет между фланцами сосуна и патрубка (рис. 191—192) обыкновенный удлиненный кожаный или резиновый манжет. Кожаный манжет имеет внутри и снаружи сболченные между собою железные обручи, чтобы предотвратить его смятие при всасывании и опускании трубопровода. Резиновые манжеты для той же цели снабжены проложенной в теле манжета стальной спиралью (рис. 193). Усилия от давления со стороны сосуна воспринимаются двумя бугелями, приклепанными к сосуну и пружинно подвешенными к стенкам прорези снаряда на полуосях. Длина манжет 1,5—2,0 *м* при диаметре, равном диаметру всасывающей трубы

Рис. 193. Стальная спираль резинового манжета.

7. Принцип действия центробежной помпы, разрежение и напор. Центробежная помпа — цилиндрическое полое тело, имеющее два отверстия: входное *1* — по оси цилиндра и выходное — по касательной к наружной его поверхности (рис. 194). Внутри этого цилиндра, называемого

кожухом, помещается крылач 2 (пыр, крылатка, ротор), имеющий 4 лопасти (реже встречаются 3-, 5- и 6-лопастные) на 2—4 *мм* уже кожуха помпы. При вращении по указанной стрелке лопасти отбрасывают со своей криволинейной поверхности частички жидкости, заполняющей помпу, на периферию кожуха. Вращаясь с довольно значительной скоростью (10—18 *м/сек*), эти частицы вылетают, благодаря центробежной силе, по касательной в выходное, напорное отверстие помпы. Внутри кожуха, около оси крылача, образуется разрежение. Так как в разреженном пространстве давление меньше атмосферного, то оно стремится заполниться за счет поступления жидкости из входного отверстия. Таким образом создается непрерывный ток жидкости. При попадании воздуха помпа разрежается, так как разреженное пространство заполняется воздухом и всасывание прекращается.

Рис. 194. Схема всасывания.

Окружная скорость концов лопастей крылача подсчитывается по формуле:

$$V_k = \frac{\pi D_k n}{60},$$

где D_k — диаметр крылача,

n — число оборотов крылача в минуту.

Чем больше число оборотов крылача, тем больше окружная скорость, а следовательно и производительность помпы.

При выходе из помпы смесь испытывает давление, которое преодолевает сопротивление трубопровода и сообщает ей движение, со скоростью 2,5 — 5,0 *м/сек*, на определенные расстояния, зависящие от величины давления.

Нормальное число оборотов крылача 210—240 в минуту.

Сила разрежения, преодолевающая сопротивления всасывания, трения по трубопроводу l (рис. 195) и подъема воды на высоту h_3, измеряется вакуумметром W, устанавливаемым на патрубке всасывающего трубопровода. Полный вакуум поднимает ртутный столб на 76 *см* (или водяной на 10 *м*). Нормальный вакуум при работе землесоса 20—35 *см*, при забоях увеличивается до 40—45 *см*. Напор преодолевает сопротивления столба воды h_5 и трения в трубопроводе длиною L; измеряется он манометром в атмосферах. 1 *ат* равна давлению столба ртути высотою 760 *мм* или столба воды высотою 10 *м* (1 *кг/см*²). Нормальное давление в напорном трубопроводе 1,25—1,5 *ат*, которое увеличивается при добавлении высоты подъема трубопровода. Предельная высота подачи 15—10 *м*, при длине трубопровода 500—1000 *м*.

Рис. 195. Схема работы землесоса.

Разжиженная смесь содержит 25—35% грунта.

8. Центробежная рефулерная помпа. Крылач. Упорный вал. Корпус (кожух) центробежной помпы обычно отливается из чугуна или железа

(рис. 196—198). Он имеет цилиндрическую форму с центральным осевым входным отверстием и боковым напорным. Снаружи кожуха отлиты радиальные ребра жесткости. Верхняя часть кожуха (крышка) съемная, имеет две лазейки для осмотра внутренних частей помпы. Нижняя половина устанавливается на фундаменте с таким расчетом, чтобы ось помпы совпадала с горизонтом воды или же была на 0,1—0,25 *м* выше.

Рис. 196. Кожух (корпус) помпы.

Приемное отверстие (горловина) имеет диаметр, равный диаметру всасывающей трубы, и на фланцах скрепляется болтами с патрубком помпы. С противоположной стороны, на одной оси с горловиной, расположены сальник и подшипник упорного вала. Напорное отверстие низовой части помпы имеет прямоугольную форму и расположено в низовой части нижней половины кожуха (рис. 197).

Переход к напорному трубопроводу осуществляется от прямоугольного сечения к круглому посредством специальной железной напорной горловины. Для предупреждения изнашивания стенок кожуха его облицовывают стальной (марганцевой или хромо-никелевой) броней,

Рис. 197. Продольный разрез помпы.

Рис. 198. Приемное отверстие помпы.

имеющей отдельные части (рис. 196—198): 4 щеки, предохраняющие 2 верхних и 2 нижних стороны кожуха, и 3 донных части. Донные части устанавливаются сначала, а на них уже ставятся щеки. Вся броня крепится на

потайных болтах. Толщина брони 25—40 *мм*. Монтируется она таким образом, чтобы зазор между стенками и крылачем был равен 2—5 *мм*. При износе толстой брони ее можно сдвигать, наливая в образовавшиеся пустоты между броней и стенками раствор цемента. Диаметр

Рис. 199. Четырехлопастный крылач со слабым изгибом лопастей.

кожуха 1,7—2,5 *м*, при ширине 0,3—0,7 *м*; зазор между лопастями крылача и днищевой частью помпы равен примерно 5—10 *мм*.

Встречаются кожухи помп из клепаного железа, усиленного ребрами из уголков (рис. 199). Напорное отверстие помп направляется зачастую вверх, поэтому и помпа принимает несколько другие очертания (рис. 199). Основной принцип установки остается без изменения.

Типов помп очень много, но все они, в общем, ничем не отличаются от основного, описанного здесь типа.

Крылачи бывают различных видов: открытые, полузакрытые и закрытые, причем наиболее распространенным видом является открытый (рис. 200—201).

Крылач представляет собой чугунную, реже железную, отливку ступицы с четырьмя уголковыми лопастями. Рабочие поверхности лопастей бронируются подобно кожуху помпы. Толщина брони 25—40 *мм*. Диаметр крылача близок к диаметру кожуха, т. е. 1,5—2,2 *м* и принимается равным $3D$—$4D$ всасывающего трубопровода. Радиус изгиба лопастей обычно колеблется в пределах 400—1000 *мм* (рис. 199, 200 и 201).

Полузакрытые крылачи имеют со стороны, противоположной горловине, сплошной диск, отлитый с крыльями крылача, диаметром, равным диаметру крылача. В закрытых крылачах такой же диск имеется и с передней стороны, но с отверстием, равным по диаметру всасывающему трубопроводу.

Рис. 200 и 201. Четырехлопастный крылач.

Крылач имеет в ступице конусообразное отверстие, которым его надевают на упорный вал и укрепляют шпонкой, после чего приболчивают закрытой гайкой, навинчивающейся на нарезку вала, обратно ходу крылача. Упорный вал, на который надет крылач, испытывает максимальные осевые и вертикальные напряжения и несет нагрузку по консоли. Вертикальная нагрузка воспринимается подшипником, расположенным у задней стенки кожуха помпы (рис. 202). Герметичность и предохранение от попадания в него частиц грунта обеспечиваются специальным сальником с кожаным и бронзовым уплотнением и соответствующей набивкой. Устанавливаются также и роликовые подшипники.

Осевая нагрузка при всасывании воспринимается упорным подшипником, состоящим из трех или четырех гребенчатых колец, одетых нагорячо или выточенных на валу. Диаметр вала 150—250 *мм*, длина вала 1200—1700 *мм*. Материал — сталь. Диаметр гребенки 220—350 *мм*. Гребенчатый подшипник вынесен на 1000—1200 *мм* от кожуха помпы. Упорный вал соединяется фланцем с коленчатым валом главной машины. В дизельно-электрических землесосах передача на консольный вал часто осуществляется резиновой пассовой передачей, с соответственным передаточным числом.

Материал для изготовления крылача — чугун, упорного вала — сталь и коленчатого вала — хромо-никелевая сталь, для достижения ступенчатости в допускаемых напряжениях на перечисленные агрегаты. При попадании в помпу камней, болтов, железа иногда происходит заклинка лопасти крылача с полного хода машины. Целость коленчатого вала в таких случаях обеспечена, так как сперва должна отбиться лопасть крылача или должен свернуться упорный вал. Смена же крылача занимает

1 час, а отбитая лопасть может быть приварена в очень короткий срок. Отсюда вытекает необходимость всегда иметь на снаряде запасные крылачи и валы.

Особый вид помп представляют так называемые улиткообразные помпы. Всасывающий трубопровод у подхода к помпе раздваивается

Рис. 202. Подшипник консольного вала.

и подводит в нее смесь по спирали сразу с двух сторон. Напорный трубопровод расположен по касательной к образующей помпы. Кожух раскрывается в вертикальной плоскости на две части. Крылач — четырех- или восьмилопастный, особой конструкции, насажен на вал, опирающийся на подшипники, расположенные по бокам помпы. Диаметр крылача 500—2000 *мм*. Число оборотов 250—400 в минуту.

Для определения разрежения и напора устанавливаются вакуумметр и манометр. Первый подключен у приемного патрубка помпы и выведен в машинное отделение и на палубу к станине рамной лебедки. Второй подключен в напорной горловине или у тела помпы и также выведен в машинное отделение и на палубу.

Перед пуском помпы в ход, если она помещена полностью или частично над горизонтом воды, ее необходимо „зарядить", т. е. заполнить всю водою. Зарядка осуществляется эжектором — специальным водяным насосом.

9. Напорный трубопровод. Фланец напорной горловины помпы непосредственно соединяется болтами с напорным трубопроводом, который направляется к борту (рис. 25) и затем вдоль борта к носовой части снаряда, выходя за котельным помещением на ось судна, и по этой оси направляется опять к носу снаряда, где и присоединяется к пловучему трубопроводу.

Выходной патрубок снаружи борта снаряда снабжен двумя винтовыми растяжками (фаркоплями), прикрепленными к подводным частям бортов и удерживающими патрубок от возможных изгибов в стороны под влиянием усилий пловучего трубопровода. Патрубок имеет крышку, которой он прикрывается в нерабочее время.

Трубы напорного трубопровода железные, толщиною стенок 5—6 *мм*, и состоят из отдельных звеньев, скрепленных фланцами и снабженных люками (лазейками) для чистки. Диаметр напорного трубопровода обычно совпадает с диаметром всасывающего и колеблется от 300 до 800 *мм* (чаще всего 500 *мм*).

В вертикальной плоскости трубопровод всегда горизонтален, или имеет небольшое возвышение к выходу, для того чтобы наружный фланец был над водою.

Более эффективно направление напорного трубопровода от помпы вертикально вверх.

Затраты напора на преодоление высоты остаются такими же, как и в описанном выше трубопроводе, но зато преодоление трения происходит только на длине трубопровода, равной его высоте, а не на всей длине. После перегиба вертикально вниз трубопровод работает как сифон.

Выйдя от помпы вертикально вверх на палубу, трубопровод поднимается на высоту 5—12 *м*, поворачивается на 90 или 180° и опускается вниз до палубы, где уже переходит в пловучую часть.

Трубы укреплены специальными фермами. Диаметр нагнетательной трубы одинаков со всасывающей. В редких случаях его уменьшают по площади на 0,7—0,8 по отношению к всасывающему.

10. Дальность и высота рефулирования. Высота и дальность рефулирования грунта определяются мощностью главной машины. Для 250-кубовых землесосов техническая расчетная производительность достигается при длине трубопровода в 250 *м* и подъеме 4,0—3,5 *м*. При дальнейшем увеличении дальности рефулирования и подъема производительность падает, доходя до 100 $м^3/час$ при $l = 500$ *м* и $h = 5$ *м*.

Землесосы производительностью в 100—250 $м^3/час$ имеют нормальную одачу грунта на $l = 300$ *м* и $h = 4$ *м*, а в 250—1000 $м^3/час$ на $l = 400—600$

и $h = 4$ *м*. Некоторые мощные землесосы производительностью 1200 *м*³/*час* подают грунт на 5000 *м* при высоте подачи 12 *м*.

Для иллюстрации приведем примерную таблицу соотношений эксплоатационных характеристик землесосов.

Марка снаряда	Способ извлечения грунта	Глубина всасывания *м*	Способ работы	Грунт		Рефулер		Предельная осадка *м*
				слой *м*	род	длина *м*	высота *м*	
$\frac{ЗС\ 150}{РЧ}$	Сосун с разрыхл.	5,5—7,0	Папильонаж	0,8	Глина	200	4,0	0,8
$\frac{ЗС\ 250}{РЧ}$	Сосун с разрыхл.	5,5—7,0	Папильонаж	1,0	Глина	300	4,0	1,05
$\frac{ЗС\ 500}{РЧ}$	Сосун с разрыхл.	10,0	Папильонаж	2,5	Глина	400	4,0	1,25
$\frac{ЗС\ 1000}{РП}$	Сосун	10,0	Траншеи	3,0	Песок	500	4,0	1,45

11. Производительность. Производительность землесосов колеблется от 100 до 2500 *м*³/*час* и обеспечивается полностью на нормальных песчаных грунтах. При работе на глинистых, щебенчатых и гравелистых грунтах производительность падает в зависимости от качества грунтов до 40% от нормальной. Наиболее распространенный тип землесосов в СССР 250—400 *м*³/*час*. Наркомводом установлен тип землесосов: 150 *м*³/*час*, 250 *м*³/*час*, 500 *м*³/*час*.

12. Корпус. Корпуса землесосов имеют в большинстве случаев прямоугольное очертание в плане и изготовляются металлическими (стальными или железными), сварными или клепаными. В США часто встречаются и деревянные корпуса землесосов (рис. 203).

По месту расположения сосуна различают землесосы следующих типов: а) с положением сосуна впереди корпуса (рис. 203), б) — впереди корпуса в особой прорези („штаны") (рис. 169), в) — внутри корпуса в колодце и г) — параллельно борту снаряда.

Наиболее положительны условия для работы корпуса в первом и четвертом случаях и наиболее неблагоприятны — во втором случае.

Снаряды в большинстве случаев не самоходные, за исключением работающих в устьях рек, где они имеют винтовые движители, а также очертания корпуса, близкие к судовым. Эти снаряды почти всегда и самоотвозные, так как набирают в себя грунт для вывоза его, вместо шаланд.

Помещения для команд на речных землесосах СССР имеются внутри корпуса, главным образом для машинной команды (рис. 169), на 14—20 человек, остальные живут на брандвахте.

Встречаются землесосы, в которых вообще жилые помещения на судне отсутствуют; в землесосах же США, наоборот, надстройка на землесосе двухэтажная, в нижнем — машинные отделения, во втором — жилая палуба (рис. 204).

Рис. 203. Деревянный корпус землесоса.

Размеры корпуса весьма разнообразны и колеблются в очень широких пределах по длине и осадке: от $l = 10$ *м* и $h_1 = 0{,}3$ *м* (рис. 205) до $l = 80$ *м* и $h_1 = 2{,}50$ *м*.

Соотношение основных размеров корпуса иллюстрируется следующей таблицей.

Название землесоса	Техническая расчетная производ. $м^3$/*час*	Глубина всасыв. *м*	Корпус				Мощность глав. машины *л. с.*	Силовая установка
			Длина *м*	Ширина *м*	Высота борта *м*	Осадка *м*		
Дн. 19	150	4,5	18,6	7,0	1,85	0,7	185	Электрич.
Brahe	100	4,5	10,5	3,0	0,3	0,27	100	Дизель-электр.
Freeport	125	6,0	19,9	8,5	0,4	0,98	350	»
Волжск. 10 . . .	150	4,5	48,45	9,1	2,2	0,93	175	Паровая
Дн.-Дв. 6	260	5,0	42,5	6,39	—	0,85	250	»
Дн. 12	350	6,8	38,0	8,0	2,0	1,0	400	»
Borneo	300	7,0	39,7	8,0	0,3	0,6	450	»
Дн. 14	5 0	8,0	38,7	8,0	2,2	1,25	600	»
Шатурский . . .	500	5,0	31,2	7,5	1,6	0,75	600	Электрич.
Нью Джерси . .	700	12	80	—	—	—	4×1150	Дизель-электр.
Las Craces	750	12	44,5	10,2	1,45	1,25	2500	»
Вил ·иамс	1200	15,25	42,67	10,97	2,74	1,98	1200	Дизельн.
Tuala i.	1300	15,34	68,5	14,55	1,48	2,37	2700	Дизель-электр.
Волжск. 7	1500	—	65,43	9,7	3,1	1,75	800	Паровая
Potter	1600	7	71	15,0	3,0	1,66	1250	Дизель-электр.

13. Силовое хозяйство. Силовое хозяйство современных землесосов разделяется на следующие установки: 1) паровую; 2) дизельную; 3) дизель-электрическую; 4) электрическую. В СССР распространены паровые установки. Котлы водотрубные, судовые, числом два, поверхностью нагрева по 75—125 *м*². Один малый вертикальный вспомогательный котел площадью 15—25 *м*². Топки дутьевые, давлением 3—4 *ат*.

Рис. 204. Двухэтажный землесос.

Давление в котлах 8—18 *ат*. Подогрев воздуха до 150°, перегрев пара 350°, подогрев воды до 90°— обязателен.

Машины вертикальные двойного или тройного расширения, мощностью 250—1000 *л. с.* Расход угля 6—8 *т* в сутки. Главный коленчатый вал соединен фланцем с упорным. Машина нормально делает 220 об/мин, при форсированной работе 230—240 об/мин.

Регулировка хода крылача помпы производится регулятором главной машины. Удельный коэфициент мощности колеблется от 0,5 до 1,8, чаще всего для песчаных грунтов 1,30 и для глинистых — 1,8.

Рис. 205. Землесос для малых рек.

Соотношение основных элементов паровых установок, сведенное в таблицу на стр. 111.

Разрыхлитель вращается отдельной паровой машиной, установленной у шарнирного соединения сосуна.

Дизельная установка обычно снабжена 6—8-цилиндровыми 4-тактными бескомпрессорными двигателями Дизеля при 300—400 об/мин. Вал дизеля соединен непосредственно с валом помпы, что является нерациональ-

Марка снаряда	Опуск. сосуна м	Длина и подъем рефулера м	Мощность сосуна / разрыхл. л. с.	Мощность вспом. механ. л. с.	Поверхн. нагрева глав. котла м²	Коэф. удельн. мощности
ЗС 150 / РЧ	5,5	200 / 4,0	185 / 90	45	120	1,23 / 1,84
ЗС 250 / РЧ	7	300 / 4,0	340 / 150	70	210	1,36 / 1,96
ЗС 500 / РЧ	10	400 / 4,0	685	100	290	1,37
ЗС 1000 / РП	10	500 / 4,0	1350	135	550	1,35

ным; чаще применяют поэтому соединение эластичной или гидравлической муфтой „Вулкан". Этого рода муфты препятствуют передаче двигателю ударов и вибраций, возникающих в работе помпы, предохраняют дизель от перегрузки и допускают выключение помпы на ходу двигателя. Иногда применяется и пассовая (резиновая) передача.

Дизельные установки значительно экономнее паровых. Вспомогательные механизмы электрифицированы от генератора, обслуживаемого специальным дизелем.

Дизель-электрические установки имеют электростанцию, оборудованную двумя или четырьмя дизелями (мощностью 750—1200 *л. с.*), соединенными с мощными генераторами постоянного тока по 500—1000 kW каждый. Эти генераторы питают главный электромотор помпы. Для обслуживания вспомогательных операций и хозяйственных нужд имеются вспомогательные дизели и генераторы меньшей мощности. Все управление снарядом абсолютно централизовано и сведено в главную рубку управления.

Электрические установки питаются непосредственно от береговой проволочной сети и различаются двух видов: 1) когда напряжение главного мотора и воспомогательных механизмов совпадает с напряжением береговой линии электропередачи и 2) когда напряжения различны. В первом случае энергия передается кабелем, проложенным на специальных облегченных понтонах или реже на грунтоотводных понтонах. Во втором случае энергия сперва подается на понизительный пловучий трансформатор и затем уже воздушной или пловучей линией на машину.

Ток подается на центральную распределительную доску, на которой и централизована вся система управления.

Главный мотор обычно асинхронный трехфазного тока напряжением 380—3000 V, с ротором, регулировкой числа оборотов и с реостатом.

Мощность 100—1000 kW. Число оборотов 250—450 в минуту. Главный мотор соединен с валом помпы эластичной фрикционной муфтой или пассовой передачей, реже — непосредственно. Все вспомогательные и хозяйственные операции электрифицированы.

VIII. КОМБИНИРОВАННЫЕ СНАРЯДЫ

1. Схема устройства. Преимущества землесосов, эффективно работающих на хороших грунтах, и явные выгоды применения многочерпаковых снарядов на тяжелых грунтах, привели к устройству комбинированных снарядов, в которых имеется и черпаковое устройство и землесосная помпа с сосуном (рис. 206). Черпаковая рама установлена, как и в обыкновенных многочерпаковых снарядах, в прорези. Грунт из черпаков попадает в грунтовой колодец, разжижается и отсасывается рефулерной помпой в напорный трубопровод. Сосуновое устройство монтируется или параллельно борту, или в другой прорези, противоположной черпаковой. Грунт от сосуна поступает в помпу и далее в напорный трубопровод.

Рис. 206. Комбинированный снаряд.

2. Схема движения грунта. При работе черпаками:

а) на грунтах каменистых,— грунт захватывается черпаками, поднимается к верхнему барабану, вываливается в грунтоприемный колодец, который перекрыт клапаном (рис. 161), и затем по полотнищу клапана в лоток, по которому вываливается в шаланду;

б) на грунтах мягких,— грунт, вываливаясь в грунтоприемный колодец (не перекрытый клапаном), попадает в нижнюю часть колодца, где установлен приемник сосуна, по которому и отсасывается к помпе. Пройдя помпу, грунт направляется в напорный трубопровод, по одному из трех направлений, прямо в корму или в борта. Разветвление перекрывается клинкетами, либо устанавливается перекидной патрубок. Практикуется и подъем грунта в специальные лотки для погрузки через них в шаланды.

При работе землесосом:

грунт поступает в сосун, затем в помпу, а из помпы по указанным выше направлениям — либо в пловучий напорный трубопровод, либо (гораздо реже) через лотки в шаланду.

3. Грунтовой колодец. Грунтовой колодец комбинированных снарядов аналогичен колодцам многочерпаковых машин с рефулерной отдачей грунта. Колодец устраивается сквозной до дна снаряда. Он имеет клапан, полотнищем которого можно направлять грунт в лотки для отгрузки в шаланды (рис. 161). Примерно на уровне палубы в колодце смонтирована колосниковая решетка для задержки крупных засорок и камней при работе на рефулер.

Нижняя часть колодца имеет приемник всасывающей трубы и шахту, соединенную через борт снаряда с забортной водой, для разжижения всасываемой смеси (рис. 206).

4. Сосуновое устройство. Сосун бывает трех основных видов устройства:

1. Параллельно борту снаряда — он направлен в ту же сторону, что и черпаковая рама. Цапфы сосуновой рамы, а также шарнирный манжет (чаще всего резиновый) монтируются на специальной продольной площадке, прикрепленной к борту снаряда.

2. Параллельно борту снаряда,— сосун направлен в противоположную сторону от черпаковой прорези (рис. 206). Цапфы рамы и шарнирный манжет укреплены на продольной специальной площадке.

3. Осевое расположение сосуна. Снаряд имеет прорезь для сосуновой рамы, противоположную прорези черпакового устройства. Иногда прорезь отсутствует, а вместо нее укреплен к носовой части мостовой консольный кронштейн, на котором монтируются рама снаряда и шарнирный манжет.

Наилучшим является осевое расположение, так как оно допускает работу в мелких местах с небольшим опусканием сосуна; при бортовом же расположении работа производится только на больших опусканиях, так как граница обвала траншей должна располагаться вне днища снаряда.

Устройство сосуна такое же, как и в землесосных снарядах. Диаметр его 0,375—0,6 *м*, иногда и больше, в зависимости от производительности. Глубина опускания рамы 6 и более *м*, в зависимости от назначения землесосов и проектных глубин срезки грунта.

5. Трубопроводы: всасывающий и напорный. Различаются две линии всасывающих трубопроводов: от грунтового колодца и от сосуна. Обе эти линии подведены к всасывающей горловине помпы и подключаются к помпе, чаще всего патрубками; когда включается патрубок сосуна, выключается патрубок грунтового колодца — и наоборот.

Длина патрубка 1—1,5 *м*. Укрепление фланцевое, на болтах. Иногда оба всасывающие трубопровода подключены к помпе и имеют клинкеты для перекрытия нерабочей линии. Всасывающие трубопроводы отличаются значительно большей, чем у землесосов, длиной. Диаметр трубопроводов такой же, как и сосуна.

Напорный трубопровод имеет также патрубковые разветвления, в зависимости от того, по какому направлению намечена отдача грунта. Патрубки длиною 1—1,5 *м*. Диаметр этого трубопровода обычно равен диаметру всасывающего.

6. Производительность. В зависимости от схемы работы меняется и производительность снаряда.

При работе непосредственно на сосун производительность 150—400 *м*³/*час*; при черпаковой 150—250 *м*³/*час*. Производительность, как и метод разработки, зависят в значительной степени от качества грунта.

7. Корпус. Осадка. Корпус железный клепаный. Длина увеличена против обыкновенных многочерпаковых снарядов ввиду необходимости помещения двух машин, а также иногда и расположения сосунового устройства.

Прорезь либо одна (черпаковая), либо две (черпаковая и сосуновая).

При бортовом расположении сосуна необходимо дополнительное крепление борта, у которого монтируется на кронштейнах сосуновая площадка.

Осадка увеличена, так как дополнительная машина, сосуновое устройство, бóльших размеров котлы и другие устройства — значительно повышают водоизмещение. Длина корпуса 40—55 *м*; ширина 7,5—9 *м*; осадка 1,2—1,8 *м*.

8. Силовое хозяйство. Машин обычно две: сосуновая и черпаковая.

Сосуновая — вертикальная, двойного или тройного расширения; мощность 250—350 *л. с.* Реже — горизонтальная. Число оборотов 200—230 в минуту, что обеспечивает вакуум 25—35 *см* и напор до 1,5 *ат*.

Черпаковая машина либо вертикальная, либо горизонтальная, по мощности равна примерно 0,5 мощности сосуновой машины (т. е. 125—175 *л. с.*). Число оборотов 120—140 в минуту, что при помощи передачи шкивом на маховик верхнего барабана и зубчатой передачи на самый барабан обеспечивает прохождение 18—26 черпаков в минуту. Расход пара при работе двух машин увеличен, поэтому и размер котлов больше, чем в сосуновых или черпаковых машинах. Поверхность нагрева 140—200 *м*². Рабочее давление 8—14 *ат*. Коэфициент удельной мощности 1,8—2,8.

ГЛАВА IV

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОТВОДА ГРУНТА

1. РЕФУЛЕР

1. Пловучий трубопровод. Для отвода разжиженного грунта от корпуса многочерпакового снаряда или землесоса к месту свалки устанавливается гибкий пловучий грунтопровод. Этот грунтопровод состоит из отдельных пловучих понтонов, несущих на себе трубы, соединенные между собою либо эластичными резиновыми или кожаными манжетами,

Рис. 207—208. Металлический рефулерный понтон.

либо металлическими шаровыми соединениями. Таким образом весь трубопровод получается гибкий, что имеет большое значение при работах на течении, при волнении, поворотах, передвижении машины и т. д.

Длина пловучего трубопровода для работы 250-кубометровых снарядов, в нормальных условиях, колеблется в пределах 250—400 *м*, доходя в исключительно мощных машинах до 1750—2000 *м*.

2. Понтоны. Наиболее распространенное устройство понтона заключается в следующем: два металлических цилиндра диаметром 800—1000 *мм*, длиною 7000—10 000 *мм* и толщиною листового железа, из которого они изготовляются, 3—5 *мм*, соединяются между собой тремя парами уголков, приклепанных к стенкам цилиндров (рис. 207 и 208). Уголки распо-

ложены вертикальными полками наружу и образуют профиль, близкий к швеллеру. Цилиндры (бочки) клепаные или сварные, снабжены сферическими ($R = 250$ *мм*), коническими или реже плоскими доньями.

Царг в цилиндре 4—6. В верхней части цилиндр имеет герметически закрываемую лазейку (лаз, люк) для осмотра, ремонта и откачки воды из цилиндра. Приклепанные по образующей цилиндра уголковые соединения, не доходя 75—100 *мм* до горизонтальной его оси, поворачиваются в горизонтальном направлении и переходят к другому цилиндру. Расстояние между осями цилиндров 1200—1700 *мм*. В горизонтальной части уголков расстояние между цилиндрами заполняется деревянными прокладками (подушками), имеющими вырез для рефулерной трубы, которая удерживается хомутом, прикрепленным болтами к прокладке. На одном из цилиндров между уголками проложены такие же деревянные прокладки, служащие опорой для досок походней и стоек поручней.

Рис. 209. Соединение понтонов секторами.

С обоих концов понтона между цилиндрами установлены металлические диафрагмы, толщиною тела 7—9 *мм*, лежащие на продольных уголках (рис. 209). Наружные концы диафрагмы имеют треугольную форму и усилены специальными листами. Левая одиночная диафрагма одного понтона входит в правую двойную другого понтона. В имеющееся в диафрагмах отверстие вставляется штырь (шкворень), закрепленный чекой. Такое соединение называется „фарватерным". Оно обеспечивает легкий поворот, даже на волне, одного понтона относительно другого. Для предупреждения разрыва манжет и их смятия, а также и смятия доньев цилиндра, эти последние соединяют между собою наружными цепями, позволяющими поворачиваться понтонам в пределах угла 15—20° (рис. 208). Понтоны имеют большую остойчивость и незначительную осадку, порожние с трубой—20—30 *см*, груженые во время работы — 30—45 *см*. Грузоподъемность — 2—5 *т*. Для работ в местах постоянных больших волнений весьма часто применяют (особенно за границей) круглые дисковые понтоны, диаметром 6—8 *м* и высотою 0,7—0,8 *м* (рис. 210). По диаметру такого понтона сделана выемка, в которую кладется труба, укрепляемая хомутом (рис. 211). Между собою понтоны соединены цепями.

В США часто применяют деревянные понтоны (рис. 212), состоящие из двух поперечных колод $d = 25—40$ *см* и $l = 2—3$ *м*; эти поперечины соединены посредством болтов с продольными брусьями $l = 7—8$ *м*. Трубы лежат непосредственно на поперечинах и укреплены деревянными хомутами.

Применяются также поперечные понтоны, представляющие собой металлические цилиндры, устанавливаемые под краями 8—10-метровой трубы.

Встречаются также трубы, уложенные на деревянных четырехугольных понтонах-плашкоутах. На нескольких понтонах в бухте оборудуются площадки, снабженные шпилем, для перемещения всей бухты в процессе работ. Такие шпили устанавливаются в головной и средней частях трубопровода.

Рис. 210. Дисковые понтоны.

Для устранения непроизводительных простоев при перемещении понтона (а также и всей бухты) и сухих труб с места предыдущей свалки на последующую, а также для постепенного подъема трубопровода применяют концевые понтоны (рис. 213). Это металлические понтоны плашкоутного типа: они имеют стрелы для талей, к которым подвешиваются трубопроводы.

Рис. 211. Выемка в дисковых понтонах для укладки труб.

3. Рефулерные и сухие трубы. Трубопровод, уложенный на понтонах, состоит из отдельных металлических рефулерных труб $l = 7-10$ *м*, $b = 350-800$ *мм*, при толщине стенок 3—5 *мм*. На концах труб

имеются фланцы из угольников для соединения их болтами с соседними трубами или с манжетами, имеющими такие же фланцы. Число болтов — 16. В 250-кубометровых снарядах $l = 7$ *м*, $d = 500$ *мм* и $\delta = 5$ *мм*. Трубы клепаные или сварные. Диаметр рефулерных труб почти всегда совпадает со всасывающими.

Рис. 212. Деревянные брусчатые понтоны.

Грунтовые трубы, прокладываемые по берегу или сухой свалке — „сухие трубы" — ничем не отличаются от рефулерных; только для облегчения веса и удобства перемещения их с места на место толщина стенок берется $\delta = 3$ *мм*, при которой отдельная труба весит 170—180 *кг*.

Для меньшей водопроницаемости и потери напора в соединениях между их фланцами прокладывается специальная плетенка из старой смоленой снасти.

Рис. 213. Концевой понтон.

Сухие трубы разрешается соединять на 4—5 болтов, остальные отверстия забиваются деревянными чопиками. Вместо болтов при соединении употребляют иногда струбцины.

В США в сухих трубопроводах не всегда применяют фланцевые соединения. Труба имеет небольшую коничность (по течению смеси) и вставляется

внутрь соседней трубы с резиновым кольцевым уплотнением (рис. 214). Соединенные таким образом трубы закрепляют за боковые уши стяжками.

Износ стенок труб незначителен. Однако их следует обязательно красить снаружи для предохранения от ржавчины. Срок службы 20—30 лет. На грунтовых трубах через две на третью иногда делаются герметически закрывающиеся люки. Они служат для очистки труб от грунта при забое.

Рис. 214. Коничные трубы.

4. Лотки. Для уменьшения удара от выходящей из последней трубы (дула) струи смеси, это дуло кладется в специальный деревянный лоток прямоугольного сечения размером $l = 6$ *м*, $h = 0{,}6$ *м*, $b = 0{,}6—0{,}7$ *м*. В дне лотка следует делать от 1 до 3 треугольных (вершиной против течения) отверстий. Деревянный лоток часто заменяют металлическим полуциркульным, открытым сверху, $l = 6$ *м*, $r = 0{,}4$ *м* и $\delta = 5$ *мм*.

5. Манжеты и соединения. Для эластичного соединения рефулерных труб в горизонтальной и вертикальной плоскостях употребляются кожаные, резиновые и брезентовые манжеты, а также металлические шарнирные соединения.

а) Кожаные манжеты являются наиболее распространенными, $l = 70—120$ *см*, $\delta = 7—15$ *мм*, $d = 350—800$ *мм*. Материал — техническая, выдубленая и прожированная тюленьим жиром кожа — чепрак или полувал. Манжет склепан внахлестку из двух продольных полотнищ (пластин) двумя рядами медных заклепок $d = 5$ *мм*. Для предохранения от внешних повреждений и воспринятия внутренних давлений напора, на манжет надета металлическая сетка, укрепленная снаружи четырьмя бугелями (рис. 215), сопротивляющимися раздутию сетки.

Манжет и сетка приболчены к фланцам $80 \times 65 \times 12$ *мм*, имеющим отверстия для болтов (обычно их 16).

Кроме того, между манжетом и сеткой зажат кожаный воротник, вывернутый на вертикальную плоскость фланца. Полный вес манжета с сеткой и фланцами 20—40 *кг* в зависимости от его длины и диаметра. Срок службы на песчаных грунтах 2—3 навигации (с текущим ремонтом). Ремонт возможен путем установки заплат из кожи на медных заклепках.

Рис. 215. Металлическая сетка кожаного манжета.

б) Резиновые манжеты или рукава. Длина и диаметр такие же, как у кожаных. Рукав состоит из 8 слоев резины и брезента. Внутренний слой резины толщиною 3—4 *мм*, качества автопокрышек. Ближе к наружной поверхности, в самом теле рукава закладывается стальная спираль $d = 8—12$ *мм*, которая воспринимает усилия от внутреннего напора проходящей по трубопроводу и рукаву смеси; снаружи рукав имеет ребристую поверхность. По концам резиновые рукава имеют гладкие манжеты $l = 15—25$ *см*.

Внутрь этих манжет вставляются железные стаканы с фланцами, диаметра равного внутреннему диаметру манжета. Вставленный внутрь манжета стакан сверху на гладкой части манжета обжимается железными или чугунными бугелями. Вес резинового рукава 30—70 *кг*. Срок службы на хороших песчаных грунтах 3—2 навигации. Ремонт весьма затруднен и почти невозможен.

Рис. 216. Металлическое шарнирное соединение.

Резиновый манжет дает бо́льшие сопротивления изгибу при поворотах одного понтона относительно другого, чем кожаный, и обладает более высокой упругостью.

в) Брезентовые манжеты состоят из брезентового рукава стандартных *l* и *d*, сшитого из трех или четырех пластов брезента; внутри и снаружи такого рукава устанавливается металлическая сетка с обручами. По краям манжет сетка и брезент сболчены с фланцами. Вес 25—35 *кг*. Срок службы 0,5 навигации. Ремонт весьма затруднен.

г) Металлические стальные шарнирные соединения изготовляются по типу шарнира Гука (рис. 216), позволяющего двум соседним трубам менять угол между собою как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости.

Соединение имеет две сферы: наружную выпуклую и внутреннюю вогнутую. Усилия передаются через кольца и болты. Для устранения течи соединение имеет сальник и уплотнение резиной или кожей. Вес до 600 *кг*. Угол поворота до 12°. Срок службы 20—30 лет.

Рис. 217. Угловые патрубки.

6. Угловые патрубки. Для того чтобы изменять направление сухих труб, а иногда и пловучих рефулерных, применяют угловые металлические патрубки (рис. 217), диаметра равного диаметру основного трубопровода. Патрубки состоят из секций 15°, комбинацией которых можно изменить направление в пределах до 60—90°.

Реже применяется шиберное 60-град. разветвление; при работе одного направления другое перекрыто шибером или заслонкой на болтах к фланцу нерабочего ответвления.

7. Колбаса. В случаях, когда ощущается недостаток понтонов, на работах в гаванях, затонах и тиховодах применяется укладка рефулерных труб на понтонах без манжет. На 2 понтона обычно укладывают три трубы, причем понтоны между собою соединены только трубами. Колбаса состоит из 8—14 понтонов; она устанавливается в средней части пловучего трубопровода и расчаливается соответствующим образом на тросах.

II. ЛОНГКУЛУАРЫ И ТРАНСПОРТЕРЫ

1. Лотки лонгкулуара. Вместо обыкновенных лотков, по которым грунт сбрасывается в шаланду, в многочерпаковых машинах устраиваются лонгкулуары (длинные лотки) (рис. 218). Длина лотков колеблется от 10 до 60 *м*, что делает возможным отбрасывать грунт на достаточное расстояние от машины, в воду или на берег. Лотки имеют средний уклон 1:10 и поперечное сечение полукруглое, прямоугольное, прямоугольное с закругленными углами или трубчатое. Последние два профиля обеспечивают жесткость и наименьшее сопротивление движению смеси. Трубчатое сечение имеет люки для чистки.

Рис. 218. Стрела лонгкулуара.

Лонгкулуар состоит из отдельных звеньев, соединенных помощью фланцев болтами (рис. 218). Длина звена 2,5—5 *м*. Толщина стенок $\delta = 5—8$ *мм*. Звенья расчаливаются тросами, имеющими вантовые стяжки. Такая конструкция обеспечивает разборку лонгкулуара; на время буксировки лоток обычно целиком укладывается на козлы специального судна, так что при сборке поднятый конец точно подходит под соединение с грунтовым колодцем (рис. 218).

Наиболее рациональное возвышение конца лотка над рабочим горизонтом 6—6,5 *м*, что дает возможность сваливать грунт на берег (канальные снаряды). Во многих же снарядах конец лонгкулуара возвышается

Рис. 219. Поворотный лоток.

всего на 0,4—1,0 *м* над горизонтом воды; поэтому такими машинами грунт только сбрасывается в воду (рис. 218).

2. Стрела. Тросы, на которых подвешен лоток, укрепляются на укосной стреле. Стрела представляет собой обыкновенную уголковую

треугольную ферму, с поперечными и раскосными связями, шарнирно опирающуюся двумя ногами в особые пяты, устанавливаемые на борту снаряда; к верхней части стрелы подвешены ванты лотка и расчалены тросы, прикрепленные обычно к грунтовому колодцу или к противоположному борту снаряда. Обычно стрелы делаются на обоих бортах; в небольших же снарядах, в зависимости от необходимости отвода грунта с правого или левого борта снаряда, стрела и лотки переносятся на другой борт. Длина стрелы 6—18 *м*. Ширина между опорными ногами $1^1/_2$—6 *м*. При большом крене судна во время прохода по лотку тяжелых грунтов на вторую стрелу подвешивается груз в виде бочки с водой и песком и др.

3. Поворотная стрела. В некоторых конструкциях стрела с укрепленным к ней лотком делается поворотной на 180° (рис. 219). Верхняя опора этой стрелы шарнирно укрепляется на станине грунтового колодца снаряда, а нижняя снабжена шкивным катком, передвигающимся по одиночному рельсовому пути, проложенному по полуокружности радиуса, равного половине ширины корпуса судна. В данном случае стрела представляет Г-образную форму солидной конструкции; лоток расчален небольшими распорными стрелами и тросами. Такая стрела при буксировке устанавливается по оси снаряда и в любой момент может быть переведена с одного борта на другой.

4. Противовес. Чем больше вынос стрелы и лонгкулуара, тем больший опрокидывающий момент действует на корпус судна; кроме того, при работе момент увеличивается еще больше, так как дополнительно действует и вес разжиженного грунта. При увеличении высоты стрелы, т. е. подвешивания лотка, повышается метацентр судна. Для сохранения остойчивости и сопротивления опрокидыванию к борту, противоположному стреле, жестко укрепляется отдельный металлический понтон 4×12 *м*, с котлом и насосной установкой на нем (рис. 220). Регулируя наполнение понтона, можно исправить диферент корпуса снаряда в рабочем и нерабочем состоянии. Одновременно насос используется для подачи воды в грунтовой колодец для разжижения выброшенного из черпаков грунта.

Понтоны-противовесы обыкновенного цилиндрического и прямоугольного типа часто укрепляются для улучшения остойчивости с обоих бортов снаряда (рис. 219). Если нет понтонов, то увеличивается конструктивная ширина снаряда.

Однако такие противовесы, уширяя снаряд, делают его мало удобным для работы в узких местах. Обычно стараются поэтому противовесы устраивать внутри корпуса по обоим его бортам, в виде балластных цистерн, наполняя, по ходу работы, водою одну из них и опоражнивая в это время другую.

5. Транспортерные ленты. Вместо лотков у некоторых снарядов имеются конвейерные ленты (рис. 125). Металлическая уголковая рама транспортера снабжена двумя шкивами, на которые одета лента (рис. 125), перемещающаяся по раме на роликах. Рама расчалена вантами и имеет длину 10—30 *м*. Такая лента может подавать грунт в горизонтальном направлении и не требует дополнительного его разжижения. Ширина ленты 0,5—0,9 *м*. Высота подачи грунта от рабочего горизонта 2—3 *м*.

Рис. 220. Понтон противовеса.

Крен снаряда уравновешивается противовесом в виде груза, подвешенного с противоположной стороны снаряда (рис. 125) или соответственным уширением корпуса снаряда до 9—10 *м*.

Транспортерная лента, снабженная скребками и установленная над горизонтальным лотком снаряда (рис. 221), иногда применяется для перемещения грунта по лотку.

Лонгкулуарные и транспортерные снаряды обладают большой парусностью. Максимальная производительность таких снарядов 150—200 *м*³/*час*; они пригодны для грунтов среднего качества.

Рис. 221. Скребковая транспортерная лента.

III. ШАЛАНДЫ

1. Типы шаланд. Для отвозки грунта применяются специальные суда—шаланды. Они бывают: несамоходные и самоходные; несамоходные шаланды необходимо буксировать специальными паротеплоходами-шаландерами к месту отвала грунта, самоходные имеют двигатель для передвижения к месту разгрузки.

По способу разгрузки различают три типа шаланд: 1) с продольно открывающимся днищем, 2) с поперечно открывающимся днищем и 3) с глухим днищем.

Рис. 222. Осевые створки днища шаланды.

2. Несамоходные шаланды. Это—металлическое судно, по очертаниям близкое к обычного типа судам, имеет в средней части грунтовой ящик, ограниченный с бортов, носа и кормы воздушными ящиками, способствующими остойчивости судна, особенно в груженом состоянии. Металлические стенки грунтового ящика монтируются с уклоном к оси ящика, под углом к горизонту не меньше 35°, для лучшего его опоражнивания. Обыкновенно края грунтового ящика делаются выше палубы на 0,2—0,5 *м*. При работе на каменистых грунтах металлические стенки ящика обшивают деревянными досками для предохранения их от порчи при падении камней. Толщина стенок ящика 5—12 *мм*. Днищевая часть ящика перекрыта продольными или поперечными днищевыми створками или глухим днищем.

В шаландах с продольно открывающимся днищем створки расположены вдоль судна, параллельно его оси. Днище двустворчатое и состоит из

отдельных продольных деревянных створок 2, монтированных на металлических рамах, шарнирно укрепленных на продольных осях *1*. Оси створок проходят или в осевой части шаланды (рис. 222), или в бортовой части грунтовых ящиков (рис. 223). В закрытом состоянии створки подтянуты

Рис. 223. Бортовые створки днища шаланды.

туго на цепях *4* к опорной части и при загрузке грунтом полностью воспринимают давление от веса грунта. При ослаблении цепей, под давлением грунта створки принимают вертикальное положение, и грунт из них вываливается. Это наиболее распространенный тип затворов. Имеются шаланды с двойным рядом продольных створок (рис. 224).

Емкость шаланд этого типа 20—150 *м*³. Длина корпуса 10—50 *м*; ширина 4—10 *м*, что обеспечивает максимальную грузовую осадку 0,6—1,5 *м*.

Рис. 224. Двойные створки днища.

В шаландах с поперечными открывающимися днищами днищевые створки и оси их вращения расположены перпендикулярно к оси судна и состоят из нескольких пар деревянных полотнищ (рис. 225), имеющих длину, равную ширине днища грузового ящика. Каждая створка подвешена на цепи.

Емкость этих шаланд 20—150 $м^3$. Длина корпуса 10—50 *м*, ширина 3—8 *м*; осадка 0,6—1,5 *м*.

Плотность прикрытия створок обеспечивает наименьший просор грунта. Наличие большого количества створок и поддерживающих их цепей в шаландах с поперечным днищем требует тщательного наблюдения за плотностью закрытия люков створками, для того чтобы не вызывать в шаландах этого типа просора грунта.

В обоих типах шаланд для речных работ необходимо, чтобы дверцы в открытом состоянии не выходили за пределы габарита

Рис. 225. Шаланда с поперечными створками днища.

Рис. 226. Шаланда с глухим днищем.

днища судна, что имеет большое значение при работе на мелких свалках.

В шаландах с глухим днищем (рис. 226) створки в нижней части отсутствуют, поэтому днищевая их часть имеет обыкновенные судовые крепления, что позволяет значительно увеличить грузоподъемность шаланд.

Емкость их 50—750 *м*³. Длина корпуса 15—100 *м*, при ширине 5—12 *м* и осадке 0,75—1,6 *м*. Геометрический профиль грунтового ящика — трапецоидальный.

Шаланды обязательно снабжаются рулевым управлением.

3. Приспособления для закрытия створок. Открывание, закрывание и удержание днищ в закрытом состоянии осуществляются исключительно цепями, удерживаемыми лебедками. К днищам цепи крепятся скобами. При наличии 2—3—4 цепей, удерживающих полотнище, они соединяются между собой кольцом, и на лебедку идет уже одна цепь.

В шаландах с продольными открывающимися днищами цепь проходит через блоки, установленные на борту грузового ящика, или через блок, расположенный по диаметральной оси судна (рис. 224), и далее к лебедкам кормовой и носовой частей судна. Иногда лебедки устанавливаются и вдоль грунтового ящика, обслуживая каждую в отдельности створку.

В шаландах с поперечным днищем цепи крепятся на валу, проходящем вдоль диаметральной плоскости судна; при вращении вала от действия лебедок, стоящих в кормовой и носовой частях снаряда, цепи наматываются непосредственно на вал.

Лебедки для набирания цепей бывают ручные и гидравлические. Типы лебедок весьма разнообразны, но близки к основному барабанному, с ленточным тормозом, или типу брашпиля.

4. Самоходные шаланды. Эти шаланды отличаются от несамоходных наличием гребных приспособлений. Силовое хозяйство состоит из паро-

Рис. 227. Самоходная паровая шаланда.

вой машины (рис. 227) или дизеля, расположенных в кормовой части снаряда. Мощность двигателя 200—800 *л. с.*, что обеспечивает скорость движения 12—20 *км/час*. Емкость шаланд 200—500 *м*³. Длина 50—100 *м*, ширина 10—12 *м*, осадка 1,5—2,75 *м*. Лебедки для открытия люков обычно паровые; имеются также насосы для вымывания грунта из грунтовых ящиков.

5. Шаландеры. Для отводки несамоходных шаланд служат специальные пароходы-шаландеры. Это обыкновенные буксирные пароходы, винтовые или колесные, 150—200 *л. с.* Шаландеры должны иметь минимальную осадку, позволяющую им свободно проходить по мелким местам свалки грунта и обладать достаточной поворотливостью. При работах на слабом течении применяются мотокатеры и мотолодки мощностью до 60—90 *л. с.*

IV. ШАЛАНДОРАЗГРУЖАТЕЛИ

1. Типы шаландоразгружателей. Для разгрузки глухих шаланд на берег и подачи грунта из шаланд в полезные профили применяют снаряды — шаландоразгружатели, отгружающие грунт различными способами. Основными типами шаландоразгружателей являются:

1. Рефулер, разжижающий грунт в шаланде, затем отсасывающий его с помощью помпы и подающий далее по напорному трубопроводу на берег.

2. Элеватор (многочерпаковая нория), отгружающий грунт непосредственно на берег (иногда через бункеры).

3. Храп (или грейфер), забирающий ковшом грунт из шаланды и перемещающий его посредством катящейся тележки по консольному балочному пути.

4. Комбинированные разгружатели, представляющие собой комбинацию элеватора и храпа или транспортера.

2. Рефулер. Устройство рефулера аналогично землесосу. Корпус снаряда (рис. 228) — металлический прямоугольный. К одному из бортов

Рис. 228. Рефулер.

снаряда укреплены металлические консольные краны, поддерживающие всасывающий трубопровод, который посредством блоков опускается на глубину 1—3 *м* от рабочего горизонта (т. е. до дна шаланды). Наконечник сосуна обычно расширенного типа. Грунт отсасывается помощью центробежной помпы, которая последовательно подключена с напорной помпой для последующего нагнетания грунта по пловучему и сухому трубопроводу. Помимо главных помп имеются также одна или две вспомогательные для подачи воды в шаланду и разжижения грунта. Напорный трубопровод для подачи воды имеет две ветви, самостоятельно укрепленные на консольном кране, или же одиночную ветвь, укрепленную совместно со всасывающим трубопроводом. Наконечники нагнетательных труб — конические.

Отсосанный грунт подается с противоположного борта снаряда на берег (рис. 229) на большую длину — до 3000 *м* — и высоту (до 12 *м*) и употребляется для различных береговых земляных работ. Диаметр трубопровода ~ 500 *мм*. Производительность 50—1000 $м^3$ в час. Двигатели паровые или дизели. Машин — две, по числу главных помп. Нагнетатель-

Рис. 229. Выемка грунта рефулером из шаланды.

ная водяная помпа вращается этими же установками, реже приводится в действие самостоятельной машиной.

Рефулеры обычно устанавливаются у берега, и к ним для опорожнения подводят шаланды (рис. 229). По мере отгрузки шаланды, ее продвигают постепенно вдоль борта снаряда.

Рис. 230. Поперечный элеватор.

3. Элеватор. Различают одно- и двупонтонный поперечный и одно- и двупонтонный продольный элеваторы. Элеватор представляет собой судно с установленной на нем черпаковою цепью, при помощи которой грунт вынимается из шаланды.

В поперечных элеваторах черпаковая рама расположена перпендикулярно к диаметральной плоскости судна. Шаланда подводится к речному борту снаряда, в нее опускается конец черпаковой рамы и начинается отгрузка грунта путем вращения черпаковой цепи. В однопонтонных элеваторах грунт отводится на расстояние 10—20 *м* от оси выгрузки. Для увеличения длины подачи грунта делают больший вынос цепи; для сохранения остойчивости судна элеватор снабжается вторым меньшим понтоном — противовесом (рис. 230), и тогда он носит уже название двупонтонного.

Второй понтон жестко соединен с основным металлическими фермами. Разгружающиеся шаланды устанавливаются между понтонами и передвигаются вдоль судна, по мере разгрузки. Длина подачи 15—35 *м*; высота подачи 10—20 *м*.

Черпаковая цепь имеет фиксированный шлейф путем установки второго нижнего барабана. Длина шлейфа равна ширине дна шаланды. Число черпаков 15—40, а реже и 60.

Черпаки шире и мельче, чем у обыкновенных землечерпательниц. Емкость черпака 0,1—0,3 $м^3$. Скорость движения цепи 25—40 *м* в минуту. Грунт из черпаков вываливается в лоток, по которому попадает или непосредственно в перевозочные средства, или же в бункер (рис. 230), из которого грузится уже в средства передвижения. В однопонтонном продольном элеваторе описанная выше черпаковая цепь снаряда устанавливается в специальной прорези, а в двупонтонном — между понтонами, куда

Рис. 231. Продольный элеватор.

и заводится для разгрузки шаланда (рис. 231). Высота подачи грунта 8—12 *м*; производительность 50—300 *м*³/*час*. Грунт в продольных элеваторах отгружается поперечными транспортерами.

4. Храповой разгружатель. Храповой снаряд обычно двупонтонный. Понтоны связаны между собою металлической рамой, поддерживающей одновременно консольный рельсовый путь (рис. 232—233). Величина выноса консоли 20—25 *м*. По рельсовому пути ходит тележка, к которой подвешен самоопорожняющийся храп или обыкновенный грейфер.

Рис. 232—233. Грейферный разгружатель.

Производительность храпового разгружателя 100 *м*³/*час* при емкости ковша 1—1,5 *м*³. Шаланда вводится между понтонами, и грунт забирается из нее непосредственно храпом (или грейфером).

5. Комбинированные разгружатели. В комбинированных разгружателях подъем грунта из шаланды осуществляется черпаковой цепью, а отгрузка на берег — транспортерами или храпами. Поэтому различают разгружатели транспортерно-черпаковые и храпово-черпаковые. В свою очередь, как первые, так и другие делятся на поперечные и продольные.

Транспортерно-черпаковый поперечный снаряд имеет два понтона, снабженные поперечной многочерпаковой цепью (рис. 31). Поднятый

Рис. 234. Храпово-черпаковый поперечный элеватор.

черпаками грунт помощью небольшого лотка попадает на транспортерную ленту и уже по ней отгружается на берег. Поперечная длина подачи 50—80 *м*.

Транспортерно-черпаковый продольный снаряд, подобно предыдущему, имеет два понтона; черпаковая цепь расположена вдоль пон-

Рис. 235. Храпово-черпаковый продольный элеватор.

тонов между ними, куда и заводятся для опорожнения шаланды. Грунт, вываливаясь из черпаков, попадает на поперечный транспортер, которым подается на берег. Дальность подачи до 100 *м*.

Храпово-черпаковый поперечный снаряд состоит из двух понтонов, на которых смонтирована поперечная черпаковая цепь (рис. 234). На береговом борту снаряда установлена стрела, на которую расчалена металлическая ферма, снабженная двумя рельсовыми путями с храповыми подвесными тележками на каждой. Храповые тележки грузятся и отгружаются поочередно; когда одна разгружается, другая стоит под нагрузкой. Тип храпа самоопрокидывающийся, с тележкой, катящейся по специальному рельсовому пути. Дальность подачи 25—35 *м*.

Храпово-черпаковый продольный снаряд имеет два понтона с продольной черпаковой рамой (рис. 235). Грунт помощью лотка, вываливаясь из черпаков, грузится поочередно то в один, то в другой храп. Самоопрокидывающийся храп подвешен к тележке, катящейся по рельсам, укрепленным на консольной ферме. Ферма металлическая, расчалена тросами на стрелах. Длина подачи 40—75 *м*. Производительность комбинированных разгружателей достигает 200 $м^3$/*час*.

ГЛАВА V

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗЕМСНАРЯДОВ

I. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СНАРЯДОВ ПО ПРОРЕЗИ

1. Лебедки. Большинство землечерпательных снарядов перемещается по прорези посредством тросов и цепей, выбираемых и травимых лебедками. Концы тросов или цепей снабжены якорями различного веса, в зависимости от величины снаряда, течения, назначения троса и т. д. Якоря употребляются одно- и двулапые — реже четырехлапые. Вес якорей от 25 *кг* до 1 *т*.

Рабочих тросов или цепей на снаряде шесть (рис. 236): передний становой или авантовый *7*, задний становой или анарье *8*, правый передний папильонажный или правый носовой *3*, левый передний папильонажный или левый носовой *5*, правый задний папильонажный или правый кормовой *4* и левый задний папильонажный или левый кормовой *6*.

Рис. 236. Схема расположения тросов.

Тросы стальные, проволочные, оцинкованные, диаметром 12—32 *мм*, в зависимости от назначения троса. Примерно таков же диаметр и цепей. Становой передний трос имеет длину до 800 *м*, задний — 500 *м*, папильонажные — 150—250 *м*.

Наиболее употребительный диаметр станового переднего троса 26—32 *мм*; папильонажных 19—22 *мм*.

Цепи имеют большой вес, отличаются трудностью оперирования с ними, большой стоимостью, легкостью разрыва, возможностью запрядания (заскакивания звеньев) и проскальзывания по барабану.

Тросы имеют значительные преимущества, — меньший вес, меньшую стоимость, легкость оперирования с ними, компактность и т. д.

Оперирование цепями и тросами производится помощью лебедок, имеющих барабаны. Барабаны для цепей обычно небольшого диаметра — ребристые (рис. 237). Цепь, идущая от якоря, оборачивается вокруг такого барабана два-три раза и затем идет в цепной ящик.

Рис. 237. Ребристый барабан цепной лебедки.

Рис. 238. Тросовый барабан лебедки.

Тросовые барабаны значительно проще, они имеют форму катушки с вертикальными стенками (рис. 238); такие барабаны полностью вмещают на себя до 800 *м* троса.

Для правильного попадания на барабан цепь или трос проходят через ролики, установленные на палубе снаряда. Угол перелома в таком случае близок к 60°.

Лебедки, выбирая тросы, преодолевают следующие усилия, действующие на снаряд: 1) усилие от срезывания грунта, направленное под углом к диаметральной плоскости судна; 2) усилие от действия течения, направленное параллельно элементарным силам течения и приложенное к центру тяжести подводной площади судна, перпендикулярной к направлению течения; 3) усилие от сопротивления движению снаряда в воде, приложенное к центру тяжести подводной площади, перпендикулярной направлению движения; 4) сила инерции движущихся масс, приложенная в центре тяжести судна, и 5) равнодействующая давления ветра.

Рис. 239—240. Схема расположения лебедок.

Кроме этих усилий, лебедки преодолевают усилия жесткости троса или цепи и сопротивление от потерь на трение при прохождении через ролики.

Расчетное тяговое усилие для становых лебедок 5,5—20 *т*, для папильонажных 3—6,5 *т*.

Лебедки расположены на палубе снаряда по различным схемам (рис. 239—240), из коих наиболее употребительная схема *а*, когда спа-

Рис. 241. Спаренная передняя папильонажная лебедка.

рены носовые — становая и папильонажная (или две папильонажные) и строёны все кормовые.

Чаще всего передняя становая лебедка — одиночная: она имеет стальную отливку фундамента, габарита 1300 × 1800 *мм*. Паровая машина — горизонтальная двухцилиндровая 20—30 *л. с.* с диаметром цилиндров 150 *мм* и ходом поршня 200—250 *мм*. Передача движения на барабан производится помощью зубчаток с передаточным числом 20—30. Лебедка имеет передний, задний и холостой хода и тормозное приспособление (ленточным тормозом).

Спаренная передняя папильонажная лебедка (рис. 241) с горизонтальной двухцилиндровой паровой машиной 15—25 *л. с.*; диаметр цилиндра 140—150 *мм*, ход поршня 200—220 *мм*.

Передача зубчатая при передаточном числе 25—40. Каждый из барабанов имеет отдельное включение, холостой, задний и передний хода, а также и тормозные приспособления.

Задняя строённая лебедка имеет горизонтальную двухцилиндровую паровую машину 15—25 *л. с.* с диаметром цилиндра 150—160 *мм* и ходом поршня 250 *мм*. Передача зубчатая, с передаточным числом 20—40. Каждый из барабанов имеет отдельное включение.

Ниже приведены примерные мощности лебедок снарядов различной производительности:

Потребная мощность *л. с.* / Название лебедки	Производительность снарядов в $м^3$					
	50	100	150	250	500	1000
Передняя становая	5,75	8,8	11,7	21,2	25,4	39,6
Носовая папильонажная .	4,9	8,0	14,3	21,4	32,0	48,0
Кормовая становая	3,65	5,75	7,5	13,7	17,0	25,4
Кормовая папильонажная .	3,2	5,1	9,2	16,1	24,2	36,72

Все лебедочные паровые машины отличаются недостаточным коэфициентом полезного действия. Значительно выше стоят по использованию электромоторы; поэтому наиболее эффективными являются электрифицированные лебедки, с электромоторами, питающимися от дизельного или турбинного генератора. Система управления лебедками в таком случае централизована.

Рис. 242. Блочные сваи.

В устарелых типах земснарядов встречаются централизованные лебедки с передачей движения от главного коленчатого вала машины путем шестеренок и фрикционных муфт на отдельные лебедки; эта конструкция громоздка и имеет большое количество движущихся передаточных механизмов, а следовательно и неизбежных при этом потерь.

Для подъема сосуновой или черпаковой рамы употребляются специальные рамовые лебедки. В некоторых типах снарядов они установлены на палубе снаряда и представляют собой обыкновенные одиночные паровые

Рис. 243. Блочные сваи с шарнирной рамой.

лебедки. Трос проходит через полиспастовые блоки на станине и раме снаряда.

Более компактным является устройство рамовой лебедки непосредственно на малой станине снаряда, поддерживающей раму. Двухцилиндровая вертикальная паровая машина 8—15 *л. с.* передает движение червячной

Рис. 244. Блочные сваи с решетчатыми стойками.

передачей на зубчатку, соединенную с барабаном подъемного троса (рис. 170). Число оборотов машины 300—320, при диаметре цилиндров 120 *мм* и ходе поршня 120 *мм*. Лебедка имеет кулисное переключение переднего и заднего ходов.

2. Сваи. Сваи представляют собою металлические или деревянные (из твердых пород дерева) столбы квадратного, прямоугольного или круглого сечения. Длина свай определяется глубиной разработки грунта снарядом.

Для лучшего проникновения свай в грунт они оковываются стальными башмаками, а при илистых грунтах опорными подушками.

Сваи располагаются в кормовой части снаряда и поднимаются посредством блоков, укрепленных на сваях и свайной раме. Трос закреплен на верхней части свайной рамы и пропущен через блок сваи (рис. 244), затем он проходит через блок рамы и идет на лебедку.

При таком креплении свайная рама должна иметь высоту, обеспечивающую полный подъем сваи. Свайные рамы бывают вертикальные стационарные (рис. 242), шарнирно наклонные (рис. 243) и решетчатые (рис. 244). При креплении свай тросами не за верхнюю часть, а за середину, — свайные рамы делают значительно меньшей высоты (рис. 245).

Рис. 245. Блочные сваи с пониженной рамой.

В корпусе снаряда сваи удерживаются специальными гнездами с обоймами (рис. 246).

Погружение сваи в грунт производится оттормаживанием барабана, т. е. силой собственной тяжести.

Свай обычно две, причем расположены они в большинстве снарядов на корме, на перпендикуляре к диаметральной плоскости судна (рис. 247). Вращение землесоса осуществляется попеременно около каждой сваи путем травления и выбирания носовых папильонажных тросов (свайный папильонаж). Срезаемые полосы грунта в плане эксцентричны по отношению к оси движения снаряда, так как центры вращения смещены по отношению к оси. Результатом такой работы являются пропуски между снятыми полосами грунта. Более совершенный способ свайного папильонажа — свайные круги. Две кормовые сваи (рис. 248) закреплены в особом кругу-барабане, вращающемся относительно корпуса снаряда.

Такое устройство позволяет при любой подаче оставлять центр вращения круга-барабана на оси прорези (рис. 249). Пропусков почти нет. Осью вращения снарядов служит барабан.

Подвешивание свай в этом случае осуществляется шарнирно наклонными рамами (рис. 250).

Рис. 246. Гнезда свай в кор. усе снаряда.

Рис. 247. Свайный круговой палисадник.

Рис. 248. Свайный палисадник.

Рис. 249. Свайный круг.

Рис. 250. Подвеска свай в свайном круге.

Ширина разрабатываемой прорези помощью свайного папильонажа равна:

$$P = 2\,D \sin \frac{\alpha}{2},$$

где D — расстояние между центром вращения снаряда и серединой разрыхлителя, α — центральный угол.

II. СОСТАВ ЗЕМЛЕЧЕРПАТЕЛЬНОГО КАРАВАНА

1. Землечерпательный караван. Необходимыми элементами землечерпательного каравана являются: 1) землечерпательный снаряд; 2) брандвахта; 3) грунтоотводные приспособления: понтоны или шаланды, судно

Рис. 251—253. Деревянная лайба для угля.

под лоток; 4) суда для топлива, судно-склад; 5) завозни для завозки якорей; 6) разъездные лодки; 7) обслуживающий снаряд пароход или мотокатер.

2. Брандвахта. Речные земснаряды не могут поместить на себе полностью всей команды, поэтому для проживания большей ее части, а также для соблюдения нормальных бытовых условий, устраиваются брандвахты — жилые суда.

В зависимости от количества проживающих на брандвахте, она имеет различные размеры корпуса. Обычно длина корпуса 40—50 *м*, ширина 5—10 *м*, осадка 0,6—0,9 *м*. Корпус деревянный, железный или композитный. Надстройка на корпусе надпалубная — деревянная. Система каютная; каюты одно, двух и четырехместные. Кроме жилых помещений брандвахта имеет: столовую, камбуз, красный уголок, амбулаторию, канцелярию, сушилку для одежды, умывальную и душ и т. д. Отопление паровое или печное. Освещение электрическое или керосиновое. Такая брандвахта вмещает 50—60 человек, т. е. полную команду каравана.

Иногда подобного рода надстройка сооружается непосредственно на снаряде, представляя собой его второй этаж (рис. 204).

3. Суда для топлива. Для доставки и хранения топлива при караване обычно применяются непаровые суда различной грузоподъемности и конструкции, в зависимости от сорта топлива.

Для угля и дров используются 75—200-тонные деревянные суда (лайбы, дровяники-углярки), которых у снаряда 1 — 2, в зависимости от дальности расположения топливных складов. Размеры лайб: длина 20—30 *м*, ширина 5 — 8 *м*, осадка полным грузом 0,7—1 *м* (рис. 251—253). Размеры судов для топлива различны и находятся в зависимости от предельного запаса его на судне. Для жидкого топлива используются железные наливные суда (нефтянки, керосинки) емкостью 75—500 *т*.

Перегрузка топлива из лайб и из нефтянок ведется непосредственно на снаряд; при больших судах, при невозможности держать их под бортом, производится дополнительная перегрузка на завознях или понтонах.

4. Завозни для якорей. Для завозки якорей с тросами или цепями, их подъема для перевозки на новое

Рис. 255. Становой бот.

место укладки, применяются деревянные небольшие суда-завозни (дубы, рабочая шестерка). Завозни почти всегда несамоходные, шестивесельные (рис. 254). Размеры завозней разнообразны и зависят от веса якорей и тросов. Наиболее употребительны завозни таких размеров: 1) длина 16 *м*, ширина 3,25 *м*, высота борта 1,1 *м*; 2) длина 13,5 *м*, ширина 2,5 *м*, высота борта 0,9 *м*; 3) длина 9 *м*, ширина 1,75 *м*, высота 0,7 *м*. Осадка завозни в груженом состоянии 0,3—0,7 *м*.

В средней части завозни устраивается деревянная площадка-помост для укладки тросов, якорей и буев. Подъем и вытаскивание якоря производится ручной лебедкой или шпилем, установленным на этой площадке.

Трос от якоря проходит через крамболу (бушвар, бушприт), установленную в носовой части завозни и снабженную на конце шкивом (блоком), благодаря чему диферент при подъеме якоря в носовую часть абсолютно безопасен. Завозней на снаряде 3 шт.

Дабы становая цепь не касалась дна впереди снаряда, под нее подводят деревянные бревенчатые плоты, специальные деревянные понтоны

Рис. 254. Завозня.

или килевые боты, снабженные на носу и на корме роликами для прохождения цепи (рис. 255).

5. Разъездные лодки. Для обслуживания снаряда, производства промеров и т. д. употребляются мелкие четырех- и двухвесельные шлюпки. Число их на снаряде от 3 до 5.

Основные размеры:

1) $l = 8{,}0$ *м*	$b = 1{,}8$ *м*	$h = 0{,}7$ *м*
2) $l = 6{,}5$ „	$b = 1{,}55$ „	$h = 0{,}55$ „
3) $l = 4{,}5$ „	$b = 1{,}3$ „	$h = 0{,}5$ „

Зачастую на одной из таких лодок устанавливается небольшой мотор 3—4,5 *л. с.* для промеров и местных разъездов.

ГЛАВА VI

ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ЗЕМСНАРЯДОВ

I. ГРЕЙФЕР

1. Объем ковша. Объем ковша грейфера:

$$J = \frac{Q\,1000}{z\,\eta},$$

где J — объем ковша в литрах,
Q — производительность снаряда *м³/час*,
z — число подъемов в час,
η — коэфициент наполнения ковша,
Q колеблется в пределах 20—120 *м³/час*,
η для легких грунтов — 0,9,
для песка и гравия — 0,8—0,9,
для камня — 0,5—0,85,
z зависит от высоты и скорости подъема и от твердости грунта и находится по формуле:

$$z = \frac{3600}{t_1 + t_2 + \frac{h}{v_s} + \frac{h}{v_h} + \frac{l\pi\alpha}{180\,v_d}},$$

где v_d — окружная скорость лебедки 2—3 *м/сек*,
v_h — скорость подъема 0,3—0,5 *м/сек*,
v_s — скорость опускания 0,8—1,0 *м/сек*,
t_1 — время до удара ковша в грунт в сек.,
t_2 — время до опорожнения ковша в сек.,
l — расстояние выгрузки от крановой оси в *м*,
α — угол действия стрелы до 150°,
h — высота подъема ковша в *м*.

Для нахождения скорости подъема употребительна также формула, решенная относительно v_h

$$v_h = \frac{h}{\frac{3600}{z} - \left(t_1 + t_2 + \frac{h}{v_s} + \frac{l\pi\alpha}{180\,v_d}\right)}.$$

2. Мощность машины. Расчетная максимальная мощность развивается при подъеме нагруженного ковша и равна

$$N = \frac{(J\gamma_1\eta + g)v_h}{\eta_m 75}.$$

где N — мощность в *л. с.*,

J — объем черпака в *л*,

γ_1 — удельный вес грунта,

η — коэфициент наполнения ковша,

g — вес грейфера — черпака и троса (или цепи) в *кг*,

η_m — коэфициент полезного действия машины (колеблется в зависимости от типа машин от 0,9 до 0,75).

3. Котлы. При расчете принимают, что на 1 *л. с.* мощности должно приходиться 0,4—0,5 $м^2$ поверхности нагрева котла.

4. Пример расчета. *Задание*: Грейфер должен давать в час 25 $м^3$ песку, удельного веса 2; глубина выемки 10 *м* от рабочего горизонта, высота подъема 3,5 *м* от рабочего горизонта. Расстояние разгрузки от оси крана 9 *м*, число экскаваций — 45.

а) Объем ковша:

$$J = \frac{Q \cdot 1000}{z\eta} = \frac{25 \cdot 1000}{45 \cdot 0{,}8} = \sim 700\ л.$$

б) Скорость подъема:

$$V_h = \frac{h}{\frac{3600}{z} - \left(t_1 + t_2 + \frac{h}{v_x} + \frac{l\pi z}{180 \cdot v_d}\right)} =$$

$$= \frac{13{,}5}{\frac{3600}{45} - \left(20 + 5 + \frac{13{,}5}{0{,}8} + \frac{9\pi 150}{180 \cdot 2{,}5}\right)} = \sim 0{,}48\ м/сек.$$

в) Мощность машины:

$$N = \frac{(J\gamma_1\eta + g)v_h}{\eta_m 75} = \frac{(1000 \cdot 2 \cdot 0{,}8 + 2500)0{,}48}{0{,}75 \cdot 75} = \sim 35\ л.\ с.$$

г) Котлы:

Площадь нагрева,

$$P = 35 \cdot 0{,}45 = \sim 18\ м^2.$$

II. МНОГОЧЕРПАКОВЫЕ СНАРЯДЫ

1. Черпак. Объем черпака:

$$J = \frac{Q}{\eta \cdot 60 \cdot \frac{v}{2l}},$$

где J — объем черпака в $м^3$,

Q — производительность многочерпакового снаряда $м^3/час$,

η — коэфициент наполнения черпака,

v — скорость движения черпаковой цепи *м/мин*,

l — длина звена в *м*,

$\frac{v}{2l}$ — число черпаков в минуту,

η для песка — от 0,8 до 0,95,
для глея, ила, глины — 0,9—1,1.

Сила, действующая на переднюю режущую кромку черпака,

$$T_c = \frac{P_ц R}{R + \frac{a}{2} + C},$$

где $P_ц$ — натяжение цепи,

R — радиус круга, вписанного в многоугольник граней нижнего барабана,

a — ширина звена черпаковой цепи,

C — вылет черпака от оси звена.

Максимальное усилие воздействия на режущую кромку:

$$T_0 = qT_c,$$

где q — запас прочности.

Напряжение в козырьке черпака на разрыв:

$$K_z = \frac{T_0}{F},$$

где F—площадь сечения козырька.

2. Черпаковая цепь. Натяжение цепи:

$$P_ц = \frac{M}{R},$$

где M — крутящий момент на валу верхнего барабана,

R — плечо силы, т. е. радиус круга, вписанного в многоугольник граней верхнего барабана.

Крутящий момент:

$$M = 716\,200 \frac{N_i}{n} \eta_1 \eta_2 \eta_3,$$

где N_i — индикаторная мощность машины,

n — число оборотов вала верхнего барабана,

η_1 — коэфициент полезного действия машины ($\sim 0{,}9$),

$\eta_2 \eta_3$ — коэфициент полезного действия ременной и зубчатой передач от машины к верхнему барабану ($\sim 0{,}95$).

При четырехгранном барабане, 18 черпаках в минуту и 9 оборотах в минуту:

$$P_ц = 60\,470 \frac{N_i}{R}.$$

3. Верхний барабан. Диаметр вала (рис. 256):

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi}},$$

где $$W = \frac{M_c q}{k},$$

Рис. 256. Верхний барабан.

где M_c — сложный момент,

k — разрушающий груз,

q — коэфициент прочности.

Сложный момент:

$$M_c = 0{,}35M_1 + 0{,}65\sqrt{M_1^2 + M_d^2}.$$

Изгибающий момент:

$$M_1 = Tx.$$

Крутящий момент:

$$M_d = P_1 \frac{E}{2}.$$

Сила T:

$$T = P_1 + Q - S.$$

Сила P_1 находится из уравнения

$$S = \frac{P_1}{2}x + \frac{P_1}{2}y + Qv.$$

Диаметр шейки вала:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{32W_1}{\pi}},$$

где

$$W_1 = \frac{M_{c_1}q}{k};$$

$$M_{c_1} = 0{,}35M_2 + 0{,}65\sqrt{M_2^2 + M_d^2};$$

$M_2 = Qt$ (изгибающий момент в шейке).

4. Нижний барабан. Диаметр вала (рис. 257):

Рис. 257. Нижний барабан.

$$d_н = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi}},$$

где: $W = \frac{M_1 q}{k}$;

$$M_1 = Sx.$$

Сила

$$S = \frac{Ry}{z}$$

и

$$R = P_c + K_c = 1{,}5\,P_c.$$

Диаметр шейки вала:

$$d_{н_1} = 0{,}8\,d_н.$$

Длина оси:

$$l_{н_2} = 1{,}25\,d_н.$$

5. Мощность машины

$$N_i = \frac{Q}{270}L[(\gamma_1 - \gamma)t + \gamma_2 h],$$

где N_i — мощность машины в *л. с.*,
Q — часовая производительность в $м^3$,
γ_1 — удельный вес грунта,

γ — удельный вес воды,
γ_2 — удельный вес мокрого грунта,
t — наибольшая глубина черпания в *м*,
h — высота верхнего барабана над рабочим горизонтом в *м*,
L — полезное действие машины и черпаковых устройств.

Значение L для различных грунтов и производительности определяется из таблицы:

Производительность *м³/час*	Род грунта		
	мелкий песок	крупный песок и глина	ил
До 30	—	песок 5 глина 7	4
„ 100	6	5	4
„ 300	5	4	3
Свыше 300	4	4—3,5	3

Мощность машины распределяется между отдельными процессами работ так:

35% — преодоление трения механизмов,
25% — на отделение грунта,
40% — на подъем грунта.

6. Котлы. Для больших землечерпательниц поверхность нагрева котлов принята 0,3—0,35 *м²* на 1 *л. с.*; на средних земснарядах 0,4—0,5 *м²* на 1 *л. с.*

7. Водоизмещение. Водоизмещение корпуса земснаряда со всем вспомогательным оборудованием:

$$D = (LB - L_s B_s)\, T\delta\gamma_2,$$

где L — длина земснаряда по ватерлинии в *м*,
B — ширина земснаряда в *м*,
L_s — длина прорези в *м*,
B_s — ширина прорези в *м*,
T — осадка земснаряда в *м*,
δ — коэфициент полноты судна,
γ_2 — удельный вес воды.

8. Пример расчета. Земснаряд должен давать 120 *м³* песку с удельным весом: сухого — 1,8, мокрого — 2, с 8-*м* глубины; $\gamma = 1{,}02$ (вода).

а) Объем черпака:

$$J = \frac{Q}{\eta 60 \frac{v}{2l}} = \frac{120}{0{,}7 \cdot 60 \cdot \frac{18}{2 \cdot 0{,}53}} = 0{,}17\ м^3.$$

б) Число черпаков в минуту:

$$\frac{18}{2 \cdot 0{,}53} = 17.$$

в) Мощность главной машины:

$$N_i = \frac{Q}{270}[(\gamma_1 - \gamma)t + \gamma_2 h]L = \frac{120}{270}[(1{,}8 - 1{,}0)8 + 2 \cdot 7]5 = \sim 45 \text{ л. с.}$$

г) Водоизмещение.

Принимаем размеры земснаряда с обеспечением жилья на 9 человек и угольными ямами на 20 *т*:

$$L = 30 \text{ м}; \quad B = 6 \text{ м}; \quad H = 2{,}65 \text{ м}; \quad T = 1{,}7 \text{ м}.$$

Длина прорези = 13,53 *м*,

Ширина прорези = 1,57 *м*,

$$D = (LB - L_s B_s)\, T\delta\gamma = (30 \cdot 6 - 13{,}53 \cdot 1{,}57)\, 1{,}7 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}0 = \sim 247 \text{ т}.$$

Такому водоизмещению удовлетворяет:

Вес корабля $= (LB - L_s B_s)\, HC_s = (30 \cdot 6 - 13{,}53 \cdot 1{,}57)\, 2{,}65 \cdot 280 =$
$= 118\,000$ *кг*.

Снаряжение	$= (30 \cdot 6 - 13{,}53 \cdot 1{,}57) \cdot 2{,}65 \cdot C_A = 424 \cdot 35{,}5 =$	15 000 *кг*
Лебедки	$424 \cdot 20 =$	8280 „
Черпаковая машина	$N_i C_м = 45 \cdot 145 =$	6525 „
Котлы	$H_w C_k = 36 \cdot 200 =$	7200 „
Вспомогательные черпаковые устройства	$QC_g = 120 \cdot 290 =$	34 800 „
Уголь		20 000 „
Вода в цистернах, котлах и трубах		12 000 „
		221 805 *кг*
Водоизмещение		247 000 „

$$\begin{array}{r} 247\ т \\ -\ 221{,}8 \\ \hline \end{array}$$

Необходимый балласт . . . . 25,2 *т*

III. ЗЕМЛЕСОС

1. Высота нагнетания

$$H = \frac{V^2}{C} \quad \text{или} \quad V = \sqrt{HC},$$

где V — окружная скорость крылача в *м/сек* (не меньше чем 10 *м/сек*),

C — коэфициент, зависящий от рода грунта, входящего в смесь:

C для легких грунтов = 18,

C для тяжелых грунтов = 22.

$H = H_1\gamma_c + H_2$,

где H_1 — высота нагнетания в *м*,

γ_c — удельный вес пульпы,

H_2 — сумма потерь в нагнетательном трубопроводе в *м*.

Удельный вес пульпы определяется

$$\gamma_c = \frac{\gamma_1 + n\gamma}{1 + n},$$

где γ_1 — удельный вес сухого грунта,
n — число частей воды на одну часть грунта (объемную),
γ — удельный вес воды.

2. Глубина всасывания. Глубина всасывания (рис. 258),

$$h_b = t(\gamma_c - \gamma) + h\gamma_c,$$

Рис. 258. Схема всасывания.

где t — глубина опускания сосуна в воду в *м*,
h — высота максимального подъема оси всасывающей трубы над рабочим горизонтом в *м*.

3. Крылач

а) Ширина крылача помпы (рис. 259):

$$b = \frac{q}{(d\pi - ze)v_в},$$

где q — количество поднимаемой смеси в $м^3/сек$,
d — диаметр всасывающего патрубка в *м*,
$e = \frac{2}{3} f$; f — ширина крыла крылача по диаметру патрубка в *м*,
$v_в$ — входная скорость смеси в помпу в *м/сек*,
z — число крыльев крылача.

б) Диаметр крылача:

$$D = \frac{60\,v}{\pi n},$$

где v — окружная скорость крылача в *м/сек*,
n — число оборотов крылача в минуту.

Рис. 259. Схема крылача.

4. Всасывающая труба. Диаметр всасывающей трубы:

$$d_в = 2\sqrt{\frac{q}{\pi v_{вс}}},$$

где q — количество всасываемой смеси в $м^3/сек$,
$v_{вс}$ — скорость всасывания *м/сек* (2—3 *м/сек*).

5. Нагнетательная труба. Диаметр нагнетательной трубы:

$$d_н = 2\sqrt{\frac{q}{\pi v_н}}.$$

где q — количество нагнетаемой смеси в $м^3/сек$,
$v_н$ — скорость нагнетания в $м/сек$ (2,5—3,5 $м/сек$).

6. Мощность машины

$$N_н = \frac{Q(n+1)(h+H)1000}{60 \cdot 60 \cdot 75\eta} = \frac{Q(n+1)(h+H)}{\eta 270},$$

где Q — производительность в $м^3/час$,
n — число частей воды (по объему) на 1 часть грунта,
h — полная глубина всасывания (показания вакуумметра на всасывающем трубопроводе в $м$ водяного столба),
H — высота нагнетания в $м$ (показание манометра на напорном трубопроводе в $м$ водяного столба),
η — коэфициент полезного действия землесоса, каковой равен 0,95—0,80

при чем: $\eta = \eta_п - \eta_м$,
где: $\eta_п$ помпы $= 0{,}6—0{,}9$,
$\eta_м$ машины $= 0{,}7—0{,}95$.

7. Котлы. Поверхность нагрева котлов принимается 0,3—0,5 $м^2$ на 1 *л. с.*

8. Водоизмещение. Учитывая размеры прорези,

$$D = LBT\delta\gamma,$$

где δ — коэфициент полноты с учетом прорези.

9. Пример расчета.

Задание. Землесос должен давать 250 $м^3/час$ песку с удельным весом 1,8 с глубин 10 $м$.

а) Расчет помпы.

Ось всасывающей трубы помпы расположена на 1,2 $м$ от рабочего горизонта; наивыгоднейшая смесь принята: 1 часть песку и 3 части воды; удельный вес воды — 1,02.

Удельный вес смеси:

$$\gamma_c = \frac{\gamma_1 + n\gamma}{1+n} = \frac{1{,}8 + 3 \cdot 1{,}02}{1+3} = 1{,}215.$$

Глубина всасывания:

$$h_в = t(\gamma_c - \gamma) + h\gamma_c = 10(1{,}215 - 1{,}02) + 1{,}2 \cdot 1{,}215 = 3{,}41\ м.$$

Высота напора:

$$H = \frac{v^2}{c} = \frac{18^2}{20} = 16{,}25\ м.$$

Диаметр крылача:

$$D = \frac{60v}{\pi n} = \frac{60 \cdot 18}{\pi 220} = 1{,}6\ м.$$

Ширина крыльев (рис. 259):

$$b = \frac{q}{(d\pi - z\varepsilon)v_в}; \quad q = \frac{4 \cdot 250}{3600} = 0{,}277\ м^3/сек;$$

$$b = \frac{0{,}277}{(0{,}43\pi - 4 \cdot 0{,}075)0{,}85} = 0{,}31\ м.$$

б) Всасывающий и напорный трубопроводы:

$$d = 2\sqrt{\frac{q}{\pi v_{вс}}} = 2\sqrt{\frac{0,277}{\pi \cdot 2,2}} = 0,4\ м.$$

Скорость всасывания и напора равны.

в) Мощность машины:

$$N_n = \frac{Q(n+1)(h+H)}{\eta 270} = \frac{250(3+1)(3,41+16,25)}{0,6 \cdot 0,7 \cdot 270} = 173\ л.с. \sim 175\ л.с.$$

г) Мощность вспомогательных механизмов:

1 передняя лебедка для станового и двух папильонажных якорей	30 *л. с.*
1 задняя лебедка для станового и двух папильонажных якорей	30 „
1 рамная сосуновая лебедка	20 „
1 донка	9 „
1 динамомашина	7 „
Одновременно могут работать 1 передняя лебедка на становой и один папильонажный якорь	20 „
1 донка	9 „
1 динамомашина	7 „
1 рамная сосуновая лебедка	20 „
	56 *л. с.*

д) Котлы:

Поверхность нагрева $175 + 56 = 231$ *л. с.*

$$231 \cdot 0,4 = 92,4\ м^2.$$

е) Водоизмещение

$$L = 35\ м;\quad B = 7\ м;\quad H = 3,6\ м;\quad T = 1,85;$$

$$L_{пр} = 16\ м;\quad B_{пр} = 1\ м.$$

$D = (35 \cdot 7 - 16 \cdot 1)\,1,85 \cdot 0,69 \cdot 1,02$ . . . . . $= 298$ *т*

Вес:

1) корабля $= (35 \cdot 7 - 16,1)\,3,6 \cdot 170 = 827 \cdot 170$ . .	141 *т*
2) инвентарь и оборудование $827 \cdot 25$	20,7 „
3) лебедки $827 \cdot 15$	12,4 „
4) главная машина $175 \cdot 160$	28,0 „
5) вспомогательные механизмы $16 \cdot 120$	1,9 „
6) вспомогательное сосуновое оборудование $250 \cdot 40$.	10,0 „
7) Котлы $92,4 \cdot 215$	19,9 „
8) Запас угля	20,0 „
9) Вода в котлах, трубах и цистернах	20,0 „
Всего . .	273,9 *т*
Необходимый балласт $298 - 273,9$	24,1 *т*

ГЛАВА VII

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ ЗЕМЛЕЧЕРПАТЕЛЬНЫМИ СНАРЯДАМИ

I. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ ЗЕМЛЕЧЕРПАТЕЛЬНОГО СНАРЯДА

1. Горизонты. При производстве землечерпательных работ проектная глубина прорези исчисляется от некоторого условного горизонта среднего или наинизшего из низких — либо по ближайшему водомерному посту, либо по перекатному водпосту. Этот горизонт называется нормально-срезочным горизонтом; к нему также относятся все планы съемок изыскательских партий (рис. 260).

Рис. 260. Схема горизонтов.

Рабочим горизонтом называется естественный горизонт воды, определяющийся высотою стояния на данный момент. Естественный горизонт реки постоянно изменяется, достигает максимального подъема весною при паводке и падает до низкого предела (весьма близкого в маловодные годы к нормально-срезочному горизонту) в летний, меженний период.

Толщина слоя воды между рабочим и нормально-срезочным горизонтами называется срезкой (h).

Исчисление проектных глубин от нормально-срезочного горизонта обеспечивает наличие нормированных глубин на перекатах даже при падении рабочего горизонта до нормально-срезочного (т. е. когда срезка равна нулю).

Оба эти горизонта имеют относительные (и абсолютные) отметки водпоста, по которым они наблюдаются, причем нуль рейки водпоста в большинстве случаев располагается ниже нормально-срезочного горизонта (рис. 260); таким образом отсчеты, относящиеся к указанным горизонтам, лежащим выше нуля, имеют положительные отметки (+). Вниз от нуля идут отрицательные отметки (—), на каковых расположены дно переката, проектное дно, дно траншеи и т. д.

Рис. 261. Схема нулей водпостов.

Расположение нуля рейки однако не всегда соответствует вышесказанному; встречается часто расположение нулевого горизонта выше рабочего (0_2) и выше нормально-срезочного (0_1) (рис. 261). В соответствии с этим отметки нормально-срезочного и рабочего горизонтов могут быть и отрицательными (со знаком минус).

Существует три вида нахождения нормально-срезочного горизонта на перекатах (рис. 262):

Рис. 262. Схема нормально-срезочных горизонтов на перекатах.

а) Водомерные посты расположены по реке на большом расстоянии (100—150 *км*) друг от друга, перекаты не имеют нивелировочных реперов; нормально-срезочный горизонт принимается тогда стабильным горизонтальным — на половине расстояния как вверх, так и вниз по реке от водпоста.

Все перекаты, захваченные этой зоной, приводятся к единому центральному водпосту. Уклон реки здесь не учтен, — отсюда излишнее углубление на верховых перекатах и недоработка низовых перекатов. Планы перекатов получаются также искаженными.

б) Метод интерполяции. Между двумя смежными основными водпостами проведена прямая, соединяющая абсолютные отметки нормально-срезочных горизонтов. Все перекаты отнесены к отметкам на этой прямой, интерполированным по расстоянию перекатов. Ошибки как в изыскании, так и в разработке перекатов при мягких продольных профилях не велики.

в) Метод физических наблюдений. Каждый перекат или группа ближайших перекатов (2—3) имеет свой водпост. По одновременным наблюде-

ниям над горизонтами выведены по каждому перекатному водпосту нормально-срезочные горизонты (в абсолютных отметках), к которым и приводятся как планы изысканий, так и расчетные горизонты землечерпания.

Таким образом горизонты на всех перекатах привязаны к водпостам, т. е. и к абсолютным отметкам.

2. Нормированные и проектные глубины. Для каждого плеса реки устанавливается максимально возможная по технической вооруженности пути глубина, которая должна обеспечиваться землечерпанием или другими мерами даже при наибольшем падении горизонтов в межень. Эта глубина учитывается от нормально-срезочного горизонта и является допустимым минимумом при падении глубин на перекатах, обеспечивающим бесперебойное судоходство и использование тоннажа.

Для различных плесов, рек и бассейнов задаются различные нормированные глубины, подсчет которых зависит от гидрологического режима плеса или реки. Нормированные глубины задаются с точностью до 5 *см* и по абсолютным цифрам колеблются в широких пределах даже для одной реки; в верховых участках они меньше, в низовых—больше.

Обеспечение точности подводных работ зависит от многих факторов, поэтому при задании на работы землечерпательным караванам дают обычно багермейстерский запас по глубине, который, будучи сложен с нормированной глубиной, дает проектную глубину.

Запас этот колеблется от 10 до 20 *см* в зависимости от вида разрабатываемых грунтов, гидрологического режима перекатов и типа снаряда.

Проектная глубина (от нормально-срезочного горизонта)

$$K = H_{нор} + h_{зап},$$

где $H_{нор}$ — нормированная глубина,

$h_{зап}$ — багермейстерский запас.

Глубина, измеренная на перекате до работы земснаряда от рабочего горизонта, определяет положение дна переката до работы; наименьшая глубина, обнаруженная в момент обмера переката бакенщиком, вывешивается на сигнальных перекатных мачтах данного переката.

При разработке переката на проектную глубину получается новая глубина, определяющая положение нового проектного дна, при работе черпаковых снарядов представляющая плоскую поверхность, а при работе землесосных снарядов траншейным способом состоящая из гребней между траншеями, в непродолжительное время сглаживающихся течением (рис. 260).

3. Ширина прорези. Ширина прорези зависит от величины обращающихся судов, а также от режима плеса. Проектная ширина прорези — это ширина ее на проектном дне. Наиболее часто встречающиеся грунты на перекатах — песчаные, они дают подводные откосы, весьма близкие к 1:2, поэтому весьма легко определить ширину прорези между бровками, т. е. по дну переката.

При производстве работ землесосами траншейным способом прорезь состоит из одной или нескольких траншей, сумма проектных ширин которых дает общую ширину прорези (рис. 260)

$$B = b_1 + b_2 + \ldots + b_n,$$

где B—проектная ширина прорези в *м*, b_1, b_2, b_3, ... b_n — проектная ширина отдельных траншей.

Наиболее часто применяемые ширины прорезей при работе различными снарядами: 24—40—72 *м*.

4. Глубина опускания рамы. Опускание рамы от рабочего горизонта (рис 260).

а) для черпаковых снарядов

$$H = h_{ср} + K_{пр} = h_{ср} + H_{нор} + h_{зап},$$

где H — глубина опускания рамы в *м*,
$h_{ср}$ — срезка в *м*,
$K_{пр}$ — проектная глубина в *м*,
$H_{нор}$ — нормированная глубина,
$h_{зап}$ — багермейстерский запас.

б) для сосуновых снарядов при работе траншеями

$$H = h + K + l,$$

где l — переуглубление, при работе траншеями, в *м*.

При различном, как указано выше, положении нуля рейки, h и K будут иметь следующие выражения (рис. 261):

	0	0_1	0_2
h	$a - b$	$a + (-b) = a + b$	$(-b) - (-a) = b - a$
K	$b + (-d) = b + d$	$(-d) - (-b) = d - b$	$(-d) - (-b) = d - b$

где a, b и d — относительные отметки горизонтов от нуля рейки водпоста.

Для траншей — l зависит от ходовых ширин прорези и количества траншей и имеет следующие постоянные значения при подводных откосах 1:2

Число траншей	Ширина прорезей в *м*								
	12	16	18	20	24	28	30	36	40
1	3	4	4,5	5	6	7	7,5	9	10
2	1,5	2	2,25	2,5	3	3,5	3,75	4,5	5
3	1,0	1,33	1,5	1,66	2	2,33	2,5	3,0	3,33
4	0,75	1,0	1,12	1,25	1,5	1,75	1,87	2,25	2,5

5. Площадь прорези и кубатура. Для исчисления предварительной площади и объема прорези при определении задания земснаряду следует пользоваться следующими геометрическими данными (рис. 260).

Площадь профиля прорези подсчитывается:

а) для черпаковых снарядов как обыкновенная трапеция, откосы которой зависят от качества грунта; для песчаных—1:2

$$\omega_{черп} = \frac{B + B_1}{2} h' \text{ м}^2,$$

где h' — толщина срезаемого слоя грунта,

B_1 — ширина прорези по дну переката в *м*;

б) для сосуновых

$$\omega_{сосун} = \frac{B + B_1}{2} h' + \omega_{переугл} \text{ м}^2,$$

где $\omega_{переугл}$ — площадь переуглубления в $м^2$:

при одной траншее

$$\omega_{переугл} = \frac{lB}{2}$$

при двух траншеях

$$\omega_{переугл} = \frac{l_1 \cdot 0{,}5\,B}{2} \cdot 2$$

при трех траншеях

$$\omega_{переугл} = \frac{l_2 \cdot 0{,}33B}{2} \cdot 3$$

при четырех траншеях

$$\omega_{переугл} = \frac{l_3 \cdot 0{,}25B}{2} \cdot 4,$$

и т. д.

При умножении полученных площадей на среднюю длину прорези L получаем ориентировочный проектный объем прорези

$$V_{прор} = \omega_{черп \text{ или } сосун} \; L,$$

где $V_{прор}$ — объем прорези в $м^3$.

Для ориентировочного определения проектной площади прорези в плане на проектной глубине пользуются обыкновенным геометрическим построением:

а) для черпаковых снарядов:

$$P = B \cdot L,$$

где P — площадь прорези в плане в $м^2$,

B — проектная ширина прорези в *м*,

L — средняя длина прорези в *м*.

б) для сосуновых:

$$P = BL,$$

где $B = b_1 + b_2 + \ldots + b_n$.

6. Задание на работу. Задание на работу землечерпательного каравана состоит из плана переката (или подлежащего разработке места) и технического задания.

План обычно составляется изыскательской партией в изобатах, отнесенных к нормально-срезочному горизонту данного переката.

Кроме нанесения на плане всех положенных инструкцией обозначений, привязок и ситуаций, план съемки должен обязательно иметь координатную сетку, привязанную к опорным пунктам переката и облегчающую топографическое сравнение конфигурации переката, прорези, свалок и т. д.

Для выполнения задания на плане обозначается:

а) положение предполагаемой к разработке прорези;

б) поперечные створы: контрольные и, если требуется, створы начала и конца работ;

в) место свалки грунта (если оно помещается в пределах плана).

Текст задания, написанный отдельно от плана или непосредственно на полях плана, должен содержать в себе:

а) количество траншей при работе землесосами или ширину прорези (если она не показана на плане) при работе черпаковыми снарядами;

б) глубину опускания рамы (черпаковой или сосуновой);

в) глубину, с которой следует начинать прорезь и на которую следует выходить в конце работ;

г) способ удаления грунта с указанием: 1) при отвозе грунта шаландами — места свалки и дальности отвоза грунта, 2) при отводе грунта рефулером — стороны свалки грунта, места расположения и формы свалки, 3) при отводе грунта кулуаром — характера свалки (двусторонняя или односторонняя), стороны свалки (при односторонней работе) и порядка свалки (при разносторонней работе);

д) время, в течение которого должны быть окончены работы (т. е. нормы производительности и использования времени);

е) особые обстоятельства работ, если таковые имеются.

Положение прорези на плане, с последующим закреплением в натуре, определяется путем нанесения ее геометрической оси, одной из сторон или обоих краев, за которые снаряд не должен выходить во время работы.

План и задание заблаговременно направляются на земснаряд, дабы командир каравана мог заранее ознакомиться с техническими условиями предстоящей работы.

Порядок передачи задания таков: руководитель землечерпания непосредственно на планшете изыскательской партии наносит все необходимые элементы задания и его текст, после чего план переката печатается и направляется на земснаряд; по нанесении задания на планшет производится разбивка осей и закрепление их на берегу переката на видном месте створными знаками.

7. Разбивка задания на месте работ. Створы. Направление всех проектных линий до прихода на работу землечерпательного каравана разбивается в натуре изыскательской партией и закрепляется солидными кольями с соответствующими надписями. Для сохранности колья обсыпаются конусами земли.

Все точки разбивки обычно связываются с магистральными ходами или поперечниками; на плане они обозначаются условно, с указанием взаимного расстояния (рис. 263).

Рис. 263. Разбивка створов.

Створы различают: 1) продольные, для обозначения оси, кромок или одной кромки прорези, и 2) поперечные, для определения положения снаряда, контроля за продвижением его по длине прорези и для более точного определения начала и конца работ. Прибывший на работу землечерпательный снаряд отыскивает точки створов и выставляет возле них вешки, определяющие направление

Рис. 264. Ночные створы.

Рис. 265. Вспомогательные створы.

створов на большие расстояния. В ночное время к створным вехам ставятся или подвязываются фонари по 2 на каждый створ, — фонарь передней вехи ниже, фонарь задней выше, для возможного совмещения створа (рис. 264).

В случаях, когда продольные створы приходятся вдоль реки или пересекают берег на большом расстоянии от места работы снаряда, разбивают пловучие створы, точки которых закрепляются на берегу вспомогательными створами (рис. 265).

В отношении движения снаряда на работе продольные створы различают передние и задние.

Таким образом при наличии всех створов положение и размеры прорези на местности вполне определены, как определены места начала и окончания работ, имеющие большое значение для подсчета объема вынутого грунта, длины прорези и т. д. В случаях, когда необходимы подчистки входа и выхода прорези, разбивают также и дополнительные створы для этих подчисток (рис. 266).

Рис. 266. Разбивка подчистки прорези.

II. СБОРКА, УЧАЛКА И БУКСИРОВКА ЗЕМЛЕЧЕРПАТЕЛЬНОГО КАРАВАНА

1. Принципы учалки. Учалка судов и всех приспособлений, входящих в состав землечерпательного каравана, для следования его на значительное расстояние, должна производиться с соблюдением следующих принципов:

а) суда каравана должны быть сгруппированы таким образом, чтобы гидравлическое сопротивление движению всего каравана было наименьшим;

б) суда более тяжелые (имеющие большой тоннаж) должны помещаться впереди более легких;

в) учалка судов в направлении, перпендикулярном к движению (к оси судов), должна быть сделана возможно жестче, а в направлении, параллельном движению (оси судов), достаточно свободной, для облегчения изгиба каравана на поворотах;

г) наружные очертания каравана и размеры должны быть наиболее удобны в судоходном отношении;

д) при группировке судов в караване должна быть предусмотрена наименьшая потеря времени при учалке перед буксировкой и при установке снаряда по приходе его на место работ;

е) сообщение между отдельными единицами каравана при буксировке должно быть достаточно удобным.

В отношении деталей учалки следует принять следующие замечания:

а) черпаковая рама перед буксировкой поднимается лебедкой достаточно высоко, чтобы черпаковая цепь не провисала ниже корпуса снаряда; в таком случае под раму закладывают деревянный брус, опирающийся на борта прорези;

б) сосун при буксировке поднимается в горизонтальное положение;

в) для удобства сборки понтоны делятся на меньшее число лент, исходя из наибольшей допускаемой длины воза.

2. Место и средства для учалки. Сборка и учалка каравана должны производиться по возможности вне судового хода, за косой, под ухвостьем осередка и т. д., чтобы не препятствовать судоходству, и в местах, где грунт дна удобен для якорной стоянки; сборка каравана для сокращения времени делается заблаговременно по частям: сперва счаливаются все вспомогательные суда, которые пароходом подводятся к снаряду или, наоборот, к счаленному каравану вспомогательных судов подводится и с ними счаливается снаряд.

Для учалки судов применяют пеньковые снасти (смольные, реже бельные) окружностью 6—15 *см*, а также стальные оцинкованные тросы $d = 12 - 20$ *мм*.

После учалки и подготовки всего каравана к буксировке буксирный пароход подходит к головному судну и подает буксирный трос, который закрепляется на буксирных кнехтах. Если для буксировки каравана подается трос со снаряда (становой или папильонажный), то его также пропускают через буксирные кнехты, а не берут непосредственно с лебедки.

Учалка буксира чаще всего производится на „усах", т. е. главный буксир раздваивается на оба борта головного судна (буксир с „больной"). Длина буксира при буксировке вверх 75—200 *м*, в зависимости от участка реки, и 50—120 *м* при буксировке вниз.

На хвостовом судне или понтонах обязательно необходимо иметь цепь, длиною 25—100 *м*, для торможения хвоста при опасных крутых поворотах судового хода.

3. Схема учалки. Схема учалки зависит от особенностей данного плеса и от технических условий буксирования каравана (т. е. направления, расстояния и т. д.).

Наиболее тяжелые возы—это комбинированные снаряды, так как при них наравне с рефулерными понтонами приходится буксировать также шаланды, шаландеры и т. д. Рассмотрим буксировку этих типов снарядов:

а) Буксировка против течения на большое расстояние (рис. 267).

Снаряд Б установлен впереди воза прорезью вниз, брандвахта Г в паровку с шаландой В, затем в паровке шаланды и угольные суда Д, Е и в хвосте — понтоны З, у кормы которых — вахтенный дуб и шлюпка. Общая длина воза 300—325 *м*.

б) Буксировка против течения на малое расстояние (рис. 268).

Снаряд прорезью вверх в паровке с брандвахтой; понтоны непосредственно вслед за снарядом, и к ним учалены паровки вспомогательных судов.

Длина воза 200—225 *м*, но ширина увеличена против схемы *а*. Преимущества — быстрота сборки и расчалки.

в) Буксировка по течению (рис. 269).

Основное условие — достижение меньшей длины воза. Снаряд в голове, прорезью вверх, счален с брандвахтой и шаландой; за ним понтоны, учаленные с паровками вспомогательных судов. Общая длина воза 200 — 210 *м*.

г) Буксировка вверх отдельными частями („сибровка") (рис. 270).

В случае маломощности буксирного парохода или невозможности проводки на малых реках длинного и широкого воза, разделяют воз на

Рис. 267. Учалка комбинированного каравана при буксировке против течения на большое расстояние

Рис. 268. Учалка комбинированного каравана при буксировке против течения на малое расстояние

Рис. 269. Буксировка комбинированного каравана вниз по течению.

две или несколько частей. Снаряд с брандвахтой, углянкой и шаландами — один воз. Понтоны и остальные шаланды со вспомогательными судами — другой воз. Длина каждого воза 125—175 *м*. При буксировках других типов снарядов уменьшается количество буксируемых единиц, схемы же в общем остаются такими же.

Рис. 270. Буксировка комбинированного каравана против течения отдельными частями.

Рис. 271. Буксировка лесосплавного каравана против течения по узкому фарватеру.

Рис. 272. Буксировка землесосного каравана вниз по течению на большое расстояние.

Особенности учалки землесосных караванов:

а) при буксировке вверх по узкой реке на большое расстояние (рис. 271): снаряд в голове, прорезью вниз; за ним брандвахта, а за ней понтоны в паре с лайбами. Длина воза 275—325 *м*, ширина 10—15 *м*.; б) буксировка вниз на большое расстояние (рис. 272): снаряд в голове, в паровке с брандвахтой; за ним понтоны в паре с угольными лайбами. Длина воза 225—275 *м*, ширина 15—20 *м*.

4. Учалка при самоплаве. Самоплав снаряда допускается в исключительных случаях, только при переходе на малые расстояния (1—2 *км*).

При самоплаве учалка производится — отдельно снаряд с понтонами или грунтоотводными шаландами, и отдельно брандвахта и вспомогательные суда, причем:

а) перемещение вниз выполняется самоплавом на тросах с якорями, перекладываемыми по мере использования длины тросов;

б) перемещение вверх,— помощью тех же якорей и тросов, завозимых завознями вверх против течения.

III. УСТАНОВКА КАРАВАНА НА МЕСТЕ РАБОТ

1. Расчаливание каравана. Вслед за приходом на место работы землечерпательный караван устанавливается на якорь или раму (черпаковую или сосуновую) вблизи начального пункта работ, по возможности не стесняя фарватера. Затем немедленно приступают к расчаливанию его путем отводки вспомогательных судов и приспособлений, ненужных при работе снаряда (брандвахта, запасные лайбы и т. д.). Если снаряд буксировался назад рамой, то его разворачивают на специальном якоре — для установки прорезью против течения.

До прихода каравана на место работ стараются заблаговременно разбить все заданные рабочие створы, для чего на мотокатере или на попутном буксирном пароходе высылается специальная команда. Если ни того, ни другого средства нельзя использовать, то разбивка створов производится немедленно по приходе на место работ.

Рис. 273. Установка многочерпакового снаряда.

2. Завозка якорей и установка снарядов. а) Многочерпаковые снаряды. Передний становой якорь (рис. 273) завозится впереди снаряда на полную длину станового троса, но не ближе 200 *м* к снаряду. Якорь необходимо укладывать вне пределов судового хода, а если в крайнем случае он укладывается в трассе судового хода, то якорь (исключительно однолапый) должен иметь над собою запас воды до дна максимальной осадки судна не менее двойной глубины на перекате. Якорь должен быть обязательно снабжен буем с буевой снастью.

Задний становой якорь закладывается с носовой части снаряда, по направлению, противоположному переднему становому якорю.

Боковые папильонажные якоря, сперва передние, а затем задние, завозятся с расчетом укладки таковых на 30—50 *м* от краев прорези

и на 30—50 *м* впереди выхода тросов с бортовых роликов при исходном положении снаряда (рис. 274).

б) Землесосные снаряды (без разрыхлителей) (рис. 275) при траншейном способе работ.

Становой якорь завозится вперед на максимальную возможную длину троса для уменьшения его перекладок. Передние и задние папильонажные

Рис. 274. Схема работы папильонажных тросов.

Рис. 275. Схема установки землесоса.

якоря завозятся вперед значительно дальше, чем в многочерпаковых снарядах, ориентировочно на 0,5 длины L серии траншей ($L = \sim 200—250$ *м*), с расчетом, чтобы они оставались сзади на ту же длину 0,5 L.

Конец (головка) бухты рефулера поднимается возможно выше сосуна землесоса, ориентировочно также на 0,5 L, чтобы сократить перестановки бухты, и в соответствии с заданием. При сильном течении бухта удерживается еще дополнительным якорем, идущим от середины ее длины у конца изгиба.

Рис. 276. Схема установки землесоса при работе вниз по течению.

Рис. 277. Установка экскаватора.

в) При работе вниз по течению (рис. 276).

Схема завозки якорей остается прежней, но задний становой якорь завозится на минимальную длину, а папильонажные смещаются незначительно вверх, с расчетом продвижения вниз по течению. Бухта крепится дополнительными якорями для удержания правильного изгиба.

г) Одночерпаковые снаряды (экскаваторы) (рис. 277).

Для лучшего сопротивления снаряда отталкивающему действию черпака и более удобной подводки и нагрузки шаланд экскаваторы устанавливаются черпаком вниз по течению, укладывая при этом один задний становой якорь и четыре папильонажных, с учетом продвижения снаряда вниз по течению.

Во всех случаях завозка якорей производится следующим образом: на завозню укладывается трос (или цепь) с присоединенным к нему якорем, буевой снастью и буем; другой конец троса закреплен на снаряде. При стравливании с завозни полной длины троса, по мере приближения к месту укладки, сбрасывается с завозни и якорь с буем. Передвижение завозни производится вручную шестью гребцами, а на местах с быстрым течением, как правило, завозни должны буксироваться мотором, баркасом или пароходом, производившим буксировку снаряда.

Рис. 278. Установка рефулера при помощи шпиля на концевом понтоне.

Рис. 279. Установка рефулера при помощи канифас-блока.

3. Установка рефулера. Когда разложены папильонажные и становые якоря, приступают к установке рефулера, которая производится:

а) при помощи паровых лебедок снаряда и шпиля на концевом понтоне (рис. 278). Головка рефулера сперва подтягивается паровой лебедкой к борту снаряда, а затем по специально завезенному тросу с якорем оттягивается посредством шпиля вверх против течения и в сторону;

б) при помощи паровых лебедок снаряда и канифас-блока, укрепленного на установленной на якоре завозне (рис. 279);

в) при помощи мелко сидящего парохода, баркаса или мотора головка непосредственно буксируется к месту установки.

Заведенная головка рефулера крепится обыкновенно на двух якорях (рис. 275): бухтовом становом и бухтовом отломном,— последний служит для снятия присыпанных понтонов с мели.

ГЛАВА VIII

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ЗЕМЛЕЧЕРПАТЕЛЬНЫМИ СНАРЯДАМИ

I. ВЫЕМКА ГРУНТА ЭКСКАВАТОРОМ.

1. Производство работ. Экскаваторы применяются с большой эффективностью на твердых и тяжелых грунтах, но могут работать и на всех других видах грунтов.

Они используются для разработки перекатов, расчистки гаваней, скалистых выемок, рытья глубоких котлованов, выемки свай и подводных препятствий, подъема затонувших судов, их разборки и т. д. Устанавливаются они почти всегда вниз по течению — для большего сопротивления судна отталкивающему действию черпака.

Рис. 280. Схема работы экскаватора траншеями.

Когда подводная площадь, подлежащая углублению, мала и очертание ее не выходит за пределы радиуса действия черпака, работа снаряда производится, при неизменном его положении, путем передвижения черпака по углубляемой площади. При углублении значительных площадей снаряд должен менять свое первоначальное положение путем установки на новые стоянки, без определенной системы, с расчетом углубить заданную площадь при минимальном количестве перестановок (рис. 280), или же работы ведутся, как и на перекатах, траншеями, в пределах ширины которых грунт снимается правильными, расположенными по части круга, полосами (рис. 281). Снаряд в последнем случае передвигается последовательно из одной траншеи в другую, вырабатывая постепенно грунт из секции каждой траншеи. Когда разработана по ширине траншея, производится подача вперед, и начинается предыдущий цикл с проходом в обратную сторону (рис. 282).

2. Угол последовательного поворота стрелы. Извлечение грунта в пределах траншеи производится посредством последовательных захватов грунта черпаком, идя по дуге круга, радиусом, равным расстоянию от центра вращения поворотной платформы до зубьев черпака в момент захвата грунта (рис. 283).

При одиночном снимаемом слое угол последовательного поворота стрелы

$$\alpha = \frac{b \cdot 180^\circ}{\pi R},$$

Рис. 281. Поперечный профиль при работе экскаватора траншеями.

Рис. 282. Схема работы экскаватора на больших площадях.

где b — ширина черпака в *м*,

R — радиус работы в *м*.

При снятии грунта m слоями

$$\alpha = \frac{b \cdot 180^\circ}{\pi R m},$$

где m — число снимаемых слоев.

Практически этот угол колеблется в пределах 2—7° и равен перемещению на ширину черпака минус 0,10—0,25 *м* запаса на перекрытие (рис. 283). Максимальный угол работы стандартных экскаваторов близок к 200°. Этот угол достигается только при отвалке грунта, так как усилия при отрывании грунта делают опасной устойчивость снаряда при боковом захвате грунта; поэтому угол захвата практически равен 0,5 угла отвалки,

$$\beta = 0{,}5\gamma,$$

где β — угол захвата,

γ — угол опорожнения.

Рис. 283. Разработка траншеи последовательными захватами черпака.

3. Подача вперед и переуглубление. Когда закончена поперечная разработка одной или целой серии траншей, производится подача снаряда вперед.

Величина подачи в *м*

$$l = \sqrt{2(S + H_0)h_0},$$

где S — возвышение центра вращения рукояти на стреле над горизонтом воды в *м*,

H_0 — проектная глубина выработки в *м*,

h_0 — переуглубление, равное $H - H_0$, где H — глубина опускания рукояти в *м* (в частном случае H_1, H_2 и т. д.).

Переуглубление

$$h_0 = \frac{l^2}{2(S + H_0)}.$$

В случаях, когда разработка траншеями ведется вдоль оси траншей, сперва разрабатывается первая траншея на 3—5 стоянок, затем снаряд переходит на вторую и т. д.

4. Ширина траншеи. Максимальная ширина траншеи зависит от R и от рабочего угла захвата грунта (рис. 284).

Так,

$$b = R \sin \beta,$$

где: R — радиус работы в *м*,

β — угол захвата в градусах.

Практически ширина траншеи колеблется между 10—15 *м*.

5. Равномерность выработки. При работе экскаватора впереди черпака и по бровкам прорези обязательно получается нагреб (рис. 281), который особенно значителен и опасен на каменистых грунтах, поэтому проработка прорези ведется с увеличенной длиной, для того чтобы продукты нагреба могли быть свалены на глубину вне прорези под проектное дно.

Рис. 284. Максимальная ширина траншей.

Реже перед окончанием прорези производят увеличенное переуглубление, в которое с противоположной стороны, повернув снаряд на 180°, сбрасывают излишне нагребенный грунт.

6. Разборка различных препятствий судоходству. Экскаватором пользуются для подъема карчей, разборки старых гидросооружений, тюфяков, выемки свай, разборки затонувших судов и т. д.

Карчи поднимаются путем врезывания в них зубьев ковша; старые береговые обделки и тюфяки разбираются как обыкновенный тяжелый грунт.

Сваи либо ломаются путем последовательных ударов черпака, либо поддеваются зубьями и вытаскиваются целиком из грунта.

Затонувшие суда обычно разбиваются на части, причем лом корпуса сам всплывает на поверхность; возможна также разборка и железных корпусов.

II. ВЫЕМКА ГРУНТА ГРЕЙФЕРОМ.

1. Производство работ. Грейфер применяется для производства работ на всевозможных грунтах, а также для выемки отдельных препятствий (карчей, камней и т. д.).

При разработке перекатов грейфер устанавливается на четырех якорях (рис. 285) вниз по течению. Работает он в шаланды.

При разработке больших площадей работы ведутся исключительно траншейным способом отдельными секциями (рис. 286).

Установленный на первой траншее, снаряд производит съемку грунта последовательными захватами ковша, идя от одной бровки к другой, т. е. получается поперечная траншея радиуса, равного выносу стрелы от центра ее вращения. При крайнем бортовом положении снаряд подтягивается вперед на величину, равную ширине ковша, минус запас на перекрытие траншей (см. пунктир рис. 286), равный 10—20 *см*; затем вновь производится папильонаж и т. д. Путем нескольких последовательных (3—6) стоянок разрабатывается секция одной траншеи, затем переходят на вторую и т. д.

2. Основные элементы траншеи. Угол последовательного поворота стрелы

$$\alpha = \frac{(b-k)180^\circ}{\pi R},$$

Рис. 285. Установка грейфера на перекате.

Рис. 286. Схема работы грейфера траншеями.

где b — расстояние между режущими кромками (или зубьями) челюстей в момент падения ковша на грунт, в *м*;

k — перекрытие последовательных захватов, зависящее от полезной глубины и переуглубления, в *м*;

R — вынос стрелы, на которой подвешен ковш, в *м*.

Перекрытие k зависит от толщины полезного снимаемого слоя грунта; чем больше h, тем больше k (рис. 287).

$$k = 2h \operatorname{tg} \varphi,$$

где h — толщина полезного слоя грунта, в *м*,

φ — угол естественного откоса грунта.

Рис. 287. Поперечный профиль выемки при работе грейфером.

3. Равномерность выемки. После проработки грунта ковшом проектное дно проходит по гребням отдельных выемок, а дно имеет волнистое очертание, зависящее от величины переуглубления h_1 (рис. 287). При уменьшении угла последовательного поворота стрелы α уменьшается переуглубление h_1 с параллельным уменьшением наполнения ковша, т. е. и падением производительности.

Грейфер пригоден для выемки отдельных препятствий и карчей; в таких случаях работа ведется в зависимости от местных условий, т. е. учитывая возможность подхода к препятствию, установки грейфера и т. д.

III. ВЫЕМКА ГРУНТА ДРЕГЛЯЙНОМ

1. Производство работ. Ковш в исходном положении, отверстием вниз, подтянут к шкиву стрелы. Затем оттормаживается барабан лебедки, и ковш под действием силы тяжести падает вниз и врезается в грунт.

После этого включается лебедка тягового троса, который постепенно поворачивает ковш и, волоча его по земле, по направлению к снаряду, срезает определенный слой грунта, наполняя ковш грунтом.

На натянутых тросах (подъемном и тяговом) загруженный ковш поднимается выше горизонта воды, с одновременным поворотом стрелы к месту разгрузки. Над местом выгрузки тяговой трос ослабляется, ковш становится в вертикальное положение, и находившийся в нем грунт высыпается, после чего ковш приводится в исходное положение. Для увеличения радиуса работы, перед бросанием ковша его раскачивают натяжным тросом и, когда он приходит в крайнее отдаленное положение, его бросают, тем самым увеличивая радиус работ.

Различают два способа производства работ: береговой и пловучий.

Разработку подводных площадей, непосредственно прилегающих к берегу, а также на небольших реках и перекатах (рис. 288), ведут обычно береговым способом, т. е. самоходными снарядами непосредственно с берега, в сфере действия выноса стрелы. Во всех остальных случаях работы производятся на плаву.

Рис. 288. Береговой способ работ дреглайном.

Рис. 289. Схема работы дреглайна траншеями.

При работе с берега разработку ведут параллельными траншеями, расположенными поперек переката (рис. 288). Каждая траншея состоит из ряда последовательных выемок, количество которых определяется шириной разрабатываемой прорези.

При работах на плаву разработка ведется траншеями, ширина которых обусловливается определенным углом крайних поворотов стрелы. Каждая последующая траншея примыкает к предыдущей своей бровкой.

Снаряд устанавливают на первую траншею при крайнем бортовом положении стрелы и начинают производить выемку, передвигая на определенный угол стрелу и тем самым кладя ковш рядом с предыдущей выемкой, с некоторым перекрытием. Дойдя до бровки, противоположной начальной, снаряд подвигается назад (рис. 289) на величину, обеспечивающую проектное дно, и вновь начинает передвигаться к первоначальной бровке.

Таким образом, пройдя секцию первой траншеи, снаряд переходит на вторую и т. д. В плане получается некоторое перекрытие проектных бровок, увеличивающееся с увеличением угла крайнего поворота стрелы (рис. 289).

Снаряд устанавливается против течения для наименьшего сопротивления при подъеме грунта и выемке.

2. Элементы траншеи. Угол последовательного поворота стрелы

$$\alpha = \frac{(b-k)180^\circ}{\pi(R+r)},$$

где b — ширина ковша,

k — перекрытие по ширине при последовательном захвате грунта ковшом,

R — вынос стрелы в *м*,

r — увеличение выноса за счет размаха в *м*.

Перекрытие

$$k = 2h \operatorname{tg} \varphi,$$

где h — толщина снимаемого слоя грунта в *м*,

φ — угол естественного откоса грунта.

3. Равномерность выемки. После выработки грунта поверхность дна не остается ровной, а имеет вид волнистой переуглубленной площади (рис. 290). При этом поперечные проходы ковша в траншее отделяются друг от друга гребнями, высота которых зависит от толщины снимаемого слоя грунта и от перекрытия поперечных выемок ковша. Отвалка грунта производится или в шаланду, стоящую под бортом снаряда, или непосредственно на берег.

Рис. 290. Продольный профиль выемки дрегайном.

Дрегляйны применяются часто на планировочных земляных работах путем прикрепления к ковшу на четырех тросах планировочного утюга, состоящего из четырех поперечных рельс, связанных между собою деревянными сваями и покрытых сверху стальным листом (рис. 107). Путем раскачивания троса создают движения ковша и утюга, подобные качанию маятника, тем самым получая почти абсолютную гладкость дна.

IV. ВЫЕМКА ГРУНТА БАШЕННЫМ ЭКСКАВАТОРОМ.

1. Производство работ. Операция по экскавации башенным экскаватором проводится следующим образом: ковш, прикрепленный к тележке (открытой частью — к большой башне), устанавливается в исходное положение у стопора передней (высокой) башни. Затем освобождается сцепление переднего барабана лебедки, приводящей в движение натяжной трос ковша. Освобожденный бегунок тележки вместе с ковшом быстро спускается по наклонному натянутому канатному пути (подъемному тросу) под действием собственной силы тяжести.

После приближения ковша к малой (задней) башне передний барабан тормозится и отпускается задний, тем самым ослабляя канатный путь (рис. 291). Бегунок с ковшом вновь начинают катиться в обратном направлении, открытой частью ковша вперед, под действием силы тяжести. Ослабленный канатный путь дает возможность опускаться ковшу в карьер

или прорезь. Как только ковш приблизится к грунту, включается передний барабан, заставляющий ковш врезываться в грунт, которым он и заполняется. После заполнения ковша включается сцепление заднего барабана, благодаря чему натягивается канатный путь и поднимается ковш,

Рис. 291. Схема работы башенного экскаватора при возведении ремонте дамб.

который перемещается вперед одновременно с натяжением троса. Двигаясь дальше, ковш подходит к стопору передней башни, поднимается над местом отвала или сортировки и автоматически разгружается. Затем весь цикл повторяется снова.

2. Схема работы. Существует два способа производства работ: параллельный и радиальный. При параллельном способе ведущая и задняя башни двигаются параллельно выемке и перпендикулярно к направлению движения ковша. Обычно они располагаются по обоим берегам реки, канала или озера. Грунт снимается одной поперечной траншеей, последовательными экскавациями от задней башни к передней, т. е. ковш проходит по траншее несколько раз. При достижении больших глубин выемки грунт снимается последовательными слоями. Когда разработана одна траншея, башни передвигаются вперед на величину, обеспечивающую параллельную траншею, с перекрытием предыдущей.

Рис. 292. Радиальный способ производства работ башенным экскаватором.

Радиальный способ применяется чаще всего при отсутствии задней башни и при использовании вынутого грунта. Передняя башня стоит на месте, задний же конец троса, укрепленный на сваях, тросовых растяжках или башне, последовательно перемещается после разработки каждой траншеи(рис. 292). После выработки определенного угла работы перед-

няя башня перемещается с учетом перекрытия предыдущей выемки; задний конец вновь укрепляется в исходном положении, перекрывающем предыдущий след экскавации, и цикл работ вновь повторяется. Прорезь, намеченная для разработки, всегда будет обеспечена полной выемкой.

Такой способ весьма часто применяется на земляных работах по заготовкам грунта из реки, где отвалка грунта имеет стационарные установки (рис. 293) для отдачи и отвозки грунта.

Башенные экскаваторы широко применяются в гидротехническом строительстве при возведении земляных дамб.

Рис. 293. Заготовка грунта из реки стационарным башенным экскаватором.

В основных схемах производства работ на этих сооружениях различают три главные группы: а) при уширении и подъеме бровок старых дамб (рис. 291); б) при возведении новой дамбы, не превышающей $0{,}5h$ передней башни, и в) при H дамбы $>0{,}5h$ передней башни.

3. Элементы работы. Средняя скорость движения ковша:

$$v=\frac{2l}{t_1+t_2}=\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2},$$

где v_1 — скорость движения груженого ковша *м/сек*,
v_2 — скорость движения порожнего ковша *м/сек*,
t_1 — время движения груженого ковша *м/сек*,
t_2 — время движения порожнего ковша *м/сек*,
l — длина доставки в *м*.

Время оборота ковша в один рейс

$$t=\frac{2l}{v}+\tau=t_1+t_2+\tau,$$

где τ — время операционных остановок ковша в сек.

$$\tau=\tau_1+\tau_2+\tau_3,$$

где τ_1 — время нагрузки в сек.,

τ_3 — время разгрузки в сек.,

τ_8 — время операционных маневров в сек.

Число рейсов в час:

$$N = \frac{3600}{t}.$$

V. ВЫЕМКА ГРУНТА МНОГОЧЕРПАКОВЫМ СНАРЯДОМ

1. Производство работ. Многочерпаковая машина устанавливается обычно на работу черпаками против течения. После установки снаряда черпаковая рама опускается на заданную глубину, и черпаковая цепь приводится в движение.

Рис. 294. Схема движения черпака.

Одновременно набирают боковые тросы с одного борта, и снаряд подвигается всем корпусом по дуге круга радиуса, равного длине станового троса. Каждый черпак имеет при срезании грунта сложное движение: а) вращаясь в черпаковой цепи по нижнему барабану, он описывает некоторую кривую поверхность, по которой и срезает грунт; б) перемещается вместе со снарядом в боковом направлении.

Рис. 295. Схема параллельного папильонажа.

Сложение этих двух движений выражается в виде винтовой линии (рис. 294). По достижении края прорези боковое движение снаряда останавливают, его подают по становому тросу вперед, после чего вновь начинают боковое движение в противоположную сторону. Это передвижение снаряда носит название папильонажа.

2. Папильонаж. Различают три вида папильонажа: а) параллельный, б) веерный и в) крестообразный.

При параллельном папильонаже снаряд передвигается поперек прорези параллельно ее краям (рис. 295). Этот папильонаж применяется во всех случаях, когда осадка снаряда и шаланды допускает выход за края прорези не менее, как на половину ширины корпуса снаряда и корпуса шаланды.

Дойдя до одного края прорези, снаряд продвигается вперед по становому тросу, после чего вновь движется к другому краю. След выемки получается параллельный (рис. 296). При подобном движении в одну сторону работают одновременно передний и задний тросы с одного борта, набирающие папильонажные тросы, и стравливаются одноименные тросы противоположного борта. Становой трос закреплен при некоторой слабине заднего станового троса.

Рис. 296. Схема выемки при параллельном папильонаже.

Скорость набирания и стравливания тросов одного борта выражается:

$$\pm v_1 = \pm v_2 = \mp v'_1 = \mp v'_2 = \frac{S_1}{t} = \frac{S_2}{t},$$

где:

v_1 — скорость набирания переднего папильонажного троса правого борта,

v_2 — скорость набирания заднего папильонажного троса правого борта,

v'_1 — скорость набирания переднего папильонажного троса левого борта,

v'_2 — скорость набирания заднего папильонажного троса левого борта,

S_1 — длина пути передней части снаряда,

t — время прохождения пути S_1 или S_2,

S_2 — длина пути задней части снаряда,

(+) — набирание троса,

(—) — стравливание троса.

Рис. 297. Веерный папильонаж.

Если же осадка снаряда не позволяет выходить за пределы прорези, а также при глубинах до работы, меньших осадки снаряда, — применяется веерный папильонаж.

При боковом движении снаряд постепенно поворачивается до некоторого угла β с расчетом подхода к краю прорези не бортом, а черпаковой рамой (рис. 297). Ряд последовательных передвижений оставляет след выемки в виде веера. Продвижение вперед совершается у краев прорези.

Величина угла β зависит от выноса черпаковой рамы за пределы корпуса:

$$\beta = \operatorname{arc\,tg} \frac{b}{2c},$$

где:

b — ширина корпуса снаряда,

c — вынос черпаковой рамы впереди корпуса.

Угол β доходит, в зависимости от конструкций снарядов, до 45°. Для его уменьшения передние прямые углы корпуса снаряда срезаются под углом, меньшим β, и создается подворот передней части снаряда (рис. 298).

Рис. 298. Максимальный угол подхода снаряда к бровке прорези.

Длина дуги — пути нижнего барабана черпаковой рамы:

$$S_1 = \frac{\pi L}{180} 2a,$$

где:

L — длина переднего станового троса в *м*,

α — угол между осью прорези и крайним положением станового троса, когда снаряд стоит у бровки.

Ввиду незначительности угла α обыкновенно в расчетах принимают длину дуги S_1 равной хорде, стягивающей эту дугу; тогда

$$S_1 = B = 2L \sin \alpha,$$

где B — ширина прорези в *м*.

Скорость набирания троса на передних лебедках:

$$\pm v_1 = \mp v'_1 = \frac{2L \sin \alpha}{t},$$

на задних лебедках:

$$\pm v_2 = \mp v'_2 = \frac{2L \sin \alpha - 2l \sin \beta}{t},$$

где l — длина снаряда.

Если $B < 2l \sin \beta$, то применяют крестовый папильонаж.

Длина дуги — пути нижнего барабана при крестовом папильонаже:

$$S_1 = \frac{\pi L}{180} 2\alpha = 2L \sin \alpha = B.$$

Крестообразный папильонаж отличается взаимно обратными направлениями движения носа и кормы, т. е. противоположными направлениями движения переднего и заднего тросов одного борта.

Рис. 299. Крестовый папильонаж.

Этот папильонаж применим в тех же случаях, что и веерный, а также и при малых ширинах прорезей (рис. 299).

Скорость набирания передних папильонажных тросов:

$$\pm v_1 = \mp v'_1 = \frac{B}{t},$$

на задних лебедках

$$\mp v_2 = \pm v'_2 = -\left(\frac{2l \sin \beta - B}{t}\right).$$

3. Перекладки боковых и становых якорей. При продвижении снаряда вперед по прорези боковые папильонажные якори подлежат перекладке через каждые 60—100 *м* по длине прорези.

Рис. 300. Схема перекладки папильонажных якорей.

Моментом необходимости перекладки считается нахождение якоря позади бортового направляющего ролика на 20—40 *м* (рис. 300). Перекладка якоря состоит в том, что с подведенной к нему завозни (обычно со шпилем и лебедкой) его поднимают за буевую снасть в завозню, после чего на площадку завозни выбирается и трос. Когда поднят якорь и выбран весь трос на завозню, его вновь завозят вперед направляющих роликов на 60—80 *м*. Для уплотнения времени при перекладке якорей употребляют вспомогательный трос с якорем, прикрепленный на кольце к основному; этот якорь с тросом завозят перед выработкой основного троса, переходят без остановки на его работу, тем временем перекладывая основной трос с якорем.

Становой якорь подлежит перекладке при подходе к нему снаряда на расстояние 100—175 *м*, но вообще это нежелательно, поэтому становой якорь необходимо сразу закладывать на максимальное расстояние от снаряда.

4. Скорость папильонажа. Скорость движения снаряда при папильонаже

$$V = W_0 \frac{\varphi n}{ah},$$

где:

W_0 — емкость черпака в $м^3$,

n — число проходящих ковшей в 1 минуту,

φ — коэфициент наполнения черпаков (0,7—1,2),

a — величина продвижения по становому тросу,

h — толщина снимаемого слоя грунта.

Практически скорость папильонажа колеблется от 1 до 7,5 *м* в 1 минуту. Для увеличения производительности снаряда скорость папильонажа должна быть возможно большей:

$$V_{max} = bn,$$

где:

b — ширина следа черпака в грунте,

n — число проходящих черпаков в 1 минуту.

5. Величина продвижения по становому тросу. Она подсчитывается по формуле:

$$a = \frac{W_0 \varphi n}{hV}.$$

6. Равномерность выемки. Многочерпаковые снаряды в процессе работы дают наилучшую равномерность выемки. Качество выемки зависит от многих факторов в самом процессе работы: скорости черпания, папильонажа, толщины слоя снимаемого грунта, скорости подачи снаряда по становому тросу, угла наклона черпаковой рамы и т. д., а также от

рода вырабатываемого грунта. Поэтому при производстве землечерпательных работ дают багермейстерский запас на возможный просор грунта и неточность выработки, равный 0,1—0,2 *м*.

Скорость движения черпаковой цепи практически бывает 15—30 *м* при проходе 16—22 черпаков в минуту. При производстве глубоких выемок — по раз пройденному черпаками пути необходимо производить повторный папильонаж для уборки обваливающегося грунта.

Угол наклона черпаковой рамы отражается главным образом на положении черпаков, форма которых играет также очень большую роль в коэфициенте наполнения. Наиболее выгодный угол наклона черпаковой рамы (рис. 301), зависящий от формы ковша, характеризует положение

Рис. 301. Наивыгоднейший угол наклона черпаковой рамы.

Рис. 302. Шлейф.

рамы, при котором разжиженный грунт и вода не переливаются через передние режущие ребра (при угле наклона рамы $\alpha_1 > \alpha$) или через задние грани стенок черпака (при $\alpha_1 < \alpha$). Коэфициент наполнения черпаков зависит от толщины снимаемого слоя грунта и от рода грунта. Наибольший коэфициент наполнения черпаков наблюдается при чистой, мягкой глине, при которой коэфициент бывает больше 1.

Гравий и суглинки имеют коэфициенты	0,9—1,0
Мелкий песок	0,8—0,9
Крупный камень	0,6—0,7

При небольших слоях снимаемого грунта применяют шлейф (рис. 302), обеспечивающий наполнение черпака при увеличенной подаче снаряда вперед.

VI. ВЫЕМКА ГРУНТА ЗЕМЛЕСОСНЫМ СНАРЯДОМ

1. Производство работ. Землесос устанавливается для работы на перекате против течения на шести якорях (три передних и три задних). Землесосы, не имеющие разрыхлительных устройств, работают обычно траншейным методом, а имеющие разрыхлители — папильонажем.

Траншейный метод состоит в том, что продвижение землесоса, по мере отсасывания грунта, происходит вдоль переката отдельными траншеями (рис. 303). Пройдя первую траншею такой длины, какую допускает пловучий рефулерный трубопровод и тросы якорей без перестановки (обыч-

но 100 — 200 *м*), землесос спускается вниз по течению к началу работы, передвигается в боковом направлении на рядом лежащую траншею и вновь начинает продольное движение вперед. Спуск производится при помощи заднего станового троса или самоплавом.

Траншеи располагаются таким образом, чтобы гребни между ними не возвышались выше горизонта проектного дна (рис. 304).

Рис. 303. Траншейный метод работы землесоса.

Окончив вторую траншею наравне с первой, землесос вновь спускается к началу работ, переходит на следующую траншею и вновь продолжает указанную выше операцию, выполняя ее до тех пор, пока не будет обеспечена полная проектная ширина прорези (рис. 304).

Окончив таким образом первую серию работ, снаряд переходит на следующую серию, выполняя ее по предыдущему принципу, причем переход на последующие серии связан всегда с перекладкой якорей и переводом бухты рефулера.

Первая траншея всегда располагается по створу, в зависимости от задания, разбитому по краю или оси прорези (или траншеи). Если разбита ось прорези, то первая траншея лежит по середине серии траншей и последующие траншеи располагаются сперва справа, а затем слева

Рис. 304. Поперечный профиль прорези при работе траншеями.

первой траншеи; при разбитом крае прорези первая траншея лежит с краю, а все остальные располагаются по одну из сторон первой траншеи. Обычно каждая траншея прорабатывается по своему створу.

Установив землесос в начальном створе работ, опускают сосун на некоторую глубину в воду и заряжают посредством эжектора помпу. Затем дают ход машине, приводящей во вращение крылач помпы, и медленно, плавно опускают сосун на грунт. После отсасывания верхних слоев грунта сосун опускается на проектную глубину. Продвижение вперед совер-

шается при помощи станового троса, набираемого на становую лебедку.

Когда опущенный до проектной глубины сосун уперся в грунт, останавливают движение становой лебедки и следят за процессом всасывания по вакуумметру. Выбрав грунт из зоны всасывания, вновь продвигают снаряд вперед. Таким образом продвижение состоит из ряда последовательных подъемов по становому тросу, сопровождающихся сильной нагрузкой помпы тяжелой густой смесью, с постепенным ослаблением нагрузки. Помпа работает при переменной нагрузке.

Регулирование работы ведется путем наблюдения над вакуумметром и манометром, которые при нормальной работе помпы имеют показатели: вакуум 25—35 *см* и напор 1,25—2,0 *ат*.

Наиболее опасными моментами в работе помпы являются „забой" и „колбаса". В первом случае приемник сосуна завален и забит грунтом, помпа работает вхолостую, развивая большое количество оборотов; во втором случае проникшая в помпу и напорный трубопровод густая смесь остается в них, как бы начиняя грунтом помпу и трубы, — крылач останавливается, и работа прекращается. В первом случае поднимается сосун, грунт разжижается или очищается, что занимает минимум времени (до 5 мин.); во втором случае вскрывается помпа, разбалчивается трубопровод и вручную производится очистка, которая продолжается иногда до 4—8 часов. При забое в пловучем напорном трубопроводе вскрывают для очистки на трубах люки или же разъединяют манжеты.

При наличии разрыхлителей работу ведут папильонажем (т. е. с боковым перемещением по прорези) аналогично работе многочерпаковых машин.

2. Траншеи, их форма. Прорезь. Несколько траншей, проработанных рядом, представляют собой прорезь (рис. 304). В зависимости от опускания сосуна определяется ширина траншеи. Ширина прорези равна сумме ширин траншей на проектной глубине

$$B = \sum B_0.$$

Глубина от черных отметок дна (до работы) до проектной глубины прорези, т. е. до гребней траншей, определяет толщину полезного слоя выемки; треугольник, лежащий ниже этого слоя, носит название площади переуглубления, и h_0 — глубины переуглубления.

Теоретический вид профиля траншеи — треугольный ABC (рис. 305); действительная его форма зависит от следующих факторов: рода и качества грунта, скорости продвижения снаряда по траншее и направления течения.

В нормальных речных песчаных грунтах подводный откос обычно 1:2 и колеблется в зависимости от фракций в пределах от 1:1,8 до 1:3 (рис. 305). Откосы траншеи, промеренные вслед за сосуном, несколько разнятся от откосов, установившихся после прохода снаряда, причем предел разрыва 1:3—1:2,5.

При откосе $1:m$ ширину траншеи на проектной глубине легко найти путем умножения двойной глубины переуглубления на показатель откоса:

$$B_0 = 2h_0 m.$$

Полный развал траншеи по дну переката находится таким же путем

$$B'_0 = 2h'_0 m,$$

где h'_0 — глубина опускания сосуна в грунт, равная $h + h_0$.

Скорость продвижения в значительной степени оказывает влияние на форму траншеи. Чем скорее снаряд будет проходить по траншее, тем

Рис. 305. Профиль траншеи для песчаных грунтов.

больше будет разрыв между опусканием сосуна в грунт и действительной достигнутой глубиной (рис. 324). Невыбранный грунт заполняет вершину треугольника траншеи, округляясь в виде пологой кривой, со стрелою, равной 0,2—1,0 *м*, и тем самым делая откос более пологим до 1:3,5 (рис. 305 и 324).

Рис. 306. План траншеи.

Отношение действительного углубления к глубине сосуна в грунте называется коэфициентом углубления $\alpha = \frac{\delta}{h'_0}$.

Этот коэфициент колеблется в пределах 0,75—0,95.

При несколько угловом направлении течения оно уменьшает сбросовый откос до 1:3 — 1:3,5 (рис. 305), поддерживая крутизну противоположного откоса (рис. 306).

3. Переуглубление. Площадь выемки, лежащая ниже проектной глубины, называется площадью переуглубления. Последнее зависит от количества (т. е. от глубины) траншей. Отношение площади переуглубления к полезной площади называется коэфициентом переуглубления

$$S = \frac{\omega_0}{\omega_1},$$

где: ω_0 — площадь переуглубления в $м^2$ и ω_1 — площадь полезная в $м^2$.

Рис. 307. Полная теоретическая площадь прорези.

При наиболее часто встречающихся откосах 1:2, в зависимости от толщины полезного снимаемого слоя, папильонажная площадь

$$\omega = Lh_1 + 2h_1^2,$$

где: L — проектная ширина прорези в $м^2$ и h_1 — глубина полезного слоя грунта в $м$.

Приводим таблицу площадей $ABCD$ для наиболее ходовых слоев h_1 и L.

Таблица площадей полезных слоев

Ширина прорези в м	Толщина снимаемого слоя в м									
	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
16	18,00	16,02	14,08	12,18	10,32	8,5	6,72	4,98	3,28	1,62
18	20,00	17,82	15,68	13,58	11,52	9,5	7,52	5,58	3,68	1,82
20	22	19,62	17,28	14,98	12,72	10,5	8,32	6,18	4,08	2,02
22	24	21,42	19,88	16,38	13,92	11,5	9,12	6,78	4,48	2,22
24	26	23,22	20,48	17,78	15,12	12,5	9,92	7,38	4,88	2,42
26	28	25,02	22,08	19,18	16,32	13,5	10,72	7,98	5,28	2,62
28	30	26,82	23,68	20,58	17,52	14,5	11,52	8,58	5,68	2,82
30	32	28,62	25,28	21,98	18,72	15,5	12,32	9,18	6,08	3,02
32	34	30,42	26,88	23,38	19,92	16,5	13,12	9,78	6,48	3,22
34	36	32,22	28,48	24,78	21,12	17,5	13,92	10,38	6,88	3,42
36	38	34,02	30,08	26,18	22,32	18,5	14,72	10,98	7,28	3,62
38	40	35,82	31,68	27,58	23,52	19,5	15,52	11,58	7,68	3,82
40	42	37,62	33,28	28,98	24,72	20,5	16,32	12,18	8,08	4,02

Площадь переуглубления в зависимости от числа траншей и ширины прорези равна (рис. 307)

$$\omega_0 = \omega_2' = \sum \omega_2'' = \sum \omega_2''' = \sum \omega_2^{n}.$$

Значения приведены в нижеследующей таблице:

Таблица площадей переуглубления

Ширина прорези в *м* \ Число траншей	1	2	3	4	5	6	7	8
16	32	16	10,66	8,0	6,4	5,33	4,57	4,0
18	40,5	20,25	13,5	10,12	8,1	6,75	5,78	5,06
20	50,0	25,00	16,66	12,50	10,00	8,33	7,14	6,25
22	60,5	30,25	20,17	15,12	12,1	10,08	8,65	7,56
24	72,0	36,00	24,00	18,00	14,40	12,0	10,3	9,00
26	84,5	42,25	28,17	21,13	16,9	14,08	12.07	10,56
28	98,0	49,0	32,67	24,5	19,6	16,33	14,0	12,25
30	112,5	56,25	37,5	28,13	22,5	18,75	16,07	14,06
32	128,0	64,0	42,69	32,0	25,6	21,34	18,28	16,0
34	144,5	72,25	48,16	36,12	28,9	24,08	20,64	18,06
36	162,0	81,0	54,0	40,5	32,4	27,0	23,14	20,25
38	180,5	90,25	60,17	45,12	36,1	30,5	25,79	22,58
40	200,0	100,0	66,70	50,0	40,0	33,38	28,6	25, 0

Общий объем прорези на 1 *м* длины также будет меняться в зависимости от переуглубления, так как

$$V = V_1 + V_0.$$

Для ходовой ширины прорези $L = 36$ *м* и слоя $h_1 = 1$ *м* в зависимости от числа траншей V колеблется от 38,0 до 200 $м^3$ (рис. 308).

Рис. 308. График площадей траншей.

Рис. 309. Кривая коэфициента переуглубления в зависимости от слоя.

От восьми до четырех траншей кубатура меняется в небольших пределах, а от четырех до одной резко повышается. Учитывая потерю времени на перестановки из траншеи в траншею, которая достигает уже

при пяти траншеях 20% кубатуры, наивыгоднейшим количеством траншей для ширины прорезей в 30—40 *м* следует считать 3—4 траншеи.

Коэфициент переуглубления колеблется в зависимости от h_1. Для $L = 40$ *м* и $n = 4$ траншеям (рис. 309) кривая от $h_1 = 0{,}6$ и больше имеет очень малую пологость, поэтому и коэфициенты переуглубления для этих слоев не велики.

Рис. 310. Кривая коэфициента переуглубления в зависимости от числа траншей.

Преимущества выбора при проработке прорезей от 3 до 5 траншей определяются также и из рассмотрения коэфициентов переуглубления для количества траншей при $L = 40$ *м* и $h_1 = 1{,}0$ *м* (рис. 310), где кривая коэфициентов переуглублений S изменяется в пределе от 0,6 до 4,76.

4. Скорость продвижения по траншее. Землесос продвигается по траншее со скоростью, обратно пропорциональной глубине погружения сосуна в грунт, так как с увеличением погружения сосуна увеличивается площадь разрабатываемой траншеи, а значит и кубатура. Скорость прохождения по траншее

$$V = \frac{A}{\omega} = \frac{2A}{hL},$$

где:

A — производительность в $м^3/час$,

ω — площадь поперечного сечения в $м^2$.

Рис. 311. График определения скорости прохождения землесоса по первой траншее в час.

При обычной перекатной работе скорость прохождения землесоса по траншее $V = 12—16$ *м/час* при среднем опускании сосуна 4,5 *м* и глубине до работы 1,1—1,2 *м*.

Скорость продвижения изменяется также от полноты профиля траншеи (первая траншея имеет больший профиль).

Скорость продвижения V в зависимости от h и A для первой траншеи можно найти по графику, составленному по вышеуказанной формуле (рис. 311). Для последующих траншей

$$V = \frac{A}{m\left(2h^2 \frac{\alpha}{\alpha + 1} - t^2\right)},$$

где:

V — скорость в *м/час*,

A — производительность землесоса в *м³/час*,

m — показатель уклона откоса,

h — глубина погружения сосуна в грунт в *м*,

$\alpha = \frac{\delta}{h} = 0{,}817$,

t — полезный снимаемый слой,

δ — действительная полученная глубина траншеи в *м*.

По этой формуле составлен график для определения прохождения по последующим траншеям в зависимости от h, t и A (рис. 312).

Рис. 312. График определения скорости прохождения землесоса по последующей траншее в час.

5. Влияние скорости продвижения на число траншей. При длине траншеи в 100 *м* скорость прохождения в зависимости от числа траншей

	Траншеи			
	2	3	4	5
V *м/час*	5,06	9,81	14,35	18,0
Площадь профиля	59,5	30,6	19,65	14,05
A *м³/час*	300	300	285	254
Глубина опускания *м* . . .	5,5	4,0	3,25	2,3

Из таблицы можно заключить, что выгодность работы четырьмя траншеями очевидна, при пониженном A имеем резкое повышение V.

6. Площадь траншеи в плане. Полезная площадь траншеи в плане (рис. 313)

$$\Omega = V_n b_n,$$

где:

b_n — полезная ширина траншеи в *м*, $b_n = 2m(h - t)$,

V_n — скорость продвижения для последующих траншей в *м/час*.

Для определения площадей при различных A, h и t пользуемся графиком (рис. 313).

Рис. 313. График для определения площади, разрабатываемой землесосом, в плане в час.

7. Густота смеси. Густота смеси-пульпы зависит от процентного содержания в ней грунтовых частиц. Нормальное разжижение смеси при землесосных работах считается 33—30%. Смесь, содержащая 35—28% грунта, является наивыгоднейшей для производительности снаряда, так как большее содержание грунта, близкое к густой массе, граничит с возможностью забоя помпы и трубопровода снаряда, а ниже 28% смесь весьма бедна грунтом, поэтому в значительной степени падает и производительность снаряда.

Нормальный цвет 30-процентной песчаной смеси — кофе с молоком, поэтому легко определить у дула приблизительное содержание смеси.

8. Папильонаж. При наличии разрыхлителя (а весьма редко и без такового) работы ведутся папильонажем, каковой совершенно аналогичен с папильонажем многочерпаковых снарядов.

Скорость папильонажа:

$$V_n = (W_0 n)\frac{\varphi}{ah},$$

где:

$W_0 n$ — объем смеси, проходящей через сосун в 1 минуту при n оборотах помпы,

φ — процент содержания грунта,

a — величина подачи вперед,

h — толщина снимаемого слоя грунта.

При папильонаже переуглубление отсутствует, и вместо длины шлейфа (как в многочерпаковых снарядах) принимается ширина полосы снимаемого грунта в зависимости от типа разрыхлителя. Наиболее эффективны в работе фрезерные разрыхлители, дающие максимальную эффективность в производительности снаряда.

Если при траншейном способе работа определяется рядом последовательных передвижений снаряда, т. е. последовательных перегрузок машины и помпы, то при папильонаже помпа работает равномерно; обвалы не страшны, так как обвалившийся грунт не может проникнуть к приемнику и попадает в середину фрезера равномерными порциями. Этим достигается равномерность нагрузки помпы и всей машины, а отсюда и максимальная эффективность производительности. Глинистые, щебенистые, гравелистые грунты, раздробленные и разрезанные фрезером, попадают к приемнику сосуна в раздробленном, несвязном виде и подготовлены к всасыванию.

Величина подачи вперед определяется шириной полосы снимаемого грунта, с учетом перекрытия фрез.

Особо от описанных выше стоит свайный и круговой папильонаж. При свайном папильонаже землесос, снабженный двумя сваями в кормовой части снаряда, укрепляется на одной свае и двух папильонажных передних тросах. Выбирая правый папильонажный трос, снаряд вращается на задней правой свае, левая свая в этот момент поднята. Дойдя разрыхлителем до правого края прорези и сняв полосу грунта по ширине разрыхлителя, снаряд опускает левую сваю, поднимает правую и набирает левый папильонажный трос, одновременно прорабатывая новую полосгрунта влево (рис. 249). Ширина прорези при свайном папильонаже

$$B = L\sqrt{2}.$$

Свайный папильонаж имеет крупные недостатки: падение производительности при отходе сосуна от кромок прорези ввиду вторичного прохода по уже выбранному месту и пропуск (недоработка) между последующими полосами прохода фреза (рис. 249). Более эффективен круговой папильонаж, при котором сваи заключены на вращающемся круге, установленном на корме снаряда (рис. 251). Пропусков при таком папильонаже нет, равномерность нагрузки и выработки обеспечена.

VII. УДАЛЕНИЕ ВЫНУТОГО ГРУНТА

1. Шаландами. Шаланда с закрытыми люками подводится к снаряду, устанавливается своей кормовой частью под боковой лоток снаряда и в таком положении учаливается. По мере наполнения шаланды грунтом, не прекращая работы снаряда, шаланду постепенно на тросах спускают вниз по течению (рис. 314) до полной загрузки ее грунтовых ящиков.

После наполнения шаланды работа черпаковой цепи останавливается, грунтоотводный лоток приподнимается, шаланда спускается на чалках вниз к носовой части снаряда и освобождает место для подводки следующей порожней шаланды.

Для безостановочной работы многочерпакового снаряда отвод груженых шаланд к месту их разгрузки рекомендуется производить мелко сидящими катерами или пароходами, если это позволяют местные условия работы. При работах в тесных местах, где работа парохода по буксированию шаланд невозможна, отвод их к месту разгрузки и обратно производится вручную (на шестах, бечевой, по тросу и т. д.) или лебедками снаряда (рис. 315). Место разгрузки шаланд, указанное в задании на работу, должно обладать достаточной глубиной:

$$H = h + 0{,}5,$$

где:

H — глубина, необходимая для производства свалки, в *м*,

h — осадка груженой шаланды в *м*.

Рис. 314. Учалка шаланды во время работы снаряда.

Рис. 315. Отводка шаланд лебедкой снаряда.

После отдачи люков и выгрузки грунта немедленно очищают грунтовые ящики от прилипшего или оставшегося грунта; эту операцию производят при обратной буксировке.

При погрузке в шаланды тяжелых грунтов и камней необходимо предохранять грунтовые ящики поверхностной обшивкой деревом.

Время, потребное для наполнения грунтом шаланды

$$t = \frac{\varphi W_0}{Q_0},$$

где:

φ — коэфициент наполнения шаланды,

W_0 — емкость шаланды в *м*³,

Q_0 — производительность снаряда в *м*³/*час*.

Возможная дальность отводки шаланд:

вниз по течению

$$L = \left[\frac{\varphi W_0}{Q_0} + \tau_0 - \left(\tau_1 + \tau_2\right)\right]\frac{(V_0 + V)(V'_0 - V)}{V'_0 + V_0};$$

вверх по течению

$$L_1 = \left[\frac{\varphi W_0}{Q_0} + \tau_0 - \left(\tau_1 + \tau_2\right)\right]\frac{(V_0 - V)(V'_0 + V)}{V'_0 + V_0},$$

где:

τ_0 — время, потребное для спуска шаланды к носу снаряда, после ее нагрузки, в часах,

τ_1 — время (малый ход), необходимое для разгрузки шаланды на свалке, в часах,

τ_2 — время, затрачиваемое на подачу и учалку буксира, в часах,

V_0 — скорость груженой шаланды в стоячей воде в *км/час*,

V'_0 — то же порожней в *км/час*,

V — средняя скорость течения в *км/час*.

Рис. 316. Схема установки рефулера.

Рис. 317. Схема укладки грунта при работе траншеями.

2. Рефулером. Место назначения свалки грунта проектируется совместно с прорезью.

При нетрассированной свалке выходное отверстие рефулера при работе папильонажем желательно располагать на расстоянии d от края прорези и зависит от длины трубопровода, ширины прорези и т. д. (рис. 316):

$$d = (L - x) - B,$$

где:

L — длина рефулера в *м*,

x — длина понтонов, необходимая для образования бухты,

B — ширина прорези в *м*;

для кожаных манжет $x = 0{,}3\,L - 0{,}4\,L$; для металлических манжет $x = 0{,}2\,L - 0{,}3\,L$.

Для траншейных землесосов (рис. 317)

$$d = \left(L - \frac{l}{2} - x\right) - B,$$

где l — длина траншеи в серии в *м*;

для кожаных манжет

$$x = 0{,}3\left(L - \frac{l}{2}\right) \text{ до } 0{,}4\left(L - \frac{l}{2}\right);$$

для металлических

$$x = 0{,}2\left(L - \frac{l}{2}\right) \text{ до } 0{,}3\left(L - \frac{l}{2}\right).$$

Когда свалка грунта выведена из воды, к концевому понтону добавляется на манжете сухая труба, укладываемая в деревянный лоток, который задним концом опирается на козел.

Если емкость свалки уже использована, а также если вследствие продвижения снаряда вперед по прорези остающаяся свободная слабина

бухты оказывается уже недостаточной для перемещений снаряда по траншеям, то производят перестановку рефулера.

Подсыпанный грунтом на свалке последний понтон снимается с мели и переводится вверх против течения на новое место (рис. 318). При большой длине траншей эта перестановка производится несколько раз.

При рефулировании тяжелых и засоренных грунтов, особенно при комбинированной работе, строго следят за колосниковой решеткой грунтового колодца, своевременно очищая ее от засорок и тем самым помогая

Рис. 318. Переводка бухты рефулера.

Рис. 319. Двусторонняя свалка кулуаром.

Рис. 320. Свалка кулуаром двойной переброской.

попаданию грунта в колодец. При забоях напорного трубопровода его обычно промывают водой, подавая ее из помпы, до момента уничтожения залегшего грунта.

3. Лонгкулуаром. При длине кулуара, превышающей ширину прорези, свалку грунта производят по одну сторону (согласно заданию) снаряда. Если же длина кулуара меньше ширины прорези, то прорезь делят по продольной оси на две траншеи (рис. 319), из которых грунт вынимают по обе стороны прорези, или же двойной переброской, сперва на вторую траншею, а затем уже удвоенное количество грунта на место свалки (рис. 320).

Ширина прорези при кулуарной работе

$$\max B = L + \frac{b}{2} - d_1,$$

где:

L — длина кулуара в *м*,

b — ширина снаряда в *м*,

d_1 — наименьшее допустимое расстояние края свалки от прорези в *м*.

Ширина свалки

$$B \text{ свалки} = B.$$

При свалке грунта на берег приемы рабочих операций те же, но необходимо, чтобы грунт свалки не попадал опять в русло.

При удалении тяжелых и вязких грунтов обычно увеличивают подачу разжижающей воды и проталкивают грунт лопатами и пешнями.

ГЛАВА IX

УЧЕТ РАБОТ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ

I. ЭЛЕМЕНТЫ УЧЕТА

1. Классификация работ. Все работы, производимые землечерпательными снарядами, разделяются на четыре группы:

а) 1-я группа — работы, выполняемые земснарядами на транзите, по разработке перекатов, исключительно для целей судоходства; расходы по этим работам относятся за счет эксплоатационной сметы;

б) 2-я группа — работы, выполняемые земснарядами вне транзита, по расчистке гаваней, портов, затонов, мест зимовок, подходов к причалам и пристаням; расходы относятся за счет эксплоатационной сметы;

в) 3-я группа — работы для строительных организаций системы Наркомвода по производству земляных работ в портах, пристанях, гидросооружениях и т. д.; производятся по отдельным договорам со стройорганизациями;

г) 4-я группа — работы для посторонних системе Наркомвода организаций; они состоят главным образом в производстве земляных работ гидравлическим способом, по сооружению территорий, дамб, плотин, акваторий и т. д.; работы ведутся по отдельным договорам с клиентурой.

2. Рабочее время земснаряда. Рабочее время земснарядов разделяется на три основные группы: рабочие часы (т. е. часы чистой работы), производственные остановки и буксировка. Таким образом все время снаряда, занятого на выполнении заданной работы, учитывается, начиная от времени отправления на работу, до момента ухода (взятия на буксир) с места работ. Время с момента отправления до момента прихода на место работ определяет длительность буксировки. В продолжительность буксировки входят также и остановки, сопутствовавшие буксировке. Сумма всех часов чистой работы определяет рабочие часы снаряда. Сумма всех видов остановок снаряда с момента отдачи буксира (прихода на место работ) по момент взятия на буксир (ухода с места работ) определяет длительность производственных остановок на данном месте работ.

Точность учета времени всех операций снаряда—5 минут.

3. Коэфициент использования рабочего времени снаряда. Отношение количества чистых рабочих часов ко всему времени, которое снаряд был занят на определенной работе, называется коэфициентом использования рабочего времени снаряда. В зависимости от типа снаряда, характера и условий работ, протяженности плеса для обслуживания одним снарядом и т. д. колеблется и коэфициент использования рабочего

времени; для землесосов на работах 1-й и 2-й групп не ниже 76%, для шаландовых и одночерпаковых не ниже 74% и для многочерпаковых рефулерных не ниже 80%, лонгкулуарная не ниже 85%.

4. Производственные остановки, их классификация. Все производственные остановки снаряда во время работы занимают в землесосных снарядах до 15% всего времени, в многочерпаковых шаландовых до 19%, многочерпаковых рефулерных до 11% и лонгкулуарных до 10%.

Эти остановки разделяются на следующие группы:

1) Установка на месте работ, т. е. операции по установке земкаравана на месте работ, продолжающиеся с момента отдачи буксира по момент начала работы; занимают до 2,0% всего времени.

2) Перестановки на месте работ — заключаются в различных операциях, связанных с выполнением работ по переходу снаряда из одной траншеи в другую, переход на новую секцию работ и т. д., занимают до 1,2%.

3) Сборка каравана по окончании работ — заключается в подготовке и учалке каравана для буксировки его на следующую работу, уборке лотка, труб, учалке вспомогательного флота и т. д., занимает до 2% всего времени.

4) Смена шаланды, т. е. время, затрачиваемое на подводку и учалку порожней шаланды и отвод груженой шаланды; относится только к шаландовым снарядам и занимает до 2,5% всего времени.

5) Перевод рефулера — в эту группу относятся все работы по переводке бухты рефулера и различные операции с пловучим рефулером; имеет место только в рефулерных снарядах и занимает до 1,2% всего времени.

6) Чистка котлов — остановки по периодическим чисткам и промывкам котлов, один раз в течение 15—30 суток в зависимости от качеств питательной воды; занимает до 2,5%.

7) Пропуск судов и плотов — неизбежные остановки снаряда при проходе судов и плотов через прорезь при производстве работ; до 2,8% всего времени.

8) Очистка грунтовых путей — трубопроводов, колодцев, лотков и т. д. в снарядах всех типов, от засоренного грунта, камней, валунов, мусора, вицы, топляков, тяжелых грунтов и т. д.; занимает до 2,5%.

9) Операции с грунтовым трубопроводом — сюда относятся все береговые работы, состоящие в перекладке и добавке сухих труб, лотков, установке щитов и т. д.; доходят до 1,0%.

10) Переборка черпаковой цепи — остановки по смене и осмотру износившихся частей черпаковой цепи; имеет место только у черпаковых снарядов; занимает до 0,8%.

11) Смена брони — в землесосных и рефулерных многочерпаковых снарядах смена износившейся облицовки помп — новой; занимает до 0,8%.

Буксировки земкараванов занимают до 9—11% всего времени.

5. Техническая расчетная производительность. Транзитный коэфициент. При производстве работ земснарядами, благодаря стахановским методам работы, перекрыты контрактовые нормы производительности, каковые заменены новыми техническими расчетными нормами, установленными на основе стахановских методов работы и специальных испытаний механизмов в условиях нормальных транзитных работ.

Процент выполнения плана по технической расчетной производительности подсчитывается по формуле:

$$f = \frac{Q_ф}{Q_{тр}},$$

где:

f — выполнение плана в процентах,

$Q_ф$ — фактическая производительность в $м^3/час$,

$Q_{тр}$ — техническая расчетная производительность в $м^3/час$.

Ввиду того, что при увеличении дальности и высоты рефулирования, а также при уменьшении толщины снимаемого слоя, фактическая производительность понижается, для подсчета выполнения задания в этом случае вводится транзитный коэфициент для приведения фактической производительности к технической расчетной (в данном случае приведенной).

В таком случае

$$Q_{тр} = Q_ф \; f_{транз},$$

где $f_{транз}$ — транзитный коэфициент.

Для $f_{транз}$ составляются таблицы при различных условиях работ для однотипных групп снарядов, причем обыкновенно $f_{транз} > 1{,}0$.

II. УЧЕТ РАБОТ

1. Учет работ по времени. При производстве работ земснарядом фиксируются все моменты, сопровождающие процесс работ, как-то: начало и конец буксировки, остановки, работа помпы и т. д. Время отмечается с точностью до 1—5 минут в рамном журнале, который находится на снаряде у вахтенного пом. баггермейстера. Рамных журналов два: один четный, другой нечетный. По истечении четных суток четный рамный журнал сдается в канцелярию снаряда для занесения данных в рабочий журнал, и начинается ведение нечетного журнала. Таким образом идет чередование записей. Иногда записи ведутся на отдельных вахтенных рапортах.

В рабочий журнал записи вносятся аккуратно по истечении суток; они составляются на основании рамных журналов или рапортов и отражают полную картину работы снаряда.

2. Контрольные створы. Для правильного учета выполнения задания на перекате выставляются продольные и поперечные створы, разбитые изыскательской партией. Так как прохождение снаряда по прорези отсчитывается по становому тросу, то контрольные поперечные створы, в случае их недостаточности, выставляются самим снарядом. Продольные створы желательно устанавливать с двух краев прорези, а контрольные — с расчетом, чтобы один из них обязательно проходил по гребню переката, а также в начале и конце прорези (рис. 321).

3. Ширина прорези. Ширина прорези для учета разработанной земснарядом площади в плане, а также для поверки полученной проектной ширины, берется обязательно по заданной проектной глубине.

Измерение глубины прорези желательно производить в натуре, для чего необходимо по откосам проектных траншей или прорези выставлять вешки на проектной глубине и между ними уже делать промеры (рис. 304).

4. Промеры и объем прорези. Для учета разработанной кубатуры строятся профили выемки. Эти профили составляются на основании промеров. Промеры производятся при помощи „наметки" (футштока) со снаряда; глубина отсчитывается от горизонта воды. Точность промера — 5 *см*.

Рис. 321. Перекат с разбитыми створами.

Промеры разработанной площади траншеи (рис. 322) производятся по левой бровке (a_1), по левому борту снаряда (a_2), по оси снаряда (a_3), по правому борту снаряда (a_4) и по правой бровке (a_5). Этот способ называется „по пяти промерам" и является наиболее точным. Промеры производятся по длине прорези или траншеи через каждые 10 *м*. Для производства предварительного промера до работы (H) впереди снаряда устанавливают на тросе лодку, причем этот промер будет относиться к последующему профилю (рис. 322). Расстояние бровочных промеров выемки b_I и b_{IV} определяется также с лодки, установленной на тросе поперек направления движения снаряда (рис. 322). Ширины b_{II} и b_{III} являются постоянными и равны половине ширины корпуса снаряда.

Рис. 322. Производство промеров по траншее.

Вычтя из промеров глубин после работы — глубины до работы и построив профили выемки через каждые 10 *м*, объем траншеи находят по формуле

$$V = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot L_1 + \ldots + \frac{\omega_{n-1} + \omega_n}{2} L_n,$$

где:

ω_1 и ω_{n-1} — площади профиля предыдущего,
ω_2 и ω_n — площади последующего профиля,
L_1 и L_n — расстояния между профилями, может быть $\gtrless$ 10 *м* только в начале или в конце траншеи.

Промеры и подсчеты по последующей траншее (рис. 323) следует производить так же, как и по первой траншее, но со следующими изменениями: 1) промер a_1 производится до работы путем нахождения наметкой бровки a_1, с проектной глубиной, в остальном промеры ведутся, как и по первой траншее; 2) сопрягающаяся с предыдущей траншеей площадь профиля имеет вид треугольника nn_1m_1, так как $\triangle m_1mn$ учтен в предыдущей траншее; 3) расстояние b_1 учитывается от борта до промера гребня a_1 между траншеями.

Рис. 323. Промеры в профиле последующей траншеи.

5. Площадь выемки в плане. Контрольная цифра для определения площади, разрабатываемой землесосом, в плане определяется по формуле (рис. 324):

$$\Omega = b_1 L = 2m(h - t)L,$$

где:

b_1 — проектная ширина траншеи в *м*,
L — расстояние от начала до конца прорези в *м*,
m — показатель откоса,
h — сосун в грунте в *м*,
t — слой грунта над проектной глубиной в *м*.

6. Определение глубины опускания сосуна. Глубина опускания сосуна от рабочего горизонта определяется по формуле:

$$F_0 = f + x + (h - t) = F + (h - t),$$

Рис. 324. Действительная площадь прорези.

где:

f — глубина от нормально-срезочного горизонта до проектного дна в *см*,
x — срезка ($\pm$) в *см*,
h — сосун в грунте в *см*,
t — слой грунта над проектной глубиной в *см*,
F — глубина от рабочего горизонта до проектной глубины в *см* (рис. 324).

7. Объем грунта, извлеченного папильонажным снарядом. При папильонажной работе

$$V = \frac{P_0 10 + P_n a}{2} + 10(P_1 + P_2 + \ldots + P_{n-1}) = \frac{P_0 10 + P_n a}{2} + 10\Sigma^{n-1} P,$$

где:

P_0 и P_n — площадь выемки в начальном и конечном поперечном сечении прорези,
$P_1, P_2 \ldots P_{n-1}$ — промежуточные площади выемок по прорези,
a — расстояние по оси прорези между двумя последними поперечными профилями.

Площади исчисляются по формуле:

$$P = \frac{B}{4}\left(\frac{h_1 + h_5}{2} + h_2 + h_3 + h_4\right) + \frac{h_1^2 + h_5^2}{2} m,$$

где:

B — ширина прорези,

m — показатель откоса.

h_1 и h_5 — толщина снимаемого слоя на краях прорези (по дну),

h_3 — то же по оси прорези,

h_2 и h_4 — то же по середине между крайними промерами и осью.

Для шаландовых снарядов объем можно для проверки также учитывать и по кубатуре отведенных шаланд.

III. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ

1. Измерители. Производительность снаряда определяется количеством вынутого грунта за определенный отрезок времени (сутки, месяц) на данной работе при определенных условиях и слагается из двух основных факторов: количества рабочих часов и выработки грунта в час.

Рабочих часов у снаряда тем больше, чем, очевидно, меньше остановок снаряда. При достаточном руководстве ряд работ, требующих отдельных остановок снаряда, можно производить одновременно, как например чистку дымогарных труб, береговые работы, добавку труб и пр., для чего используется вся команда. Такое планирование работ снижает время остановок.

Часовая выработка снаряда при некоторых постоянных условиях, как дальность и высота рефулирования, качество грунта и пр., зависит еще от максимальной загрузки снаряда путем равномерных подач, исправного содержания механизмов и поддержания установленного одинакового давления пара в котлах.

Равномерное давление пара в котлах является условием для достижения возможно большего количества оборотов помпы в единицу времени, что обеспечивает максимальную постоянную часовую выработку снаряда при всех прочих равных условиях, перечисленных выше.

Неравномерная подача снаряда вперед влечет понижение часовой выработки.

Задаваемые земснарядам нормы-измерители исчисляются как средние, подсчитанные на основании норм, достигнутых стахановскими земкараванами, и существовавших технических норм. Эти измерители определяют часовую выработку снаряда при определенных условиях, процент использования времени для работы и процент разного рода производственных остановок.

Невыполнение какого-либо из измерителей указывает на неудовлетворительную работу снаряда.

ГЛАВА X

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОРЕЗЕЙ

I. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

1. Основные элементы перекатов. В типичном перекате различаются следующие основные элементы (рис. 325): а) верхний плес (верхняя плесовая лощина) представляет собой глубокое место, служащее окончанием всего плеса, заключенного между двумя смежными перекатами, расположен в верхней части переката и соответствует на чертеже максимальным глубинам *20*;

Рис. 325. Схема переката.

б) вал переката — гребень, который является наивысшей, т. е. самой мелкой, точкой *8* переката; продольный профиль переката имеет в большинстве случаев пологий напорный откос примерно 1:25 (рис. 326) до вала переката, после которого идет крутое понижение переката в сторону нижней плесовой лощины с откосом 1:2;

Рис. 326. Продольный профиль вала переката.

в) подвалье (свалье, загреб) переката, являющееся основанием откоса 1:2, идущего от вала переката *Д* (рис. 325), после чего течение сваливается в нижний глубокий плес;

г) нижняя плесовая лощина — глубокий нижний плес *18—20*;

д) песчаные побочни (косы) *п*, *п* верхние (по течению) и нижние;

е) верхние и нижние заструги *ВЗ* и *НЗ* — глубокие окончания побочней;

ж) лощина (корыто) переката — наиболее пониженная его часть, разделяющая верхнюю и нижнюю косы вдоль по всему протяжению переката; по лощине, как более глубокой части переката, обычно идет судовой ход.

2. Основные типы перекатов. По предварительной классификации ЦНИИВТ (работа инж. Попкова) существует 10 типов перекатов (рис. 327):

I тип — перекат с ясно выраженным верхним и нижним побочнями; ось корыта направлена круто, под углом 45° к

общему направлению фарватера с перевалом судового хода от одного берега к другому;

II тип — перекат с подводными побочнями; ось корыта совпадает с направлением фарватера; судовой ход плавно переваливает от одного берега к другому;

Рис. 327. Типы перекатов.

III тип — двойной перекат, состоит из двух перекатов I или II типа; между собою перекаты разделены небольшой плесовой лощиной;

IV тип — перекат имеет вид россыпи без ясно очерченных побочней; подвалье выпуклое, неправильной формы;

V тип — перекат расположен в уширенной части при повороте русла и образован одним побочнем, с одним меженним ходом;

VI тип — перекат расположен в широком русле с двумя ходами, разделенными островом; один рукав узкий, другой широкий; ходовой рукав узкий;

VII тип — перекат состоит из 2—3 перекатов, соединенных в одну группу; судовой ход блуждающий, располагается между отмелями переката;

VIII тип — перекат расположен в широкой части реки или против устья притока; остров разделяет русло на два рукава;

IX тип — перекат расположен в широкой части реки ниже устья притока, имеет два меженних хода, разделенных островом, соединенным ухвостьем с тем берегом, с которого впадает речка;

X тип — перекат образован подводным осередком у вогнутого берега, имеет два хода, из которых лучшим является ход вдоль выпуклого берега.

Каждая река имеет свои характерные перекаты.

3. Донные и поверхностные течения. Вследствие турбулентности струй течение не бывает параллельным оси потока, а отклоняется под некоторым углом, образуя четыре основные типа внутренних течений в потоке (рис. 328):

I тип — расходящееся по дну при мелком потоке;

II тип — сходящееся по дну при глубоком потоке;

III тип — одностороннее при косоугольном профиле и несимметричном воздействии берегов;

IV тип — смешанное, являющееся переходной формой между I и II типом.

Каждый тип имеет свою характеристику по скоростям и наносам, сведенную в график (рис. 329).

Рис. 328. Внутренние течения в потоке.

4. Влияние паводка. Во время высоких паводков в естественных условиях наблюдается повышение дна переката; при спаде перекат

размывается. Объясняется это явление тем, что во время высоких вод поверхностный уклон реки уменьшается, а при низких увеличивается, поэтому соответственно меняются и скорости.

Предел размыва переката при низких горизонтах обусловливается не только величиной скорости на его гребне, но также и влиянием внутренних течений, придающих перекату устойчивость и фиксированный рельеф даже при низких горизонтах.

5. Движение и отложение наносов. Под действием внутренних течений наблюдается следующее движение наносов: 1) влекомое движение, направленное по дну к области восходящих течений, 2) взвешенное движение мельчайших частиц в верхней части восходящих течений и 3) сплошное полувзвешенное движение в нижней области восходящих течений. Таким образом наиболее насыщенное наносами место потока будет всегда

Рис. 329. Характеристика внутренних течений.

в области восходящих течений, что соответствует прибрежным частям I и частично III типа течений, и в средней области II типа течений. В продольном профиле переката под действием максимальной скорости находится гребень переката, но он слабо подвержен размыву, так как на нем задерживаются наиболее крупные влекомые наносы нулевыми донными скоростями лежащего впереди подвалья.

Более мелкие наносы, спускающиеся с верхнего побочня, транспортируются в нижней плесовой лощине вдоль подвалья.

II. ПРОРЕЗЬ

1. Динамическая ось потока. Прорезь должна служить судоходным каналом на перекате для беспрепятственного прохода через таковой судов и плотов. Прорезь также должна служить каналом, по которому с наименьшей затратой энергии транспортировались бы из верхнего плеса в нижний влекомые и взвешенные наносы, не отложившиеся на

побочнях верхней плесовой лощины. Поэтому в прорези должны быть сосредоточены максимальные живые силы потока. А потому и идеальное направление прорези должно совпадать с динамической осью потока.

Динамическая ось потока лежит в центре тяжести поперечного сечения верхней и нижней плесовой лощин, расположенных у начала и конца переката. По мере падения горизонтов центр тяжести меняется, отходя в сторону ведущего берега (рис. 330) как в верхней, так и в нижней плесовой лощине, т. е. динамическая ось потока весною идет по спрямленному направлению, постепенно передвигаясь с падением горизонтов к ведущим берегам, и становится под некоторым углом по отношению к общему направлению русла (крутая прорезь).

2. Типы прорезей в плане. Долговечность прорези зависит в большой степени от правильно выбранного направления ее оси. Законов, удовлетворяющих этим требованиям, пока нет, практические же и лабораторные работы выработали несколько примерных типов расположения прорези, имеющих свои особенности и преимущества.

Рис. 330. Центр тяжести сечения потока.

Таких типов прорезей шесть (рис. 331).

Первый тип (прорезь № 2) — прорезь по динамической оси, отнесенной к меженнему горизонту; кубатура наименьшая.

Второй тип (прорезь № 3) — среднего положения, ориентированная по динамической оси, отнесенной к среднему повышенному меженнему горизонту.

Рис. 331. Типы прорезей.

Третий тип (прорезь № 5) — полого ориентированная по нижнему побочню; кубатура наибольшая.

Прорезь № 4 является несколько измененной прорезью № 5.

Прорези № 1 и № 6 — видоизмененные прорези № 2, на практике неприменяемые.

3. Тип первый. Прорезь, назначенная по динамической оси потока с ориентировкой на межень, рассчитана на эффективную работу во время межени при нормально-срезочных горизонтах. Таким образом при назначении такой прорези необходимо производить срезку на нормально-срезочный горизонт и после этого находить уже центр тяжести. Прорезь назначается по прямой линии, имеет обычно небольшую длину и наименьшую возможную кубатуру. Такая прорезь, разработанная на спаде паводка, с каждым днем все больше и больше соответствует направлению динамической оси потока. Этим самым улучшаются условия работы прорези, так как динамическая ось, т. е. максимальные живые силы потока, все больше и больше совпадают с направлением прорези.

При большой длине прорези ее можно делать с изломом, расположенным выше гребня переката, чтобы избегнуть размыва самого гребня и деформирования прорези. Высокие горизонты и паводок последующей навигации деформируют в зависимости от режима плеса до 50% количества таких прорезей.

Рис. 332. Полого ориентированная прорезь.

4. Тип второй. Среднее положение прорези на перекате, более соответствующее повышенной межени и высоким горизонтам, дает значительный эффект работы при повышенных горизонтах. Такая прорезь менее подвержена влиянию паводков, но находится в худших условиях работы при горизонтах, близких к нормально-срезочным. Процент сохранности на последующие годы — до 50—75. Имеет увеличенную против первого типа кубатуру.

5. Тип третий. Прорезь нижнего положения (полого ориентированная), проходящая через нижние побочневые пески у выпуклого берега, отличается большой кубатурой и длиной; поэтому она является капитальным

Рис. 333. Эффект размыва полого ориентированной прорези.

сооружением на перекатах (рис. 332). В практике применяется редко ввиду большого количества времени, необходимого для ее разработки.

В некоторых случаях она дает значительный эффект продолжительности существования (рис. 333) на протяжении нескольких навигаций, а иногда прорезь этого типа даже улучшает в целом состояние переката.

Повторное землечерпание на них производится редко.

6. Раструбы. При узких прорезях, особенно первого типа, зачастую приходится для удобства судоходства, особенно буксирных возов, производить необходимые подрезки верхнего и нижнего концов прорези (раструбы).

С гидравлической точки зрения такие раструбы нежелательны. Верхний раструб приносит вред ненужным увеличением сбоя в начале прорези; происходит даже частичный размыв ее откосов. Нижний раструб увеличивает площадь живого сечения прорези в конце переката, тем самым вызывая падение скоростей и осаждение наносов. Осаждающиеся наносы барируют выход прорези в нижнюю плесовую лощину, создавая в конце прорези свой гребень.

7. Поперечный профиль прорези. Нормальный вид поперечного сечения прорези зависит от конструкции работающего на данном плесе снаряда. При работе многочерпаковым снарядом прорезь сразу получается проектной ширины без переуглубления; при работе землесосом обязательно бывает переуглубление (рис. 307), глубина которого h, причем при откосах $1 : m$ ширина прорези

$$L = 2hm \cdot n,$$

где n — количество траншей.

Переуглубление играет роль некоторого запасного осадочного бассейна, особенно при интенсификации размыва прижимной кромки прорези. Получающееся при этом расширение прорези не меняет поперечного ее сечения за счет получения равновеликих площадей живого сечения путем частичного заноса траншей переуглубления.

Для стабилизации нарастающей кромки прорези делают увеличенное переуглубление ближайшей к верховой кромке траншеи, тем самым получая в самой прорези большой запасный резервуар для приема осаждающихся у нарастающей грани тяжелых частиц. Эффект в этом случае получается в сторону увеличения ширины прорези за счет замеления осадочного резервуара и частично других траншей.

8. Срезка гребней. При недостаточном количестве снарядов и быстром меженнем обмелении работы ведутся методом достижения проектных глубин от предполагаемого устойчивого рабочего горизонта, т. е. срезка гребней, шелыг и др. Этот способ работ возможен также при работах в конце меженнего периода в ожидании близкой прибыли воды. Вообще же применять этот способ как правило нельзя.

III. СВАЛКА ГРУНТА

1. Типы свалок. В зависимости от конструктивных особенностей снарядов, свалка грунта на перекате должна быть назначена в тесном взаимодействии с прорезью. Наиболее эффективная укладка грунта производится рефулерными снарядами.

Различают три типа свалок:

1) свалки на верхнюю косу сплошной дамбой,
2) свалки на верхнюю косу блинами,
3) свалки на нижнюю косу.

Первый тип применяется при мелком верхнем побочне, на котором сплошная дамба создает подпор, способствующий потере скоростей и

осаждению наносов, т. е. росту самого побочня; набухший побочень защищает весь район прорези от влекомых по побочню частиц грунта.

Второй тип имеет применение при глубоком верхнем побочне, когда желательно воду верхнего побочня пропустить для сбоя в прорезь, оставив на верхнем побочне влекомые наносы. Подпор, созданный отдельными блинами, уменьшает скорости потока по верхней косе и способствует осаждению наносов, одновременно пропуская между блинами в прорезь излишки скопившейся в подпоре воды.

Третий тип применяется при невозможности либо неудобстве применения первых двух типов свалки.

Этот тип имеет следующие недостатки:

1) при близкой укладке свалки к прорези возможно барирование ее в зоне создаваемого свалкой подпора;

2) выносы из барированной прорези влекут за собой обмеление нижележащих перекатов;

3) интенсивное наращивание хвоста нижних свалок и побочней влияет даже на нижнюю плесовую лощину;

4) возможен обход течением свалки с верховой стороны и создание раздвоенного водного потока, не всегда благоприятного для судоходства;

5) прорезь не защищена от действия наносов, влекомых по верхнему побочню.

Поэтому при свалке на нижнюю косу следует класть ее возможно дальше от прорези, чтобы влияние подпора не сказывалось на прорези, и примыкать ее к сухому нижнему побочню для устранения возможного раздвоения хода. При полого ориентированных прорезях по нижней косе свалки кладут вдоль прорези в непосредственной близости от нее.

2. Влияние свалки на прорезь. В первом и втором типах свалка защищает прорезь от наносов, влекомых по верхнему побочню, стесняет сечение потока и увеличивает поэтому скорости прохождения, а значит, и транспортирования наносов по прорези.

Во втором типе, в случае повышения горизонтов, сбросовые расходы между блинами создают дополнительный сбой в прорези, вызывают движение наносов по верхнему побочню в прорезь, помимо продуктов размыва самих блинов.

В третьем типе прорезь не защищена от влияния наступления верхнего побочня; возможно барирование прорези от подпора свалки, а при очень близкой укладке создается размыв самой свалки с параллельным выносом продуктов размыва на нижележащий перекат; при укладке вне сферы влияния на прорезь последняя подвержена всем изменениям бытового режима реки.

В полого ориентированных прорезях сплошная дамба вдоль прорези сохраняет ее от всех влекомых наносов нижнего побочня и создает равномерное стеснение сечения прорези по всей длине.

ГЛАВА XI

ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

I. ВЫЕМКА ГРУНТА

1. Общие понятия. Гидравлический способ производства земляных работ заключается в использовании воды для копания, перемещения и укладки грунта.

Регулируя скорость воды, влекущей наносы, можно подобрать такие скорости, которые будут обеспечивать желаемую укладку грунта по степени его крупности, качеству, количеству и порядку. При этом отложение грунта происходит в весьма плотной массе, близкой к естественному его состоянию. Такая плотная укладка не требует утрамбовки и потому имеет первостепенное значение во всех земляных сооружениях.

Рис. 334. Монитор.

Метод производства земляных работ гидравлическим способом разделяется на два основные вида: при помощи мониторов и при помощи землесосных или землечерпательных снарядов.

2. Работа с помощью мониторов. Центробежным насосом или естественным напором вода подается по трубам к особому наконечнику — соплу. Проходя через сопло со скоростью до 90 *м/сек*, вода приобретает колоссальную разрушающую силу, способную размыть, разрыхлить и унести даже очень твердые породы грунта.

Конструкция сопла-монитора представляет собой большой брандспойт (рис. 334). Такой монитор поворачивается на вертикальной оси на 360° и в вертикальной плоскости до 90°. Радиус действия монитора 60—70 *м* при глубине размыва до 10 *м*.

Для тяжелых пород обычно применяют мониторы с диаметром сопла 7—11 *см* и давлением в напорном подводящем трубопроводе 8—15 *ат*. Скорость выходящей струи 40—60 *м/сек* при расходе воды 13—16 $м^3$/*мин*. Средний диаметр подводящей линии 30 *см* при мощности подающих насосов 300—350 *л. с.*

Количество воды для размыва 1 $м^3$ грунта колеблется в пределах 5—12 $м^3$, в среднем в 7 раз больше размываемого грунта, что дает полезный эффект размыва 120—180 $м^3$/*час*.

Монитор устанавливается на вертикальной свае, распорных ногах или на тележке. Подводящие рукава его обычно состоят из гибких шлангов, соединенных с металлической напорной магистралью, что дает возможность легко перемещать монитор по мере выработки карьера.

Зачастую применяют парную работу двух мониторов, — тяжелого и легкого. Тяжелый служит для основного разрушения породы и ее размельчения; легкий — для вспомогательного размыва котлована и уборки грунта, разрушенного главным монитором.

3. Работа с помощью землечерпательных снарядов. Для подводной и надводной выемок (по берегам больших водоемов) применяются обыкновенные землесосные или землечерпательные снаряды. На первом месте стоят землесосные снаряды, как наиболее отвечающие требованиям намыва. Нормальные землесосы при мощности 400 *л. с.* дают в средних условиях (высота подъема 1,5—2,0 *м*, дальность 340—350 *м*) 350—360 $м^3/час$ грунта. Всасывающий и напорный трубопровод имеет диаметр 500 *мм*, вакуум 20—40 *см* и напор 1,2—1,6 *ат*. Помпа — центробежная. При рефулировании грунта на высоту 5—6 *м*, при длине трубопровода 500 *м*, средняя производительность таких снарядов 2000—2400 $м^3$ в сутки.

Глубина опускания всасывающего приемника (сосуна) 6—7,5 *м* от рабочего горизонта воды, причем, кроме подводной выемки, он может снимать слой грунта и выше рабочего горизонта толщиною до 10 *м*.

Среднее нормальное разжижение смеси 25—35%, что дает максимальный эффект на месте укладки грунта. Черпаковые же комбинированные машины имеют значительно большее разжижение (до 25%), почему дают и меньший эффект на месте насыпи грунта, так как отработанная вода может угрожать целости всего сооружения.

Выемка грунта производится обычными способами—траншейным или папильонажным, в зависимости от типа снаряда.

Перемещение земснарядов по прорези происходит на якорях при помощи тросов и лебедок.

II. ТРАНСПОРТИРОВКА ГРУНТА

1. Лотки и трубы (гидравлический способ). При работах мониторами различают два основные способа подачи грунта к месту его укладки: самотеком и под давлением.

а) Самотек применим в том случае, когда место сооружения лежит ниже уровня дна котлована. Разжиженный до консистенции 20% грунт направляется в обыкновенный деревянный лоток, которым и отводится к месту сооружения.

При тяжелых грунтах лоток облицовывается металлическими листами для предохранения от износа. Уклоны лотка 0,02 являются вполне достаточными для обеспечения отвода пульпы. Для отвода смеси применяют также трубы, но производительность отвода в них ниже, так как возможны частые забои грунта, что очень затрудняет их чистку. При работе самотеком главное условие — создание правильного уклона, обеспечивающего регулярный отвод смеси.

б) Отвод под давлением. Если необходима подача грунта на большое расстояние, выше уровня выемки, то продукты размыва вместе с водою собираются на месте выемки в зумпф и из него откачиваются центробежными насосами по трубам диам. в 30—40 *см*. Разрежение во всасывающей трубе 20—30 *см* при давлении в напорной трубе 1,5—3 *ат*.

Производительность 400—450 $м^3$/*час* при процентном содержании грунта 20—35. Кроме этих способов существует еще полугидравлический, в котором грунт транспортируется частью сухим путем (ж. д., грузовики и т. д.), частью гидравлическим способом.

2. Рефулирование. При работе землечерпательными и землесосными снарядами грунт подается к месту укладки по трубопроводам под давлением 1,5—3 *ат*.

Трубопроводы разделяются на два вида: пло учие и сухие.

Пловучий трубопровод или рефулер состоит из отдельных труб, соединенных между собою гибкими соединениями — манжетами (кожаными, резиновыми или металлическими). Трубы уложены на двух пловучих цилиндрах-понтонах (рис. 218), обеспечивающих устойчивость конструкции как в порожнем, так и в погруженном состоянии. Трубы лежат на деревянных подушках и прикреплены к ним железными хомутами. Понтоны между собою соединяются особыми секторами с болтовыми соединениями.

Трубы обычно железные, длиною 7000 *мм*, диаметром, зависящим от производительности земснаряда, толщиною стенок 5—7 *мм*. Между собою и с манжетами трубы соединяются обыкновенными фланцевыми соединениями. Длина манжет — 1 *м*. Осадка понтонов 20—40 *см*, что дает возможность подводить их к самому берегу.

Такой пловучий гибкий трубопровод принимает любую форму благодаря гибкости соединений и дает возможность легко маневрировать снарядом в любом направлении. От уреза воды кладется с последнего понтона сухой трубопровод. Он состоит из тех же рефулерных труб, но облегченного типа (160—180 *кг* весом). Изменение направления на берегу достигается угловыми патрубками или манжетами.

Последняя труба сухого трубопровода на свалке грунта (дуло) кладется обычно в деревянный лоток прямоугольного сечения, размером $l = 6$ *м*, $h = 0{,}6$ *м*, $b = 0{,}6$—$0{,}7$ *м*. В дне такой лоток имеет отверстия для непосредственного отложения грунта у „дула". Назначение лотка — уменьшить удар выбрасываемой смеси в уложенный уже грунт.

III. УКЛАДКА ГРУНТА

1. Разбивка сооружений. Перед началом земляных работ производится контрольно-предварительная нивелировка, причем магистральны нивелировочный ход с соответствующими поперечниками через 10—20 *м* прокладывается по проектной оси сооружения. Поперечники магистрали закрепляются прочными столбами-вехами, которые и представляют главную ось сооружения. При работах на больших площадях за основную магистраль обычно принимают ведущую бровку земляных сооружений. При ширине насыпи до 5 *м* проектные бровки определяются отсчетом от осевых вех; бровки шире 5 *м* закрепляются вехами на каждом поперечнике.

На больших площадях земляных сооружений нивелировочная сетка закрепляется вехами, которые и служат ориентировочными точками при производстве работ. Все выставленные вехи маркируются и наносятся на рабочий план местности и сооружения.

Проектная высота земляных сооружений закрепляется на вехах, прибитых поперек дощечками („визирками") (рис. 335); при больших высотах насыпей употребительны и промежуточные визирки.

При работах на водных площадях закрепление точек производится пловучими вехами. Такая разбивка обеспечивает легкость контроля над правильным выполнением земляных работ.

Рис. 335. Визирки.

Вся указанная разбивка обязательно связывается с имеющимися или специально установленными реперами.

2. Откосы, создание их. Щиты. Предельный откос земляных сооружений при производстве земляных работ гидравлическим способом 1:3; достигается он при помощи щитов.

Стандартный деревянный переносный щит состоит из двух (0,25×0,025×6,5 *м*) или трех (0,181×0,025×6,5 *м*) досок, врезанных и прибитых на четырех однометровых кольях круглого ($d = 8$ *см*) или квадратного (7—10×7—10 *см*) сечения (рис. 336). Колья заострены в нижней части для легкого погружения их в грунт путем покачивания.

Рис. 336. Деревянный щит.

Нормальная длина щита 6—6,5 *м*, при толщине досок 2,5 *см* и рабочей ширине щита 50 *см*. Вес 55—75 *кг*.

При создании откосов щиты устанавливаются от „дула" трубопровода, расходясь в стороны, в зависимости от выполняемого откоса, двумя рядами, на расстоянии 40—50 *см*, связываются между собою по кольям снастью или проволокой, а промежуток между рядами щитов засыпается грунтом с плотной утрамбовкой его.

Щиты образуют два главные вала (левый и правый), ограничивающие насыпь и устанавливаемые по мере засыпки рефулерным грунтом предыдущих валов (рис. 337). Расхождение в стороны является следствием того, что граница откоса лежит на разной высоте по продольному профилю. Поэтому, чем выше насыпь, тем ближе щитовой вал расположен к бровочной вехе (а также и к дулу). Под углом 15—20° к этим валам, с рабочей стороны, ставятся отбойные щиты, через промежутки от 1 *м* — у дула и до 5—6 *м* — у выхода; щиты ограждают главные валы от размыва рефулерной водой и отбивают струи к оси насыпи, а также служат полузапрудами, отлагающими грунт между отбойными щитами и главными валами (рис. 337).

Отбойные щиты — те же стандартные щиты.

В начале работ (как указано выше) щиты устанавливаются в корне откоса в виде вала. Когда рабочая поверхность щита покрыта грунтом, ставится новый щитовой вал, на расстоянии, зависящем от заданного уклона и высоты рабочей части щита. Количество возможных к установке на откосе валов зависит от крутизны откоса, силы фильтрации отработанной воды в откосы и высоты насыпи.

Рис. 337. План расстановки щитов.

Рис. 338. Схема установки щитовых валов на откосах.

Проектная линия откоса должна проходить: при ограниченном количестве щитов — по низу рабочей части щита (рис. 338), а при достаточном количестве щитов — по середине.

Когда насыпь готова и щиты вынуты, полученная лестница немедленно сглаживается под влиянием атмосферных воздействий и фильтрации.

В продольном направлении ограждений не делается и грунт укладывается естественным откосом 1:15—1:20.

3. Щитовые валы. Добавка труб. Достижение проектной высоты. Первый щитовой вал проходит под „дулом" по поперечному профилю на расстоянии 1,5—2 *м* от его конца, затем, доходя до заложения откоса, поворачивает под прямым углом и идет вдоль оси сооружаемой насыпи по заложению (рис. 337). Задняя часть вала ограждает нерабочую территорию от затопления водой и засыпки грунтом, а боковые — охраняют от расплывания грунта вне профилей.

Сухой трубопровод укладывается на деревянных подкладках и клетках для возможного повышения его по мере поднятия насыпи. Последняя труба лежит на щитах, выступая в рабочую часть насыпи на 1,5—2 *м* (как упомянуто выше). В таком положении и начинается работа.

Когда рабочая поверхность щитов засыпана грунтом, работа машины останавливается, и на расстоянии, зависящем от уклона откоса (при откосе 1:3 на 100—130 *см*), дополнительно устанавливается второй щитовой вал; конец трубы поднимается, подклинивается и опирается уже на второй вышележащий вал. Засыпанный грунтом лоток поднимается из грунта и ставится уже под приподнятую трубу, причем задняя часть его (под трубой) ставится на козел, а передняя — на поперечную подкладку, крокву, для облегчения поднятия из грунта. Если грунт ложится удовлетворительно, то перед лотком образуется коническая ($d = 6—7$ *м*) ложбина с нагребом краев, постепенно распространяющихся на больший диаметр, т. е. смесь грунта правильна (25—35%).

Если разжижение повышается, то округлость краев резко смывается, и вслед за этим в грунте промывается несколько канав, по которым и устремляется выходящая из трубопровода смесь, откладывая грунт в нижней части продольного откоса.

Когда засыпан второй вал, проводят установку третьего и т. д. Старые валы не снимают до окончания фильтрации в откосы. Наибольшая фильтрация отработанной воды в откосы наблюдается под дулом, при-

Рис. 339—340. Схема насыпки широких дамб.

чем, если фильтрационная вода быстро просачивается в пространство между валами, то ее надо немедленно спускать вдоль валов. Валы желательно раскреплять распорками.

Фильтрация отработанной воды в откосы прекращается на 3—5-й день после прохода „дула", после чего возможно снятие щитов. Полное высыхание насыпи при хорошей солнечной погоде наступает через 45—70 дней.

Когда постепенной установкой щитов и поднятием дула достигнута проектная высота, добавляют на ней трубу, для удобства маневрирования прибалчивая ее на манжете.

При работе на широких насыпях (проектная ширина 20—50 *м*) сперва делается насыпь до проектной высоты по линии одной из бровок (рис. 339), а затем вторая такая же насыпь по линии второй бровки, заботясь об удержании откоса до выработки первого трубопровода. Середина проходится третьим проходом без щитов, упирая откосы в готовые части насыпи.

Этим способом можно сортировать грунт при укладке. Когда созданы боковые оградительные валики вдоль заложения откосов, с внутренней их стороны укладываются трубопроводы. Рефулерная смесь,

выйдя из трубопровода, направляется по пологому откосу к бассейну, оставляя по дороге на откосах тяжелые частицы, гравий и песок. Вода со взвешенными глинистыми частицами, встретив по дороге бассейн, теряет свою скорость и осаждает глину и ил, создавая водонепроницаемое ядро. Регулировкой ширины бассейна можно достигнуть любой ширины ядра.

Рис. 341. Способ параллельного заполнения.

Рис. 342. Способ веерного заполнения.

Большие территории возводятся двумя способами: параллельного заполнения (рис. 341), когда трубопровод по мере его выработки переставляется параллельными проходами вдоль первого прохода, и веерным (рис. 342), когда при добавке каждой трубы ею описывают часть окружности, ограниченную углом 120—150°; при двух- или трехтрубном радиусе получается довольно широкая зона прохода (до 70 *м*); следующий проход совершается подобным же образом.

4. Продольные откосы. Удержание грунта в продольном направлении. Для отложения грунта вдоль по оси сооружения используется естественный продольный откос. Грунты тяжелые, песчаные крупнозернистые, откладываются откосом 1:9—1:20, в среднем 1:15; мелкозернистые 1:15—1:35, в среднем 1:25, а грунты с примесями ила и глины 1:25—1:45, в среднем 1:35.

При окончании работ, а также и при примыкании к старым сооружениям, следует по возможности увеличивать крутизну откоса, чтобы ближе подойти проектной высотой к границе сооружения.

Рис. 343. Соединение намывной насыпи с существующей при помощи аэропланов.

Для удержания грунта (увеличения крутизны откоса) в продольном направлении применяются следующие способы:

а) „аэропланы" — наиболее распространенный способ, состоит в том, что на продольном откосе свалки перпендикулярно к струям ставятся щиты, опирающиеся на щиты, поставленные продольно (рис. 343). Порядок установки — наиболее увеличивающий путь смеси;

б) „бассейны" (рис. 344) — перед дулом создается бассейн, ограниченный земляными и щитовыми валами, с водоспускным отверстием и порогом в нем, который повышается по мере осаждения частиц и засыпки бассейна;

в) „сбой в дуле“ (рис. 345) — при помощи кожаного манжета создается фонтан на месте выхода смеси из „дула“; потерянная скорость при падении способствует осаждению грунта в районе дула;

г) „сбой в лотке“ (рис. 346) — при помощи досок, набиваемых в лотке, создается волнообразное движение струи, уменьшающее скорость и дающее осаждение грунта в районе лотка.

Рис. 344. Соединение намывной дамбы с существующей способом бассейнов.

5. Отвод отработанной воды. Расчет отверстий. После освобождения смеси от грунта следует быстро и правильно отвести отработанную воду за пределы сооружения.

Теоретический расход воды, выбрасываемой землесосом, при разжижении смеси в 25%, примерно равен (для 300-кубометровых снарядов) около 1200 *м³/час*. Эта цифра и берется для расчета водоотводных сооружений.

Рис. 345. Сбой в „дуле“.

Расчет ведется по основным формулам гидравлики:

$$Q = \omega v,$$

где:

Q — расход *м³/сек*,
ω — площадь сечения в *м²*,
v — скорость в *м/сек*.

Рис. 346. Сбой в лотке.

Из формулы Шези определяется

$$v = c\sqrt{Ri},$$

где:

i — уклон поверхности воды в водостоке,
R — гидравлический радиус,
c — коэфициент.

Гидравлический радиус

$$R = \frac{\omega}{p},$$

где:

p — смоченный периметр,

c — определяется по Гангилье-Куттеру или Базену.

По упрощенной формуле Гангилье-Куттера

$$c = \frac{100\sqrt{R}}{0{,}35 + \sqrt{R}}.$$

Для лотков: а) ширина лотка

$$l = \frac{Q}{(0{,}065 v_0^3 + 0{,}9 a v_0) - 0{,}0652 v^3},$$

где:

v_0 — средняя допускаемая скорость в потоке, зависящая от рода укрепления лотка;

v — найденная по формуле Шези скорость,

a — глубина слоя воды у подхода к сооружению.

б) подпор

$$h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g};$$

в) горизонт подпора

$$H = a + h.$$

Для круглых труб, работающих всем сечением — напор

$$h = \left(1 + k + \lambda \frac{l}{d}\right) \frac{v^2}{2g},$$

где:

k — коэфициент сопротивления при входе в трубу, равный для прямоугольного входа — 0,5 и для скошенного — 0,87;

λ — коэфициент трения воды по трубе, равный 0,02—0,025 в зависимости от материала трубы;

l — длина трубы,

d — диаметр трубы,

v — скорость в конце трубы,

g — ускорение силы тяжести.

Задавая диаметр и длину трубы, получают значение h. Затем, по общим формулам гидравлики, находят Q_0, сравнивают его с $Q = \frac{\pi d^2}{4} v$, найденным по нормам, и определяют пригодность взятых размеров.

Для круглых труб, работающих неполным сечением, задаются диаметром трубы d и уклоном трубы i. При определенном заполнении $0{,}75\,d$ подсчитывают R и V. Определив V, находят Q_1 и сравнивают его с Q расчетным. При $Q_1 \geqslant Q$ — труба пригодна. В случае расчета бинокля, тринокля и т. д. расход делится на количество труб.

Когда запроектированы размеры сооружений и выбраны их места до начала работ, строят запроектированные водоспуски с соответствующими подходными сооружениями.

6. Типы водоотводных сооружений. Для спуска отработанной рефулерной воды от места возведения земляных сооружений существуют следующие основные типы водоотводных сооружений:

а) Земляные канавы, удовлетворяющие расчетным расходам, скоростям и поперечным сечениям. Применяются при большой длине водоспуска, для соблюдения расчетных уклонов.

Рис. 347. Водоотводный канал между щитовыми валами.

б) Каналы, огражденные искусственными валами из обыкновенных щитов с засыпкой между ними черноземом или глиной (рис. 347). Требуют тщательного надзора, так как обладают значительной фильтрацией.

Упомянутые выше сооружения употребительны при небольшой разности отметок входа в водоспуск и выхода из него. Более совершенными являются нижеописанные сооружения.

в) Лотковый водоспуск (рис. 348) — употребителен при слабых грунтах, не допускающих больших скоростей отводимой воды. Допускает устройство довольно значительных уклонов отводимой воды, но отложению грунта у входа в сооружение не способствует.

г) Земляной водослив (рис. 349) — сооружается обычно в зависимости от рельефа местности. Способствует отстою и отложению грунта у входа

Рис. 348. Лотковый водоспуск.

Рис. 349. Земляной водослив.

в водослив. Порог может повышаться по мере заноса грунтом отстойной части.

д) Деревянный водослив (рис. 350) — применяется главным образом при засыпке за подпорные стены. Проем стены закладывается шандорами, на которых укладывается лоток водослива. По мере засыпки шандоров порог лотка поднимается. Применим также и при ограждении засыпаемого пространства щитовым или земляным валом. Требует тщательного укрепления нефильтрующим материалом подлоткового пространства.

Рис. 350. Деревянный водослив.

е) Трубный водослив (рис. 351) — широко применяется во всех случаях земляных сооружений. Укладывается в ограждающем сооружение земляном валу, который по мере засыпки повышается, с параллельным подъемом приемных труб. Требует тщательной заделки приемных труб нефильтрующим материалом. Применяется с успехом в весьма ответственных местах. Трубы употребляются рефулерные, освобождающиеся после окончания работ.

Во всех случаях искусственных водоотводных сооружений следует обращать внимание на тщательное сооружение приемной части, ни в коем случае не допускающей фильтрации, иначе размыв сооружений, особенно при больших высотах насыпи, неизбежен.

7. Окончание сооружений. Стоимость. При тщательном выполнении работ, по мере окончания сооружения производится только незначительная мелкая планировка, которую следует проводить на 2—4-й день после прохода дула, когда песок еще влажен и планировка эффективна. Оконченные песчаные сооружения надо в наикратчайший срок закреплять, дабы высохший песок, под влиянием ветров, не деформировал проектного профиля путем перемещения из одного места в другое. Весьма полезно присыпать верхний слой сооружения более тяжелыми грунтами (черноземом, растительной землей) или отбросами (шлаком, жужелем и т. д.).

Рис. 351. Трубный водослив.

Стоимость кубометра уложенного грунта колеблется от 0,35 до 2,2 руб., в зависимости от условий работы и качеств грунта, распределяясь примерно в такой пропорции:

технадзор и администрация 4,28%
зарплата с начислениями 25%
топливо 16,75%
материалы, инвентарь, ремонт, обслуживающий флот, спецрасходы и т. д. 42,75%
амортизация 11,21%

8. Принципы расчета земляных сооружений. Фильтрация. Основные принципы расчета земляных сооружений таковы: поверка коэфициента устойчивости на скольжение, расчет высоты гребня над уровнем наивысшего горизонта напорного бьефа и поверка на фильтрацию.

а) Поверка устойчивости.

Возьмем теоретический профиль дамбы — треугольный — с одиночными откосами и высотою H (рис. 352).

Предположим (условно), что этот теоретический профиль представляет монолитную земляную кладку. Отсечем плоскостью AA_1 площадь

Рис. 352.

AA_1BC и рассмотрим силы, действующие на отсек. Давление воды, перпендикулярное к напорной грани, может быть разложено на две составляющие:

горизонтальную

$$P_в = 0{,}5\gamma_в H^2,$$

где $\gamma_в$ — вес единицы объема воды,
и вертикальную

$$g_в = 0{,}5\gamma_в H^2.$$

Собственный вес отсека

$$g = g_в + g_3,$$

вес земли

$$g_3 = \gamma_3 H^2;$$

подставляя значения $g_в$ и g_3, находим полный вес отсека

$$g = 0{,}5\gamma_в H^2 + \gamma_3 H^2 = 0{,}5\gamma_в H^2\left(1 + \frac{2\gamma_3}{\gamma_в}\right).$$

При коэфициенте трения f сила трения F, сопротивляющаяся скольжению плотины под действием горизонтального давления воды, равна:

$$F = fg = f0{,}5\gamma_в H^2 \left(1 + \frac{2\gamma_з}{\gamma_в}\right).$$

Сравнение силы трения с горизонтальным давлением $P_в$ дает коэфициент устойчивости на скольжение:

$$K = \frac{F}{P_в} = f\left(1 + \frac{2\gamma_з}{\gamma_в}\right),$$

где:

$\gamma_з = 1{,}8$,

f земли по земле $= 0{,}3$ до $0{,}75$.

б) Возвышение бровки дамбы над самым высоким горизонтом находится по формуле Stephenson

$$h \text{ (в футах)} = 1{,}5\sqrt{S} + 2{,}5 - \sqrt[4]{S},$$

где: S — разгон волн в англ. милях,

h — практически берется в речных сооружениях от 0,5 до 1,5 *м*.

в) Фильтрационный поверочный расчет состоит из нахождения кривой депрессии, фильтрационных скоростей и фильтрационного расхода.

Кривая депрессии определяется по формуле Блайя (Bligh):

$$L = CH,$$

где:

L — длина контурной линии,

H — напор в *м*,

C — коэфициент Блайя, характеризующий некоторое состояние грунта и равный от 4 до 18 (например для мелкого песка $C = 15$, для песчано-глинистого грунта $C = 12$).

Уклон депрессионной прямой по грубому подсчету равен:

для различных грунтов 1:4—1:16,

по американским данным 1:3—1:8,

по Вейрауху 1:8—1:18.

Рис. 351. Типовые профили земляных дамб.

Основным условием благоприятной работы тела следует считать такое, когда линия депрессии не пересекает сухого откоса и фильтрационная вода не выходит на поверхность откоса (рис. 353). Откосы сооружения берутся для нормальных грунтов не менее 1:3 (особенно для мокрого откоса). Также следует учесть, что чем плотнее структура материала, тем круче линия насыщения.

Фильтрационная скорость определяется по формуле Дарси:

$$V = Ki,$$

где:

V — скорость просачивания,

K — коэфициент, зависящий от порозности грунта, геологического строения и т. д.,

i — уклон депрессионной линии.

Фильтрационный расход получим из формулы

$$Q = V\omega = Ki\omega.$$

При учете температуры эта формула (по Шлихтеру) принимает вид

$$Q = Ki\omega t,$$

K — находится из таблицы (при 15,5° С).

Диаметр зерен *м.м*	Порозность			Грунты
	30%	34%	40%	
0,04	0,00016	0,000242	0,000413	Ил
0,09	0,000811	0,001225	0,002092	Очень мелкий песок
0,2	0,00401	0,00605	0,01034	Мелкий песок
0,45	0,02028	0,0306	0,0524	Средний песок
0,95	0,0904	0,1363	0,2333	Крупный песок
5,0	2,507	3,782	6,466	Средний гравий

Значения полученных скоростей не должны превышать допускаемых скоростей данного грунта по его отдельным фракциям.

Для уничтожения пересечения сухого откоса кривой депрессии часто проектируют дамбы с бермами, особенно при высоких сооружениях.

ГЛАВА XII

ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

I. ТРОСЫ

1. Типы тросов. Различают тросы: а) пеньковые — из волокон конопли и льна, б) мочальные — из волокон лубка лиственных деревьев и в) манильские — из волокон тропических трав и растений.

По способу свивки различают тросы так называемой тросовой работы и кабельной. Первые тросы спускаются из каболок (рис. 354), а каболки из волокон. Волокно свивается слева направо, каболка — справа налево, а прядь — вновь слева направо. Тросы составляются из трех или четырех прядей и называются трех- или четырехпрядными.

Рис. 354. Трос кабельной работы.

Четырехпрядные тросы имеют в своей середине еще одну тонкую прядь, называемую сердечником. При одинаковой толщине трос тросовой работы крепче кабельной.

Тросы кабельной работы спускаются из тросов прямого спуска, причем последние называются стрендями, и так как их употребляют 3 или 4, то называют 3- или 4-стрендными.

Измеряются тросы по своей окружности. В зависимости от толщины они носят названия:

а) до 25,4 *мм* — лини,
б) до 102 „ — кабельные тросы,
в) 102 — 152 „ — перлини,
г) 152 — 200 „ — кабельтовые,
д) выше 200 „ — канаты.

2. Прочность тросов. На прочность тросов влияют следующие факторы:

а) чем лучше вычесана пенька, тем выше качество троса,

б) чем сильнее скручен трос, тем более теряет он в прочности.

Большое значение имеют:

в) осмолка троса,
г) чрезмерное натяжение троса,
д) намокание и плохая просушка,
е) задевы и трения тросов,
ж) образование барашков.

3. Проволочные тросы. Проволочные тросы выделываются из стальных оцинкованных проволок. Спуск проволок и прядей или стрендей в тросы производится так же, как у пеньковых тросов. Проволочные

тросы бывают также тросовой и кабельной работы. Проволочные измеряются по диаметру.

По выработке проволочные тросы подразделяются на жесткие, мягкие и особо гибкие. Чем тоньше проволока и чем больше таких проволок входит в прядь троса, тем он получается более гибким.

II. ЦЕПИ

1. Типы цепей. Цепи бывают такелажные или кранные и канатные или якорные. У такелажных цепей форма звеньев почти круглая и звенья не имеют распорок — контрфорсов. У канатных цепей звенья имеют овальную форму и в середине звена вставлены распорки — контрфорсы.

Рис. 355. Канатная цепь.

Рис. 356. Скоба.

Звенья составляют цепь (рис. 355). Контрфорсы предохраняют звенья при натяжении цепи от сжатия. Они увеличивают сопротивление звена на 0,2.

Часто якорные цепи составляются из отдельных концов (кусков) цепей размером 25—30 *м* каждый, называемых смычками. Смычки соединяются между собой скобками.

2. Скобы. Для соединения цепей, а также тросов, а иногда и для соединения рефулерных сухих труб, применяются скобы (рис. 356), состоящие из собственно дугообразной железной скобы и болта. Болт проходит через одну сторону дуги скобы и завинчивается в другую.

Рис. 357. Якорная скоба.

Рис. 358. Стопорный узел.

Некоторые скобы имеют еще шпильку, проходящую сквозь тело скобы и отверстие в болту, чем достигается невозможность его выпадения.

Цепной канат (шейма) соединяется с якорем особой скобой, называемой якорной скобой каната. Эта скоба немного большей величины (рис. 357), болт в ней удерживается чекой с расщепом или же берется гайкой.

3. Стопоры. Для зажима цепи или троса на палубе применяются палубные и переносные стопоры. Палубные стопоры действуют при помощи рычагов; при поднятии рычага в стопоре поднимается неболь-

шой кулак, приподнимающий с собой лежащий на нем канат, который может тогда свободно спускаться.

Переносные стопоры крепятся одним концом за кнехт, а на другом конце имеется особая железная вилка, которая закладывается за канат или звено, либо тросовый стопор берется узлом вокруг каната (рис. 358).

III. ЯКОРЯ

1. Типы якорей. Якоря бывают: адмиралтейские, Тротмана, Холла, Мартина, однорогие, трех-, четырех- и пятирогие.

Адмиралтейский якорь (рис. 359) состоит из: веретена 1 (цевья), составляющего основу якоря, рогов с лапами 2 (лемехами), зарывающимися в грунт, якорной скобы или рыма 5, соединяемых с канатом (шеймой), штока 4 (железного или деревянного), помещаемого ниже якорной скобы в положении, перпендикулярном рогам, и равного по длине веретену носка с заостренной оконечностью лапы, тренда 9 — места соединения рогов у веретена — и пятки — нижней оконечности тренда.

Рис. 359. Адмиралтейский якорь.

Рис. 360. Якорь Тротмана.

Рис. 361. Якорь Мартина.

Рис. 362. Якорь Холл

Якорь Тротмана устроен так же, как и адмиралтейский якорь с железным штоком, с той разницей, что у него вращающиеся рога с лапами вставлены в развилину, имеющуюся на конце веретена (рис. 360).

Якорь Мартина отличается от предыдущих тем, что рога его с лапами, находясь в одной плоскости со штоком, вращаются на болте, проходящем через конец веретена. Якорь врезается в грунт и держится двумя лапами (рис. 361).

Якорь Холла такого же типа, как и Мартина, но без штока (рис. 362).

Однорогий якорь имеет тип адмиралтейского, но с одной лапой, которой он входит в грунт, не выдаваясь над ним (рис. 363).

Трех-, четырех- и пятилапые якоря выковываются из железа и состоят из веретена, рогов с лапами, якорной скобы, рыма или заварного кольца на конце верхней части веретена (рис. 364).

2. Характеристика якорей. Адмиралтейский якорь обладает достаточной прочностью, хорошо забирает и держит, но выдвинутая лапа представляет опасность для судоходства. При землечерпании не применяется.

Якорь Тротмана несколько слабее адмиралтейского, медленно забирает, но держит крепко.

Якоря Мартина и Холла лучше забирают на жидких грунтах и держат хорошо.

Рис. 353. Однорогий якорь.

Рис. 354. Четырехрогий якорь.

Однолапый якорь применяется исключительно для работ земмашин на мелких местах и безопасен при проходе судов.

Трех-, четырех- и пятилапые якоря широко применяются на реках, хотя явных преимуществ не имеют. Их слабое место — соединения рогов и самые рога, которые очень часто ломаются.

ГЛАВА XIII

ИЗЫСКАНИЯ ПРИ ЗЕМЛЕЧЕРПАНИИ

I. МЕНЗУЛЬНАЯ СЪЕМКА

1. Магистраль. Магистраль служит основой для всех топографических работ, поэтому она должна удовлетворять требованиям как мензульной съемки, так и нивелировки. Магистраль должна прокладываться по возвышенной местности, ближе к берегу, дабы со всех ее точек было видно место съемки. При нивелировочных работах необходимо вести магистраль ближе к урезу, чтобы упростить привязку. Магистраль часто ведется по обоим берегам реки, сверху вниз по течению; пикеты разбиваются через 50 *м*.

Углы поворота магистрали закрепляются на местности деревянными столбами высотою 0,5—0,75 *м*, с обозначением номера пикета, года постановки и названия партии. Просеки в заросшей местности делаются до 1 *м* ширины. Чтобы сохранить на долгое время магистраль, ее закрепляют реперами, часто деревянными или специальными чугунными.

Рис. 365. Деревянный репер.

Реперы устанавливаются на угловые точки магистрали и облегчают последующее отыскание магистрали. Реперы — это столбы длиной 2—2,5 *м*, диаметром 14—20 *см*, с соответствующими надписями (рис. 365): номер пикета, год постройки и номер партии.

2. Мензульная съемка. До приступа к съемке необходимо точно измерить базис — расстояние между двумя какими-либо точками и нанести их на планшет в масштабе плана. Расположение базиса желательно посредине снимаемого участка, чтобы засечки не были слишком остры. Длина базиса принимается 1—2,5 *км*. Измерение его проводится не менее двух раз, причем если ошибка (разница) между измерениями $> \frac{1}{1000} L$, то измерение повторяется.

Сначала производится визирование на базис, затем откладывается точно его длина, по масштабу. Далее визируют на все угловые точки, начиная сверху по течению, на береговую и пловучую обстановку, сигнальные мачты, трубы заводов и фабрик и т. д. После спуска на другой конец базы производят то же самое визирование и в том же порядке.

С третьей контрольной стоянки проверяются засечки и выясняется окончательный результат съемки. Масштаб планов перекатов 50 *м* в 1 *см* (1:5000) или 100 *м* в 1 *см* (1:10 000); затоны, причалы, привалы, малые реки и т. д. делаются в масштабе 25 *м* в 1 *см* (1:2500) или 10 *м* в 1 *см* (1:1000).

II. ПРОМЕРЫ ГЛУБИН

1. Профили. Перед началом промеров на планшете назначаются поперечные профили. Предварительно по заснятой магистрали производят по масштабу ее разбивку на пикеты. Профили назначаются перпендикулярно к течению реки, через 50—25 *м* на самом перекате и 50—100 *м* — на верхней и нижней плесовой лощинах. Иногда расстояние между профилями берется во всех случаях одинаковое. Назначенные по планшету профили выписываются для разбивки их на местности и для руководства при промерах и выставлении створов.

2. Промеры. После выставления створа поперечного профиля (красная веха на магистрали, белая — створная) лодка с промерным отрядом устанавливается в створ у берега и белым флагом показывают урез воды, пока не получат отмашку от мензулиста. Затем лодка отъезжает от берега, и наметчик начинает производить промеры, выкрикивая глубины, записываемые десятником в промерный журнал. Лодка идет строго по створу. Промеры производятся через пять гребков. Первая наметка сигнализируется красным флагом, затем 3 наметки — без флага (промежуточные), на 4-й наметке сигналят белым флагом и т. д.

Рис. 366. Засечки на профилях.

Цвет флага обязательно отмечается в промерной книжке.

Техник у мензулы следит в трубу кипрегеля за ходом лодки, наводя средний волосок сетки на промерщика (наметчика). В момент, когда вертикальный средний волосок совпадает с опущенной вертикально наметкой, делается засечка (черточка) на профиле планшета с обязательным указанием цвета флага (рис. 366). При больших глубинах вместо наметки употребляется лот.

После засечки уреза противоположного берега створные вехи снимаются и устанавливаются на следующем створе, на который одновременно и спускается вниз по течению промерная лодка.

При наличии в реке мелких кос и сухих осередков, через которые лодка пройти не может, ведут промеры отдельно в каждом рукаве; для промеров прибрежных мелких мест наметчик выходит из лодки (в резиновых сапогах). Иногда пользуются при промерах способом косых галсов (по створам), без засечек. Это способ — не точный, дающий лишь приближенные результаты.

При промерах глубин на перекатах пользуются также и такими способами: промеры по заранее намеченным точкам, по двум мензулам, по бечеве или тросу, по продольным профилям. Каждый из этих способов применяется в зависимости от местных условий, точности промера, ширины реки и т. д.

3. Засечка промеров. Стоянка для мензулы должна удовлетворять следующим условиям:

1) находиться на открытом месте,

2) урезы реки должны быть видны в трубку кипрегеля на далекое расстояние,

3) засечки не должны быть слишком острыми или тупыми.

Мензульные стоянки обязательно должны быть закреплены кольями или реперами. Стоянка определяется:

1) установкой на магистрали,

2) установкой на выноске от магистрали,

3) по буссоли,

4) по трем точкам.

III. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ И СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА

1. Обработка материалов. Существуют два способа обработки полевых материалов: по профилям и по планшету. При обработке по профилям засечки с планшета переносятся на полоску бумаги („считка"). По этой полоске с нанесенными черточками промеров строят на миллиметровой бумаге поперечный профиль реки, откладывая по точкам промеров считки соответствующие глубины. После соединения точек глубин получается профиль дна (рис. 367). Перенося со считок на план все точки глубин в соответствии с поперечными профилями, получается на плане ряд точек, которые и служат для проведения изобат.

Рис. 367. Поперечный профиль дна реки.

При обработке по планшетам профилей не вычерчивают, а прямо с промерной книжки выписывают на планшет в точках засечек соответствующие им в промерной книжке глубины, по которым уже составляют план в изобатах (рис. 368). Глубины на план выносятся обычно срезанными, т. е. приведенными к нормальносрезочному горизонту переката или ближайшего водомерного поста. Величина срезки пишется обязательно на плане.

Рис. 368. Обработка по планшету.

2. План в изобатах. По вынесенным на план точкам проводят изобаты. Проведение изобат ведут обыкновенно вниз по течению, соединяя точки с одинаковыми отметками. Сперва наносят проектную глубину, затем нормальносрезочный горизонт, после чего уже остальные изобаты. Таким образом получается план в изобатах (рис. 369), который обязательно обводится тушью с присвоенными для каждой изобаты обозначениями. Проектная глубина обводится жирной линией.

Для облегчения сравнения жизни и режима перекатов составляется на плане координатная сетка. За опорные точки сетки берут обычно имеющиеся на перекате реперы или постоянные точки, имеющие координаты.

В зависимости от характера плана длина стороны квадрата сетки берется от 50—200 *м*. Координатные линии, проходящие через основной репер переката, берутся всегда нулевыми, и от них уже ведется счет координатной сетки в обе противоположные стороны.

Рис. 359. План переката в плобатах.

Шаблон сетки переносится на все последующие планы одного и того же переката для того, чтобы можно было произвести сравнение предыдущих планов с последующими непосредственно по квадратам сетки. Сетка наносится зеленой тушью.

IV. ВЫСТАВЛЕНИЕ СТВОРОВ

1. По мензуле и эккеру. Прорезь, нанесенная начальником плеса на план, переносится на местность и закрепляется створами. Створы разбиваются на открытых берегах по мензуле и эккеру. Мензула устанавливается на пикет (рис. 370) и ориентируется не менее чем по трем точкам.

Прикладывая кипрегель по линии створа прорези, выставляют вехи назад или вперед. После установления вех они снимаются и вместо них устанавливаются два солидные кола, которые для сохранности обсыпаются грунтом. Мензула снимается и вместо нее устанавливается эккер. По эккеру восстанавливается перпендикуляр, по которому лентой откладывается ши-

Рис. 370. Разбивка створов по мензуле и эккеру.

рина прорези. В точке ширины прорези вновь ставится эккер, которым и восстанавливается другой край прорези. Предпочтительнее обе кромки разбивать на местности мензулой.

2. По мензуле. При лесистых и заросших берегах пользуются исключительно мензулой. Мензулу устанавливают на пересечении створа с магистралью и ориентируют ее по магистрали и по пикетам магистрали противоположного берега (рис. 371). Когда мензула ориентирована, то совмещают линейку кипрегеля с линией створа, прочерченной на плане, и выставляют по кипрегелю створы. Так же поступают и со второй кромкой прорези.

Рис. 371. Разбивка створов по мензуле.

Существует много и других способов разбивки створов, как например, с пикета на пикет — с обязательным условием прохождения линии прорези через пикет магистрали; с выноской по эккеру, причем для определения второй кромки прорези пользуются перпендикулярным проложением по эккеру.

ТАБЛИЦЫ

I. Вес строительных и других материалов в кг/м³ (по Бриллингу)

Наименование	кг/м³
Металлы	
Железо сварочное	7 800
Железо литое	7 850
Сталь литая	7 870
Чугун	7 250
Медь	8 900
Бронза	8 450
Латунь	8 600
Олово	7 200
Цинк	7 125
Свинец	11 400
Алюминий	2 600
Никель	8 800
Камни	
Базальт самый плотный	3 100
Базальт обыкновенный	2 950
Порфир	2 750
Гранит	2 780
Мрамор	2 690
Кварц	2 650
Гнейс и сиенит	2 550
Сланец	2 650
Туф	1 300
Шамот	1 850
Шифер кровельный	2 700
Известняк плотный	2 600
Песчаник	2 350
Инфузорная земля (трепел) не обожженная	2 450
Мергель	2 400
Булыжник	2 500
Гравий	2 350
Щебень гранитный	1 800
Щебень из известняка	1 600
Щебень кирпичный	1 200
Кирпич обыкновенный	1 500
Кирпич железняк (клинкер)	1 850
Кирпич огнеупорный	1 850
Кирпич песчано-бетонный	2 000
Гипсовый камень	2 200
Бутовая плита средн. плотн. в укладке 0,5 пустот	1 700
Алебастр обожженный	1 980
Искусств. шифер (этернит)	от 1 800 до 2 300
Мел	2 200
Кладка	
Из гранита	2 750
» известняка	2 600
» песчаника	2 400
» пористого камня	1 200
Из кирпича, обыкновенная сухая	1 450
Из кирпича, обыкновенная сырая	1 600
Из железняка, сухая	1 800
Из железняка, сырая	1 950
Из полого кирпича, сухая	1 200
Из полого кирпича, сырая	1 400
Бетон	
Из кирпичного щебня	1 900
Из гранитного щебня	2 200
Из известнякового щебня	2 000
Из гравия	2 240
» » доменного	1 900
» » угольного	1 400
» » коксового	1 200
Из дерева	1 000
Асбестобетон	2 100
Асфальтовый бетон	2 120
Железобетон (гранитный щебень)	2 400
Растворы	
Известь едкая (кипелка)	1 600

Наименование	кг/м³	
Известь гашеная (пушонка)	1 450	
Известковый раствор сухой	1 650	
Известковый раствор сырой	1 770	
Цемент портландский рыхлый	1 180	
Цемент утрамбов. в бочках	1 660	
Цементный раствор чистый сухой	1 800	
Алебастровый раствор сухой	970	
Алебастровый раствор сырой	1 500	
Гипс	1 810	
Земля		
Земля рыхлая, сухая	1 500	
Земля рыхлая, сырая	1 700	
Земля утрамбованная, сухая	1 700	
Земля утрамбованная, сырая	1 800	
Грунт песчано-глинистый, плотно слежавшийся	1 800	
Грунт каменистый, слоистого строения	2 200	
Чернозем сухой	1 500	
Песок мелкий, сухой	1 650	
Песок мелкий, сырой	1 800	
Песок мелкий, мокрый	2 000	
Глина нормальная, влажная	1 700	
Глина рыхлая, сухая	1 600	
Глина рыхлая, сырая	1 800	
Ил жидкий	1 300	
Дерево	сух.	сыр.
Дуб	850	950
Бук, граб	750	980
Сосна	650	900
Ель	600	860
Лиственница	540	900
Ольха	700	930

Наименование	кг/м³	
	сух.	сыр.
Береза	620	900
Липа	460	800
Осина	530	900
Пихта	560	950
Ива	530	850
Яблоня	740	1100
Груша	680	1000
Вишня	800	1100
Пробка	240	—
Топливо		
Антрацит	1700	
Каменный уголь мелкий	1200	
Каменный уголь в кусках	900	
Каменный уголь брикет	1250	
Бурый уголь в кусках	750	
Торф сухой	400	
„ с 30% воды	460	
„ влажный	800	
„ сфагнум	150	
Древесный уголь в кусках мягких пород	200	
Древесный уголь в кусках твердых пород	250	
Кокс в одном куске	1400	
Кокс насыпной	350—400	
Дрова березовые и ольховые:		
сухие	500	
сырые	630	
Дрова сосновые и еловые:		
сухие	380	
сырые	460	
Хворост сухой	170	
„ сырой	210	
Мазут (нефтян. остатки)	900	
Нефть	850	
Вода		
Дестиллированная при 4° С	1 000	

Наименование	кг/м³
Ключевая	1 013
Морская	1 030
Лед	900
Снег рыхлый	125
„ плотный	500
Вес животных	
	кг
Лошадь	450—500
Корова	450—600
Бык	600—800
Вол обыкновенный	450—650
Вол откормленный	700—900
Свинья	150—200
Баран	60— 80
Разные предметы	
	кг/м³
Асбест	2 500
Асбестовый картон	1 120
Черепица (шифер)	2 300
Асфальт прессованный	1 800
Асфальт литой с гравием	1 600
Асфальт торговый	1 300
Бумага	1 100
Воск	970
Графит	2 100
Дерн	1 400
Зола	900
Книги	850
Кофе	700
Крупа	650
Каучук	900
Клевер	360
Картофель	1 100
Линолеум	1 200
Мох сырой	140
Мука рыхлая	450
Мука уплотненная	750
Масло деревянное, льняное	940
Овес	430
Пакля	130
Пемза	650
Пенька	1 500
Пик	1 100
Пробковые плиты	270
Пшеница	750
Рожь	700
Резина	1 450
Свекловица	650
Строительный мусор (сухой)	1 400
Смола жидкая	1 080
Солод	530
Соль	2 200
Сено, солома	100
Сахар в мешках	825
Стекло оконное	2 500
„ зеркальное	2 600
Стекло хрустальное	2 900
Черепица кровельная	1 100
Шерсть	1 300
Шкафы и полки в библиотеках и архивах	500
Шлак коксовый	600
„ угольный	800
„ доменный	2 500
Фрукты	350
Ячмень	650

II. Допускаемые напряжения материалов (по Водгео и Бриллингу)

Материалы		Модуль упругости в $кг/см^2$	Предел упругости в $кг/см^2$	Напряжение при разрыве в $кг/см^2$	Допускаемое напр. в $кг/см^2$		
					спокойная нагрузка	подвижная нагрузка без удара	подвижная нагрузка с ударом
Прокатная сталь ОСТ4125							
Спецсталь	Растяжение	2 100	3 600	4 800	2 100	—	—
Сталь 5	Растяжение		3 000	5 000	1 750	—	—
Сталь 4 и 3	Сжатие		2 300	4 200 - 3 800	1 400	—	—
Сталь 2			2 000	3 400	1 200	—	—
Литая сталь							
Ст. Л 2	Растяжение	2 100	—	5 000	1 800	—	—
Ст. Л 1	Сжатие		—	3 600	1 200	—	—
Чугун Ч 1	Растяжение	1 000	—	6 000	1 000	—	—
	Сжатие		—	3 200	400	—	—
Мягкое дерево, пихта, сосна и т. п. параллельно волокон	Растяжение	100	300	600—700	100	90	70
	Сжатие		150	300—400	70	60	50
	Скалывание	—	—	65	20	15	10
Твердое дерево дуб, бук и т. п. параллельно волокон	Растяжение	110	400	800—960	120	100	80
	Сжатие		150	350—500	80	70	60
	Скалывание	—	—	70	25	20	15
Среднее для строевого леса перпендикулярно волокон	Растяжение	—	—	75	10	9	7
	Сжатие	—	—	250	40	30	20
	Скалывание	—	—	120	30	25	20
Гранит	Растяжение	250—500	—	50	5	—	—
	Сжатие		—	100—1500	50	40	—
	Срезывание	—	—	70— 100	7—10	—	—
Известняк	Растяжение	200—400	—	30	2	—	—
	Сжатие		—	700—1000	30	20	—
	Срезывание	—	—	30— 58	3—5	—	—
Песчаник	Растяжение	100—300	—	10— 30	1—2	—	—
	Сжатие		—	350—500	20	15	—
	Срезывание	—	—	13— 35	1—3	—	—
Кирпич	Растяжение	100	—	8— 15	—	—	—
	Сжатие		—	80—150	7—15	4—6	—
	Срезывание	—	—	17— 38	1—3	—	—
Цементный раствор 1 : 3 до 1 : 1,5	Растяжение	200—300	—	10— 20	1	—	—
	Сжатие		—	100—300	8—12	6—8	—
	Срезывание	—	—	15— 30	1,5—3	—	—
Бетон	Растяжение	200—300	—	5— 15	5—2	—	—
	Сжатие		—	40—350	20—51	—	—
	Срезывание	—	—	12— 30	10—4	—	—
Бутовая кладка:							
Из твердых пород камня	Сжатие	—	—	—	8—12	6—8	—
Из мягких пород камня	Сжатие	—	—	—	5—8	3—5	—

Примечание. Подчеркнутые величины служат и для расчета на изгиб.

III. Таблица крепости и веса круглых проволочных канатов

Диаметр каната	Вес 1 пог. м	Число проволок в канате	Диаметр проволоки	Временное сопротивление канатов		
				Проволока мягкая отожженная. Разрывается при 40 кг на мм²	Проволока мягкая белая (неотожженная). Разрывается при 55 кг на мм²	Проволока твердая стальная. Разрывается при 120 кг на мм²
мм	кг	штук	мм	Канат разрывается при нагрузке в кг	Канат разрывается при нагрузке в кг	Канат разрывается при нагрузке в кг
7	0,10	24	1,0	600	850	1 800
9	0,22	36	1,0	900	1 250	2 700
10	0,26	42	1,0	1 060	1 500	3 200
11	0,31	49	1,0	1 240	1 700	4 700
12	0,40	36	1,2	1 630	2 230	4 900
13	0,46	42	1,2	1 900	2 600	5 700
14	0,52	36	1,4	2 220	3 050	6 660
15	0,70	36	1,6	2 890	4 000	8 760
16	0,82	42	1,6	3 040	4 660	10 120
17	0,86	36	1,8	3 330	5 050	10 980
18	1,05	42	1,8	4 270	5 900	12 810
19	1,10	36	2,0	4 520	6 200	13 370
21	1,30	42	2,0	5 280	6 600	15 830
23	1,60	42	2,2	6 370	6 800	19 100
25	1,85	56	2,0	7 030	9 700	21 100
27	2,30	84	2,0	10 550	14 530	31 660
30	2,82	96	2,0	12 060	16 600	36 190
33	3,45	96	2,2	14 590	20 060	43 770
35	4,40	108	2,3	17 930	24 620	53 780
37	4,50	96	2,5	18 850	25 920	56 540
41	5,55	126	2,4	22 760	31 370	67 290
45	6,20	133	2,5	26 110	35 910	78 330
50	7,80	133	2,8	32 767	45 090	98 200

ЛИТЕРАТУРА

1. Бриллинг — Формулы и таблицы для расчета инженерных конструкций, 1929 г.
2. Hütte — Справочник по транспорту, тт. I—VIII, 1926 г.
3. УСК — Упрощенная справочная книга, т. I, 1932 г.
4. ВОДГЕО — Металлические затворы гидротехнических сооружений, 1935 г.
5. Коллектив инженеров — Справочная книга по расчету самолета на прочность, 1933 г.
6. ВОДГЕО — Деревянные плотины, 1935 г.
7. Царев — Довідник будівника, 1932 р.
8. Хенхен — Грузозахватные приспособления, 1933 г.
9. Арнольд — Машина в строительном деле, т. II, 1934 г.
10. Арнольд — Машина в строительном деле, 1927 г.
11. Иванов — Дноуглубительные снаряды и обслуживающий их флот, 1933 г.
12. Дубелир и Толстопятов — Земляные работы, 1927 г.
13. Зеленин — Использование скрепера для механизации взрывных работ, 1933 г.
14. Русаков — Производство земляных работ гидравлическим способом, 1934 г.
15. Терцаги — Строительная механика грунтов, 1933 г.
16. Лукашев — Грунтоведение, 1933 г.
17. Бригада инженеров — Основы гидрологии, 1933 г.
18. Шкундин — Гидромеханизация, 1934 г.
19. Соколовский и Исаев — Гидравлический способ производства земляных работ, 1933 г.
20. Гусев — Рационализация работы землесосов, 1931 г.
21. Иванов — Дноуглубительные работы, 1935 г.
22. Товстолес — Гидравлика и насосы, 1933 г.
23. Hütte — Справочник, т. I, 1933 г.
24. Ферстер — Справочная книга для инженеров строителей, ч. 3, 1934 г.
25. Бычков — Реконструкция речных дноуглубительных снарядов, 1932 г.
26. НКПС — Техническая инструкция для производства дноуглубительных работ, 1925 г.
27. Баскин — Расчет отверстий малых искусственных сооружений, 1932 г.
28. Торопов — Производство речных дноуглубительных работ, 1924 г.
29. Бычков — Речные дноуглубительные снаряды, 1934 г.
30. ЦНИИВТ — Тема № 9, 1932 г.
31. Аздно база — Хозрасчет на судах и земснарядах землечерпательных караванов, 1934 г.
32. Поляков — Исследование стока взвешенных и данных наносов, 1935 г.
33. Гусев — Прорезь и свалка грунта при землечерпании, 1933 г.
34. Терпугов — К вопросу о землечерпательных прорезях на реках, 1935 г.
35. Лосиевский — Лабораторное исследование процессов образования перекатов, 1934 г.
36. ЦНИИВТ — Лабораторные исследования на модели Глебовского переката, 1934 г.
37. Кустов — К рационализации волжского землечерпания, 1932 г.

38. Векентьев — Речная судовая практика, 1931 г.
39. Дмитриев — Практика речных изысканий при землечерпании, 1931 г.
40. Близняк — Производство исследований рек, озер, водоразделов, 1930 г.
41. Людвиг — Справочная книга судового механика, 1935 г.
42. Барже — Экскаваторы, 1934 г.
43. ЦНИИВТ — Классификация грунтов для целей дноуглубления, 1934 г.
44. ЦНИИВТ — Общая методика классификации грунтов для целей дноуглубления, т. I и II, 1935 г.
45. Jarnell — Excavating Machinery used in land drainage, 1922.
46. Paul and Bennet — Methods and plant for excavation and embankment, 1927.
47. Simon — Dredging engineering, 1920.
48. Paulmann-Blaum — Die Bagger und die Baggerelhilfsgerate, 1923.

Журналы

1. Гидротехническое строительство, 1934 и 1935 гг.
2. Водный транспорт, 1933—1935 гг.
3. Москваволгострой, 1935 г.
4. Строительная промышленность, 1933—1935 гг.
5. E. N. R. — 1932—1935 гг.
6. W. R. H. — 1932—1935 гг.
7. C. M. — 1933 и 1934 гг.

Редактор *Д. Вовк*
Техн. ред. *М. Зильберборт*

Уполн. Главлита № Б 1014 ОГИЗ № 3651 Т-42.
Зак. тип. 4112. Тираж 1750 экз.
Разм. бум. 62 × 94 1/16 л. 14 3/4 п. л.
У.-а. л. 17. Знаков в п. л. 50176.

Сдано в набор 4/X 1936 г.
Подписано в печать 11/II 1937 г.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста „Полиграфкнига", Москва, Валовая, 28.

Цена 3 руб. 40 коп. Переплет 1 руб. 25 коп.