

В. М. ТАВРИЗОВ

624.5
Т 132

ЛЕДОКОЛЬНЫЕ ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

00192399

БИБЛИОТЕКА
Центрального института
инженеров водного транспорта



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НЕДРА“
Москва, 1967 г.

ЛЕДОКОЛЬНЫЕ ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ,
ТАВРИЗОВ В. М., 1967, 1—143.

В книге описываются техника и технология производства взрывных работ на льду, предназначенных для защиты различных сооружений от ледохода, предотвращения наводнений и пр., рассмотрены организационно-технические мероприятия, проводимые при подготовке к взрывным работам, технология изготовления и расчет зарядов для ледокольных работ и правила безопасности. Большое внимание уделено технике, с помощью которой выполняют все виды ледокольных взрывных работ, проводимых до начала ледохода и в период пропуса льда.

Книга предназначена для взрывников и для всех других лиц, имеющих дело с ледокольными взрывными работами.

Табл. 14, рис. 69, библиогр. 36.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Советский Союз является величайшей в мире водной державой. По его территории протекает более ста тысяч рек общей протяженностью около 2,5 млн. км. Это в несколько раз больше, чем в Америке, Англии и Франции, вместе взятых. В Советском Союзе имеется также большое количество озер, прудов и других водоемов.

В зимний период большинство водоемов покрывается толстым льдом, который при весеннем паводке представляет большую опасность для частично находящихся в воде судов и различных сооружений (мостов, паромных переправ, линий электропередач, гидротехнических сооружений).

В период ледохода сооружения на водоемах работают с большим напряжением. Некоторые, наиболее уязвимые, требуют проведения специальных работ для защиты от разрушающего воздействия льда, в противном случае не исключена возможность их повреждения и даже разрушения. Ежегодный ущерб, наносимый народному хозяйству ледоходом, исчисляется миллионами рублей. Учитывая ежегодную повторяемость ледохода — способы защиты сооружений приобретают немаловажное значение.

Одним из них является взрывной способ борьбы с ледоходом, который применяют с 1841 г. В настоящее время использование более мощных водоустойчивых и менее опасных в обращении взрывчатых веществ (ВВ) и высокопроизводительной техники повысило роль взрывных работ.

При защите от ледохода эксплуатируемых и строящихся сооружений взрывные работы применяют для раскалывания льда на части, не опасные для защищаемого объекта, ликвидации з а т о р о в ¹ и пр.

Многолетняя и успешная практика взрывных работ, проводимых своевременно и в должном объеме в комплексе с другими защитными мероприятиями, подтверждает их эффективность в борьбе с разрушающим действием льда.

Обеспечивая сохранность сооружений, взрывные работы обходятся государству значительно дешевле, чем ежегодные ремонтные работы по ликвидации нанесенных ледоходом повреждений.

¹ З а т о р л ь д а — скопление ледяного материала, вызывающее временный подъем уровня воды.

Широко используют ледокольные взрывные работы также для борьбы с наводнениями (ликвидации заторов), выколки изо льда древесины, проводки судов во льдах, при выполнении строительных и других работ.

При отсутствии ледоколов или там, где их использование невозможно (на малых реках), взрывные работы являются единственным эффективным средством борьбы с заторами льда.

Взрывные работы служат мощным средством своеобразной механизации трудоемких ледокольных работ; незначительные капитальные затраты и простота средств механизации делают их легко осваиваемыми и доступными для широкого внедрения. Цель настоящего пособия — помочь взрывникам и всем лицам, связанным с защитой сооружений от ледохода, овладеть организацией, методами и приемами ведения ледокольных взрывных работ.

Пособие составлено автором на основании личного многолетнего производственного опыта борьбы со льдами, опыта специализированных организаций (Союзвзрывпрома, Трансвзрывпрома, Гидроспецстроя и др.) и инженерных войск Советской Армии. Кроме того, использован большой библиографический материал, ставший за давностью издания уникальным.

Учитывая небольшой объем пособия, автор описывает лишь проверенные практикой, но недостаточно освещенные в литературе работы. По этой же причине общие сведения о взрывных работах (взрывчатых материалах, их транспортировании, хранении, испытании и др.), единые для всех видов работ, выполняемых в различных отраслях народного хозяйства, не приводятся, их можно найти в многочисленных литературных источниках по буровзрывному делу.

Автор выражает благодарность начальнику спецуправления Трансвзрывпрома Я. Х. Эстерову, руководителю взрывных работ Б. А. Смирнову, инспектору Госгортехнадзора СССР А. Б. Лебединскому, начальнику производственного отдела треста Союзвзрывпром Г. А. Васильеву, подполковнику В. П. Андрееву, инженеру Гидроспецпроекта С. А. Давыдову, инженеру Союзвзрывпрома Н. Я. Золотареву, аспиранту П. П. Ангелопуло, доценту И. П. Мудрагей и полковнику в отставке В. А. Антипину за ценные замечания и советы, сделанные ими при подготовке рукописи к изданию.

Автор будет благодарен всем читателям, которые пришлют свои замечания по книге. Отзывы и пожелания следует направлять по адресу: Москва, А-47, пл. Белорусского вокзала, дом 3, издательство «Недра».

Г л а в а I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ И ЛЕДОХОДЕ

§ 1. Образование и свойства ледяного покрова

При понижении среднесуточной температуры воздуха до 0° и ниже в равнинных реках начинается образование кристаллов льда и ледяного покрова.

Сначала образуются з а б е р е г и — припай льда у берегов, где скорость течения незначительна. С понижением температуры воздуха забереги, замерзая и задерживая плывущие льдины, увеличиваются в размерах. Нарастая от берегов к середине реки, они, наконец, смыкаются, положив начало ледоставу.

До окончательного установления ледостава на некоторых участках реки происходит несколько подвижек уже остановившегося и смерзшегося ледяного покрова. При этом могут образоваться т о р о с ы (беспорядочное нагромождение) льда.

При ледоходе на крутых поворотах реки, выше мостов, островов, в глубоких (с небольшими скоростями течения) и других местах, сдерживающих движение льда, образуются з а т о р ы.

Заторные и торосистые участки льда при осеннем ледоходе большой опасности для сооружений обычно не представляют. Зато в период весеннего паводка вследствие большой толщины льда торосистые и заторные участки, особенно в непосредственной близости (вверх по течению) от защищаемых сооружений, чрезвычайно опасны. Опасны для сооружений также н а л е д и — местные ледяные образования, возникающие при замерзании выходящей (через трещины, полыньи) на поверхность ледяного покрова воды.

Наледи образуются и в тех случаях, когда вода на ледяной покров поступает из родников, в связи с промерзанием реки до дна или перегрузкой ледяного покрова снегом.

Наледь может закрывать по высоте весь подмостовой габарит (рис. 1).

Толщина льда на реках колеблется в широких пределах и зависит в основном от климатических условий местности и скорости течения воды. В средней полосе европейской части СССР она обычно не превышает 0,6—0,7 м, в районах Крайнего Севера достигает 2,5 м. Нередко малые реки промерзают до дна.

При прочих равных условиях толщина льда на непроточных водоемах (озерах, прудах, в подпертых бьефах) примерно в 1,2 раза больше, чем на реках.

Большую опасность для свайных и ряжевых опор, отдельных свай, деревянных ледорезов, укреплений откосов и других объектов представляет вертикальное воздействие ледяного покрова, возникающее при значительном изменении уровня воды. При повышении уровня примерзший толстый лед может выдернуть сваю (в том числе и бетонные), поднять ряжевые венцы, выломать отдельные камни

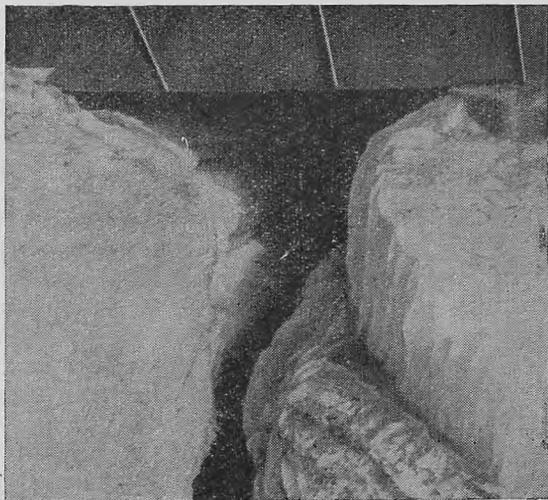


Рис. 1. Наледь под мостом

кладки и произвести другие разрушения; при понижении уровня находящиеся в воде сооружения могут разрушиться под воздействием давления веса осевшего льда.

Ледяной покров водоемов не только представляет угрозу для некоторых сооружений, но и затрудняет плавание судов, сплав древесины, служит причиной образования заторов и наводнений.

Участки рек с большими скоростями течения воды (более 1—2 м/сек), как правило, не замерзают, образуя полыньи.

В период осеннего ледохода и зимой поверхностные слои воды в полыньях, переохлаждаясь под действием низких температур на несколько сотых градуса и перемешиваясь с более теплыми нижними слоями, в свою очередь охлаждаются до такой степени, что образуется внутриводный лед. Скапливаясь в определенных местах, обычно ниже полыньей, внутриводный лед иногда забивает значительную (до 70%) часть живого сечения реки, образуя зажоры, которые вызывают подъем уровня воды до 5 м.

Зажоры, расположенные недалеко от моста, опасны тем, что, прорвавшись, могут стать причиной сноса мостов легкой конструкции. Расположенные непосредственно у мостов зажоры могут вызвать подмыв их опор и ледорезов.

Для большинства сооружений зажоры менее опасны, чем заторы льда. Однако они представляют большую угрозу для неуложенных судоходных плотин системы Поаре. Внутриводный лед, задерживаясь выше плотины, закупоривает ее водосливную часть и намерзает в высоту, образуя водонепроницаемую ледяную преграду и вызывая тем самым повышение уровня воды. Последнее грозит прорывом воды через земляные дамбы и их размывом. История инженерных катастроф знает случаи серьезных аварий гидроузлов в результате зашуговывания их плотин.

Речной (пресноводный) лед в зависимости от условий образования имеет (по толщине) различную структуру (строение) и, следовательно, обладает разными свойствами.

Обычно речной лед состоит из двух слоев: нижнего — толстого кристаллического (прозрачного), в зависимости от цвета воды зеленоватого или голубоватого оттенка и верхнего — тонкого мутного (снежного) слоя, как правило, покрытого снежным покровом (рис. 2).

Кристаллический лед образуется после ледостава наращиванием льда с нижней поверхности ледяного покрова. Он имеет плотность $0,9 \text{ г/см}^3$ и обладает максимальной прочностью, т. е. способностью противостоять воздействию внешних нагрузок, в том числе и взрыву.

Мутный лед образуется большей частью от смерзания мокрого снега или от замерзания воды на поверхности ледяного покрова. Этот лед по прочности примерно в два раза слабее кристаллического.

Прочность льда зависит не только от его структуры, но и во многом от температуры воздуха. Чем выше температура воздуха, тем ниже прочность льда. Так, например, при повышении температуры от -30° до -10° прочность пресноводного льда уменьшается примерно в 1,5—2 раза.

§ 2. Вскрытие рек и весенний ледоход

Весной в связи с повышением температуры воздуха и увеличением солнечной радиации начинается обильное таяние снегов и ледяного покрова, в результате чего уровень воды в реках резко повышается.

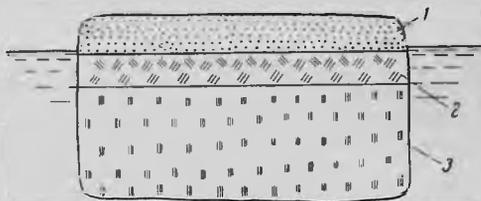


Рис. 2. Строение ледяного покрова:

1 — снежный покров; 2 — мутный (снежный) лед; 3 — кристаллический (прозрачный) лед

На малых реках, особенно при большой толщине льда и интенсивной прибыви воды, последняя выступает на поверхность ледяного покрова (слоем толщиной до 60 см) до тех пор, пока лед не оттает у берегов и не всплывет. Это представляет значительные трудности для производства взрывных работ, выполняемых со льда.

На средних и больших реках русловой лед обычно поднимается по мере прибыви воды, однако, поскольку береговой лед сдерживается припаем, ледяной покров в целом принимает выпуклую форму. При определенном уровне воды русловой лед в результате образования недалеко от берега сквозной продольной трещины отделяется от берегового. Отдельные льдины, примерзшие к берегу, часто мешают образованию м а й н¹ и выводу плавучих средств для защиты их от ледохода. Дальнейшее повышение уровня воды приводит к образованию з а к р а и н — пространств открытой воды вдоль берегов, увеличивающих эффективность работ по раскалыванию льда.

На некоторых реках интенсивность подъема уровня воды и, следовательно, льда достигает 2 м в сутки, а иногда и более. При этом, если защищаемые сооружения не освобождены от поднимающегося ледяного покрова, возможны разрушения деревянных опор, ледорезов, креплений откосов. Чем толще и прочнее лед и интенсивнее прибывь воды, тем большие разрушения они могут причинить.

Прибывающая вода, а также повышение температуры воздуха и солнечная радиация ослабляют ледяной покров; он постепенно тает, теряет прочность и трескается.

При определенном уровне воды на некоторых участках реки происходят первые подвижки освобожденного от берегов и несколько ослабленного ледяного покрова, с разделением его на отдельные большие поля по промоинам, а также по ранее и вновь образовавшимся трещинам. Первая подвижка продолжается обычно несколько минут на длине несколько десятков или сотен метров. Чем тоньше лед, ниже зимние уровни воды, резче их колебания (особенно незадолго перед подвижкой льда) и затяжнее весна, тем ниже уровень первой подвижки.

По мере прибыви воды и ослабления ледяного покрова наступают вторая и последующие подвижки льда, которые бывают более длительными во времени и происходят на большей длине русла. При этом размер отдельных ледяных полей, как правило, уменьшается, а скорость их движения увеличивается. Последняя подвижка является началом ледохода.

В период подвижек на больших реках площадь перемещающихся ледяных полей достигает нескольких десятков гектаров, а поскольку толщина и механическая прочность льда остаются достаточно высокими, они с огромной силой давят на нижерасположенные объекты, берега, острова.

¹ М а й н а — открытое пространство воды, образуемое искусственно в ледяном покрове.

Горизонтальное давление ледяных полей может достигать нескольких десятков тонн на 1 м сооружения. Поэтому период подвижек для защищаемых объектов обычно является самым опасным.

Период первой подвижки, особенно при низких уровнях воды, наиболее опасен для некоторых русловых сооружений, прежде всего рассчитанных на пропуск ледохода через их гребень. Последующие подвижки более опасны для береговых сооружений. Объясняется это тем, что они происходят при более высоких уровнях воды и скоростях движения ледяных полей. Последние продвигаются по берегу на большие расстояния от уреза воды и нагромождаются до более высоких отметок.

Для некоторых незатапливаемых русловых сооружений, например со свайными опорами, более опасным периодом может стать период ледохода, если он характеризуется высоким уровнем воды и большими ледяными полями,двигающимися с большой скоростью (до 3 м/сек). Как показали фактические замеры, льдина площадью 10 тыс. м² и толщиной 0,7 м при скорости движения 2 м/сек давит на опору моста с усилием 45 Т. Разрушению ударных нагрузок льдин наиболее подвержены деревянные элементы сооружений, имеющие жесткую конструкцию и вертикальную грань.

В водоемах стоячих или с очень малыми скоростями течения (например, выше плотин), на некоторых малых реках ледяной покров тает на месте, т. е. ледохода не наблюдается.

К началу ледохода толщина ледяного покрова по сравнению с максимальной уменьшается примерно до 50% для рек средней полосы европейской части СССР и до 30% для рек Севера и Сибири. Одновременно в 1,5—2 раза уменьшается и прочность ледяного покрова (меньше для рек Севера и Сибири; больше для рек средней полосы европейской части СССР). Примерные значения предела прочности пресноводного льда к моменту вскрытия рек приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характер деформации	Предел прочности льда, кг/см ² , для рек	
	Севера и Сибири	Средней полосы европейской части СССР
Сжатие	10—12	5—7
Изгиб	9—12	5—7
Местное смятие	25—30	12—18
Срез	5—6	2—3
Растяжение	7—10	3—4

Продолжительность периода ледохода зависит от размеров реки и метеорологических условий. На малых реках при дружной весне ледоход продолжается несколько часов; на средних и больших реках — при понижении температуры воздуха он может затянуться до

15 суток и более вследствие образования заторов, поступления льда из притоков.

Густота ледохода, под которой понимают степень покрытия водного потока движущимся льдом, к концу периода обычно уменьшается.

Если в начале ледохода движущийся лед покрывает почти всю поверхность реки, причем отдельные льдины достигают значительных размеров (шириной, равной ширине реки, и длиной в несколько раз больше), то в конце ледохода — это лишь отдельно плывущие небольшие льдины размером до 5—10 м. Однако редкий ледоход при определенном стечении обстоятельств, например, если течение воды и ветер направляют лед к берегу, на некоторых участках реки может стать густым.

В конце ледохода не исключена возможность движения и довольно крупных льдин.

Размеры плывущих льдин зависят от ширины реки и степени ее извилистости: чем меньше ширина и больше извилистость, тем размеры льдин меньше; они зависят также от толщины льда и длины пути, который проплывают льдины.

Снижение густоты ледохода к концу его периода объясняется интенсивным таянием и истиранием льдин. Особенно это заметно при затоплении поймы¹, где разносимый течением лед застревает на островах, в кустах и т. д.

Определение густоты ледохода производят визуально, оценивая площадь, занятую льдинами, относительно всей водной поверхности. Если лед покрывает более половины площади водоема, то ледоход называют сплошным (рис. 3); от четверти до половины — средним и менее четверти — редким.

Толщина и прочность льда при ледоходе зависят от климатических условий и продолжительности периода вскрытия реки. Во время ледохода кристаллический лед в результате соприкосновения с теплой водой и воздухом, особенно при выпадении дождей, изменяет свою структуру. Прочность льда при этом снижается. При ударе он легко крошится и в изломе имеет вид пчелиных сот. Поверхность льда становится игольчатой.

Образуемые при весеннем ледоходе заторы, несмотря на потерю льдом прочности, представляют большую опасность для мостов слабой конструкции, незащищенных судов и некоторых гидротехнических сооружений. Заторы обычно образуются выше ледорезов и мостов (особенно с малыми пролетами) (рис. 4), в крутых и узких частях русла, на перекатах, порогах, выше островов, в устьях притоков, если ледоход на них происходит раньше, чем на главной реке. Наиболее часто устойчивые и мощные заторы образуются в местах значительного уменьшения продольного уклона реки (в зоне выклинивания подпора, перехода перекатного участка в плёсовый)

¹ П о й м а — низкий берег, затапливаемый при высоком уровне воды.

в результате задержки льда прочным ледяным покровом. Места образования заторов обычно бывают известны по опыту прошлых лет.



Рис. 3. Силошной ледоход

Больше всего заторов образуется в начале ледохода, когда ледяные поля достигают больших размеров, их прочность и толщина значительны, а скорость движения мала.

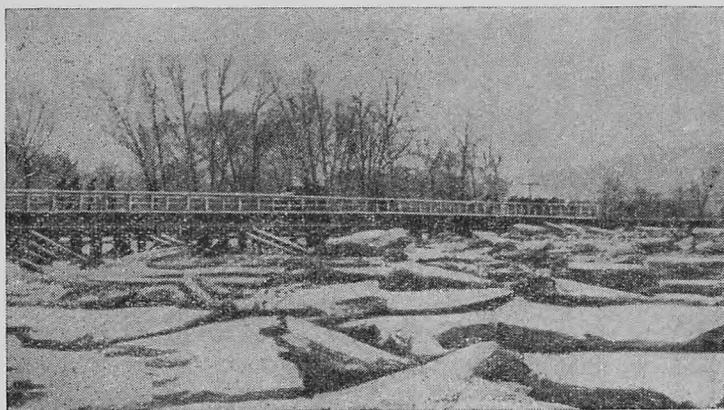


Рис. 4. Затор льда выше моста

Реки, расположенные в южной зоне и текущие с севера на юг, имеют сравнительно небольшую толщину льда и вскрываются чаще отдельными участками с низовьев. Поэтому ледоход на них проходит

более спокойно и заторы носят менее катастрофический характер. Реки, расположенные в северной зоне и текущие с юга на север, имеют большую толщину и прочность льда. Вскрываются они обычно с верховьев. При этом волна половодья обычно взламывает менее ослабленный и более толстый ледяной покров, а поэтому вскрытие носит разрушительный характер. Ледоход здесь проходит бурно и сопровождается образованием мощных заторов.

На некоторых реках, например Амуре, причиной большой заторности служат малые глубины, обусловленные незначительностью весеннего стока.



Рис. 5. Торосы льда

Признаками опасного ледохода являются: толстый лед (образуется при суровой малоснежной зиме), высокое стояние зимних уровней воды и ранняя дружная весна (отсутствие предвесенних оттепелей, понижающих толщину и прочность льда).

Заторы образуются обычно из-за того, что ледяные поля, встречая на своем пути препятствия (мосты, повороты реки, острова, ледяной покров), не могут их преодолеть и останавливаются, сдерживая поступающий сверху лед. При мощных заторах льдины нагромождаются друг на друга, образуя торосы высотой до 10 м и более (рис. 5). При этом значительно уменьшается водопропускная способность русла (в некоторых местах по ширине реки лед набивается почти до дна), в результате чего происходит подъем воды (до 6 м над беззаторным уровнем). Затор не прорывается до тех пор, пока увеличивающийся напор льда и воды не разрушит его или не размоет нового русла в обход затора¹. Обычно прорыв заторов про-

¹ Давление затора увеличивается при увеличении его длины (видимо, до значения, примерно равного тройной ширине затора. С дальнейшим увеличением длины давление затора не увеличивается).

исходит вскоре после их образования. Однако некоторые мощные заторы (например, при убыли воды и сильных заморозках) существуют до 10 суток и более. При прорыве затора вся масса льда и воды со скоростью до 40 км/ч устремляется вниз по течению, неся в себе большую энергию, способную сильно повредить и даже разрушить некоторые мосты, гидротехнические сооружения, суда, строения и другие объекты. Интенсивность убыли воды составляет при этом свыше 1,5 м/ч.

Наибольшие повреждения и разрушения ледоход причиняет деревянным мостам (опорам и ледорезам), особенно на временных опорах (рамных, в виде шпальных клеток), с небольшими пролетами и при отсутствии ледорезов. Однако в некоторых случаях в защите от ледохода нуждаются и более прочные (металлические, бетонные) мосты, особенно с малыми пролетами, если, например, в результате затора могут быть подмыты их опоры.

Мосты с постоянными опорами так же, как и некоторые другие объекты, требуют защиты от ледохода и в том случае, если подъем уровня воды затором, образовавшимся ниже моста, грозит прорывом ее через земляные дамбы и забивкой льдом защищаемого объекта.

Применение взрывных работ для защиты мостов с постоянными опорами допускается только в исключительных случаях.

Для деревянных опор моста, устоев и ледорезов, а также плотин, дамб, труб особенно опасен резкий прорыв затора, расположенного выше по течению вблизи объекта. Кроме большого нажима, оказываемого льдом, возможен размыв дна у основания ледорезов, а также подъем уровня воды и прорыв ее поверх сооружения.

В результате подъема уровня воды затором, образовавшимся перед мостом, возможно сплытие ледяных полей из озер и староречий, которые вследствие загромождения основного русла направляются во второстепенные пролеты моста. Опоры этих пролетов и ледорезы обычно менее прочны, чем в основном русле, поэтому они сильно повреждаются.

Значительный ущерб причиняют заторы отстою плавучих средств: судам, наплавным мостам, паромным переправам, которые могут быть повреждены нажимом льда, сорваны и потоплены (или выброшены на берег) в результате прорыва затора.

Подъем уровня воды, вызванный затором, затапливает суда, находящиеся на ремонте, и судоремонтные предприятия. При снижении же уровня воды (ниже затора или после его прорыва) суда обсыхают.

Вызывая подъем воды, заторы являются причиной затопления ценных земель, населенных пунктов, в том числе и городов (с разрушением береговых построек, нарушением режима работы предприятий и т. д.). Особенно большой ущерб причиняют наводнения при прорыве земляных валов.

Заторы задерживают открытие навигации, сокращая тем самым сроки и без того непродолжительного периода навигации на притоках.

При заторах происходит резкое переформирование русла, в результате чего заносятся землечерпательные прорези и промываются новые судовые хода (часто в ущерб интересам судоходства).

После ледохода уровень воды в реках обычно продолжает повышаться. При этом в реку могут быть занесены ледяные поля из пойменных озер и староречий. Эти ледяные поля представляют особенно большую опасность ввиду больших (по сравнению с речным) площадей и толщин льда. Опасность усугубляется еще и тем, что повторный ледоход может начаться внезапно, после того как река полностью очистилась от льда и угроза ледохода, казалось бы, миновала.

Некоторые объекты защищаются от воздействия обратного ледохода, что наблюдается, например, при расположении объекта вблизи устья притока, куда возможен заход льда с главной реки.

Весенний ледоход на реках Советского Союза, расположенных на огромной территории с разными климатическими условиями, проходит различно. Даже в пределах определенного участка одной и той же реки характер весеннего ледохода из года в год неодинаков. Приведенные сведения о ледоходе следует рассматривать как общие, наиболее типичные для всех рек.

Глава II

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕДОКОЛЬНЫХ РАБОТ

§ 3. Рекогносцировочные работы

Ледокольные взрывные работы чаще всего применяют для защиты уязвимых объектов от ледохода. Учитывая специфические условия проведения этих работ, необходимо более подробно остановиться на вопросе их организации.

Необходимость выполнения специальных работ для защиты сооружений от ледохода определяется прежде всего опытом прошлых лет. Успешное же их проведение во многом зависит от тщательно разработанного плана, для чего предварительно производят обследование предназначенного для защиты объекта и участка вблизи него, а также сбор и изучение гидрологических данных. При составлении плана организации работ учитывают опыт проведения аналогичных работ и данные по прогнозу ледовых явлений. На основании многолетних наблюдений должны быть известны условия, в которых находится сооружение при ледоходе, и наиболее результативные мероприятия по предупреждению его возможных разрушений.

План должен содержать сведения о защищаемом объекте и местных условиях, а также о характере и объемах работ, необходимых материалах, инвентаре, рабочей силе, средствах связи и транспорте, сроках завоза материалов, начале подготовительных работ и пр.

При обследовании определяют конструкцию и техническое состояние сооружения в целом, а также наиболее уязвимых его элементов (ледорезов, опор, устоев, эстакад). Кроме того, определению подлежат:

1. Толщина и прочность ледяного покрова, его структура¹ и ширина, которые определяют мощность ледохода, площадь льда, раскалываемого взрывом, трудоемкость работ и расход взрывчатых материалов (ВМ).

2. Торосистые и заторные участки, особенно расположенные в пределах раскалываемой площади, так как они увеличивают опасность, грозящую объекту, и требуют большого расхода ВМ.

¹ Толщину, прочность и структуру ледяного покрова рекомендуется определять и непосредственно перед началом работ.

3. Наледи, увеличивающие толщину ледяного покрова, и, следовательно, расход ВМ.

4. Водоемы, откуда могут появиться большие ледяные поля, способные стать причиной образования заторов.

5. Мельничные плотины, низководные и наплавные мосты, паромные переправы, плоты, остатки пролетных строений и опор мостов и другие объекты, которые могут быть сорваны ледоходом и представлять опасность для нижерасположенных защищаемых сооружений.

Ширина ледяного покрова и, следовательно, расход ВМ во многом зависят от высоты стояния зимних уровней воды. Чем выше был уровень воды зимой, тем шире ледяной покров и больше ВМ требуется для защиты объекта от ледохода. В частности, для защиты судоходных разборных плотин (например, системы Поаре), уложенных до образования ледяного покрова, требуется значительно меньше ВМ, чем для тех же плотин, действовавших под напором зимой, так как в последнем случае при ледоходе через створ плотины проходит больше льда.

Для измерения толщины льда в нем с помощью пещни или ледового бура (ручного или механизированного) делают лунки. Расстояние между лунками зависит от площади, толщины и структуры ледяного покрова, а также веса выбранных механизмов. Чем больше площадь обследуемого ледяного покрова, прочнее лед, равномернее его толщина и легче применяемые механизмы, тем больше расстояние между лунками. Обычно оно составляет от 20 до 100 м.

Рис. 6. Ледовый бур БЛ-47 и ГР-7

Для ручного бурения лунок рекомендуется пользоваться ледовыми бурами типа БЛ-47 и ГР-7 (рис. 6). Эти буры однотипны по конструкции и отличаются лишь размером спирали, ее шагом и длиной. Их технические характеристики следующие:

Наименование показателей	БЛ-47	ГР-7
Диаметр высверливаемого отверстия, мм	42—45	68—70
Глубина сверления, мм	1050	1200
Глубина сверления с дополнительным сверлом, мм	2000	1800
Вес, кг	4,5	6
Основные размеры, мм	70×254×1460	70×290×1700

Наличие винтовой спирали по всей длине сверла обеспечивает выдачу ледяной стружки на поверхность льда. Однако это не исключает очистки лунок путем извлечения бура на лед.

Работать буром ГР-7 рекомендуется вдвоем: один — поддерживает и направляет бур, другой — вращает коловорот.

Толщину кристаллического и мутного льда, а также снежного покрова измеряют ледомерной рейкой (рис. 7).

При измерении толщины льда определяют и его структуру (испытанием на ударные нагрузки). Игольчатая структура льда часто бывает заметна на глаз. Кроме того, игольчатый лед рассыпается от слабого удара.

Необходимо обследовать и выбрать места съездов с берега на лед. Съезды должны быть пологими, с надежным ледяным покровом. Нельзя выбирать их в местах, где лед имеет трещины шириной более 10—15 см, отделен от берега или завис над водой. Зависание льда проверяют через пробитые у берегов лунки; если вода в них поднимается на 0,8—0,9 толщины льда, то подъем льда над водой отсутствует. В противном случае имеет место зависание льда.

При обследовании определяют возможность проезда к местам производства взрывных работ, а также места расположения жилых зданий, железных и шоссейных дорог, линий высоковольтных электропередач, подводных трубопроводов, кабелей и других коммуникаций (особенно расположенных в пределах опасной зоны).

На судоводных реках места прокладки подводных коммуникаций (трубопроводов, кабелей) обозначают предупредительными знаками: столбами, окрашенными в черно-желтые полосы шириной 50 см, с круглым диском наверху, красного цвета с горизонтальной полосой посередине.

Необходимо знать места образования опасных заторов льда в прошлые годы, наиболее характерные уровни воды и даты начала и конца подвижек льда и ледохода, скорость течения, последовательность и особенности вскрытия реки. Эти сведения могут быть получены в организации, осуществляющей эксплуатацию защищаемого объекта, в местном управлении гидрометслужбы и от старожилов.

В местных органах рыбнадзора следует выявить места расположения стоянок рыбы и рыбные заповедники, чтобы при

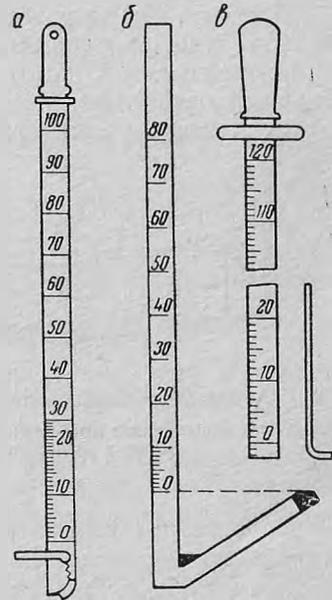


Рис. 7. Ледомерные рейки:

а — металлическая с откидной планкой; б — деревянная с подкосом; в — металлическая, входящая в комплект ледового бура ГР-7

производстве взрывных работ не нанести ущерб рыбному хозяйству.

Обычно обследуют участок, расположенный в пределах 5—10 км от защищаемого объекта вверх по реке и 2—3 км вниз по течению (обычно не далее, чем до ближайшего защищаемого объекта).

Особое внимание необходимо уделять участкам у вновь построенных сооружений (больших деревянных мостов, плотин), где пропуск ледохода происходит впервые.

Для рекогносцировочных работ формируется отряд в составе не более 5 человек (обычно на лыжах) из числа технического персонала организации, которой поручена защита объекта от ледохода, включая начальника команды взрывников и лицо, ответственное за пропуск ледохода и паводка.

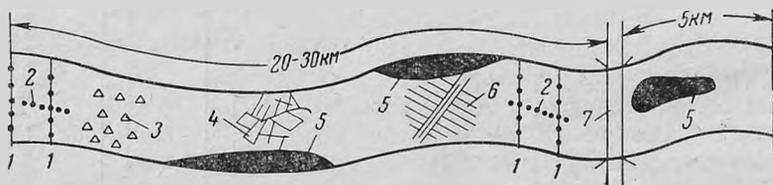


Рис. 8. Схематический план ледомерно-маршрутной съемки:

1 — поперечные профили; 2 — лунки посередине реки; 3 — торосы; 4 — трещины; 5 — полыньи; 6 — наледь; 7 — защищаемый объект

Мощные опасные заторы (на реках шириной более 200 м) формируются в основном за счет запасов льда участка реки протяженностью в несколько десятков километров. Поэтому при защите особо важных объектов обследование рекомендуется производить на участке длиной 20—30 км вверх и 5 км вниз от сооружения. Маршрутное обследование в районе образования заторов обычно производят на участке двух-трехкратной длины заторов, наблюдавшихся в прошлые годы.

При обследовании участка составляют его схематический план (если нет готового, например выкопировки из лоцманской карты), на который наносят ледовую обстановку (торосы, наледи, шугу, полыньи).

Для этого через 0,5—1 км разбивают поперечные профили, на которых рекомендуется заранее пробить по пять лунок (одну на середине реки, остальные на равном расстоянии друг от друга). Между поперечниками лунки пробивают посередине реки с интервалом 100 м. В полевой журнал по замерам в лунках записывают глубину воды, толщину льда, шуги и снега. На основании полученных данных составляют схематический план (рис. 8) и продольный профиль ледомерно-маршрутной съемки (рис. 9), определяют среднюю толщину льда и объем ледяного материала в пределах интересующего участка. Располагая этими материалами и сравнивая

их с данными прошлых лет, можно довольно ясно представить характер предстоящего ледохода и наметить эффективные меры борьбы с ним. Однако следует учитывать, что в период ледохода требуется принимать решения, не предусмотренные планом.

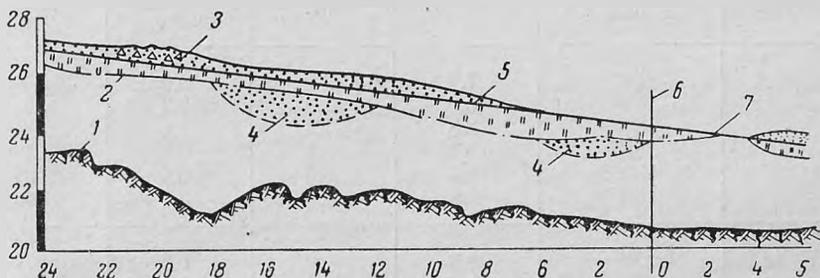


Рис. 9. Продольный профиль ледомерно-маршрутной съемки:

1 — рельеф дна; 2 — лед; 3 — торосы; 4 — шуга; 5 — снег; 6 — створ защищаемого объекта; 7 — уровень воды

§ 4. Определение расхода взрывчатых материалов и затрат труда

Расход ВМ определяется площадью раскалываемого до начала ледохода ледяного покрова, а также объемом взрывных работ в период ледохода. При защите больших объектов площадь льда, намеченная для раскалывания до ледохода, является основным критерием для установления расхода ВМ и потребности в рабочей силе. Она определяется опытом прошлых лет с учетом результатов обследования и прогноза ледовых явлений.

Предварительное раскалывание ледяного покрова производят для образования майн, рыхления льда около объекта и в водоемах, откуда могут быть принесены опасные ледяные поля, и т. д.

При защите наплавных мостов, паромных переправ, судов раскалывание ледяного покрова производят для вскрытия дворов¹ и образования смягчающих подушек льда. Объем и порядок выполнения этих работ зависят от климатических условий, режима реки, данных льдопропускного отверстия сооружения, его конструкции, технического состояния и пр.

Ориентировочные нормы расхода ВМ и электропровода на раскалывание ледяного покрова приведены в табл. 2.

Зная расход ВМ на 100 м² ледяного покрова и намечаемую к раскалыванию площадь льда, нетрудно определить и общий расход ВМ на работы, проводимые до ледохода.

Как видно из табл. 2, расход ВМ зависит не столько от толщины льда, сколько от расстояния между зарядами, которое определяется в основном заданной степенью дробления льда² и условиями

¹ Двор — узкая полоса открытого пространства воды, образуемая искусственно, среди ледяного покрова.

² Наибольшее измельчение льда производится при выполнении работ взрывом в захвате для образования дворов и майн, более свободных от льда.

Толщина кристаллического льда, м	Расстояние между зарядами в зависимости от глубины опускания их в воду *	Расход на 100 м ² ледяного покрова			
		ВВ, кг	детонаторов, шт.	огнепроводного шнура, м	электропровода, м
0,4—0,7	5W	7,0	3,0	3,0	40
	6W	5,0	2,3	2,3	30
	8W	2,8	1,2	1,2	20
	10W	1,8	0,8	0,8	15
	12W	1,3	0,6	0,6	13
	15W	0,9	0,4	0,4	10
0,7—1,0	5W	9,0	1,0	1,0	27
	6W	7,0	0,7	0,7	22
	8W	3,5	0,5	0,5	15
	10W	2,2	0,4	0,4	12
	12W	1,6	0,3	0,3	10
	15W	1,0	0,2	0,2	8
1,0—1,3	5W	11,0	0,7	0,7	21
	6W	8,0	0,5	0,5	17
	8W	4,3	0,3	0,3	12
	10W	2,7	0,2	0,2	9
	12W	2,0	0,2	0,2	8
	15W	1,2	0,1	0,1	7

Примечание. Приведенные нормы относятся к зарядам, рассчитанным исходя из удельного расхода ВВ (K)—0,9 кг/м³. При $K=0,5$ кг/м³ (см. § 11) нормы по расходу ВВ следует уменьшить в 1,8 раза. Расход огнепроводного шнура подлежит корректировке в зависимости от глубины погружения заряда в воду. Для взрыва не кристаллического, т. е. слабого льда, расход ВВ принимают в 1,5—2 раза меньше.

* Глубина опускания зарядов в воду (W) принимается от центра заряда до верхней поверхности льда.

взрывания зарядов (в зажиме или без него). При выборе норм расхода ВМ расстояние между зарядами принимают по опыту прошлых лет или исходя из рекомендаций, изложенных в соответствующих параграфах главы V.

Если заранее неизвестно, будут ли в период взрывания льда закраины или полынья, наличие которых сильно влияет на расстояние между зарядами, то при определении норм расхода ВМ следует исходить из наиболее неблагоприятных условий, т. е. расстояние между зарядами принимать минимальным.

В период ледохода для раскалывания больших льдин и ликвидации заторов часто необходимо дробление льда. Расход ВМ на эти работы определяется практикой прошлых лет (с учетом прогноза по ледоходу) и обычно составляет 50% ВМ, расходуемых на работы, выполняемые до ледохода. Однако для защиты некоторых сооруже-

ний (например, мостов с небольшими пролетами на малых реках) расход ВВ для раскалывания льда в период ледохода превышает количество ВВ, потребное для взрывных работ предледоходного периода.

При защите объектов на малых реках (шириной 10—20 м) взрывные работы до ледохода не выполняют. Их производят только в период ледохода, общий расход ВВ при этом составляет от нескольких десятков до 200 кг. Для защиты объектов, расположенных на реках шириной менее 10 м (например, мостов с длиной настила до 20 м), проведение взрывных работ, как правило, вообще не требуется.

Приближенный расчет расхода ВВ для защиты конкретного объекта (моста), потребность в котором может возникнуть при предварительном определении общего количества ВВ для защиты ряда мостов до их рекогносцировки или когда данный мост защищается впервые, рекомендуется производить исходя из норм, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Длина моста по настилу, м	Средний расход на 1 м моста		
	ВВ, кг	детонаторов, шт.	огнепроводного шнура, м
20—40	3	1,5	1
40—60	4	2	1,5
60—100	6	3	2
100—150	8	4	3
150—200	10	5	4
200—300	15	7,5	5

Эти нормы являются усредненными, установленными на основании анализа результатов проведения большого количества взрывных работ по защите мостов различной длины в среднеклиматических условиях (при толщине льда 60—80 см).

Фактический расход ВВ на 1 м длины некоторых мостов может отличаться от приведенных норм в ту или другую сторону примерно в 2—3 раза, поэтому пользоваться ими следует с большой осторожностью.

Кроме ВВ, детонаторов, огнепроводного шнура и электропровода для производства взрывных работ требуется:

1. Плотная бумага для изготовления оболочек заряда из неводостойчивых ВВ — 3 ÷ 4% (от веса патронируемых ВВ).

2. Гидролизующий состав для покрытия зарядов — 8 ÷ 10% (от веса патронируемых ВВ).

3. Шпагат для вязки и опускания зарядов в воду — 1 ÷ 1,5% (от веса ВВ).

4. Зажигательный фитиль — 1,5 см на один заряд.

5. Изоляционная лента — 1 г на зажигательную трубку и 1,5 г на сrostок электропровода.

6. Балласт (камень, песок).

Количество взрывников и рабочих устанавливается расчетом лишь для работ большого объема, выполняемых до начала ледохода. Затраты труда взрывников и рабочих, используемых для пробивки лунок, охраны опасной зоны и изготовления зарядов, приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Толщина кристаллического льда, м	Затраты труда на 100 м ² ледяного покрова, чел-дней, при расстоянии между зарядами					
	5W	6W	8W	10W	12W	15W
0,4—0,7	0,6	0,4	0,25	0,2	0,12	0,08
0,7—1,0	0,5	0,35	0,2	0,15	0,1	0,07
1,0—1,3	0,4	0,3	0,15	0,1	0,08	0,06

П р и м е ч а н и е. Эти данные следует уменьшать на 15% при применении зарядов, не покрываемых гидроизолирующим составом, и на 10% при применении зарядов, рассчитанных исходя из значения $K = 0,5 \text{ кг/м}^3$, они не учитывают затраты труда на потопление карт льда, пробивку борозд и пр.

Затраты труда в период пропуска ледохода определяются по данным прошлых лет с учетом прогноза по ледоходу.

Потребность во ВМ, вспомогательных материалах и рабочей силе определяется по каждому объекту в отдельности при составлении технического расчета (см. приложение) или паспорта на производство взрывных работ.

Наиболее трудоемкой операцией взрывных работ является подготовка лунок вручную. На пробивку лунок пешнями затрачивается примерно столько же времени, сколько на все остальные работы, вместе взятые. При раскалывании толстого ледяного покрова на большой площади сжатые сроки предледокольного периода требуют для пробивки лунок большого количества рабочих, в связи с чем возникает необходимость в максимальном использовании механизированных средств бурения: ледобуров, отбойных молотков.

Если применению механизированных средств мешает снежный покров, то для его расчистки следует использовать снегоочистители или бульдозеры. При большом объеме работ применение механизированных средств для расчистки снега и подготовки лунок должно стать обязательным.

Учитывая высокую производительность механизированных средств, их можно использовать на нескольких объектах. Количество механизмов устанавливают исходя из их производительности и объема работ. При этом учитывается время, необходимое на перевозки с одного объекта на другой.

Необходимо учитывать вес того или иного механизма, для чего следует производить расчет несущей способности ледяного покрова. Наименьшие допустимые толщины последнего при температуре воздуха ниже 0° в зависимости от веса механизма приведены в табл. 5.

Прход людей по льду разрешается при толщине кристаллического льда не менее 10 см.

Т а б л и ц а 5

Вес груза, Т	Наименьшая толщина кристаллического льда, см	
	механизм на гусеничном ходу	механизм на колесном ходу
До 0,5	12	15
0,5—1	14	18
1—1,5	16	20
1,5—2	18	22
2—3	22	27
3—4	25	30
4—6	32	38
6—8	37	43
8—10	40	48
10—12	45	52
12—15	50	58

Примечание. Несущая способность ледяного покрова при продолжительной оттепели определяется специальным расчетом или принимается в 2 раза меньше рассчитанной для нормальных условий. При наличии мутного льда в расчет следует принимать только половину толщины его слоя.

Для оснащения команды взрывников необходим следующий инвентарь.

Сумки и рюкзаки для переноски ВМ, шт. По числу взрывников	
Спасательные жилеты, шт.	То же
Шахтерские каски, шт.	»
Вагры насадные длиной 1,5 м, шт.	»
Шпильцы-обжимы, шт.	»
Деревянные забойники, шт.	»
Ножи складные, шт.	»
Часы карманные или наручные, шт.	»
Костюмы брезентовые, комплект	»
Копки, шт.	»
Болванки, комплект	1
Предохранительные пояса с веревками длиной 25—30 м, шт.	По числу взрывников
Брезент 2 × 2 м, шт.	1—2
Котел для разогревания гидроизолирующего состава, шт.	1
Совки объемом 1—1,5 л, шт.	1—2
Деревянные толкушки, шт.	1—2
Ледокольные пещни, шт.	По числу рабочих
Сачки или совковые лопаты, шт.	То же
Ледомеры, шт.	1—2
Сапоги резиновые (болотные), пар	По числу лиц в команде
Рукавицы, пар	То же
Свистки, шт.	»

Ручная сирена, шт.	1
Красные сигнальные флажки, шт.	10
Переносные щиты с предупредительными надписями, шт.	3—5
Переносная палатка, шт.	1
Моторные и весельные лодки с оснасткой, шт.	2—3
Бросательные концы длиной 25—30 м, шт.	2—3
Багор насадной длиной 6 м, шт.	1
Спасательные круги, шт.	1—3
Аптечка скорой помощи, шт.	1—2
Белье, комплект	1—2
Катушка для магистральных проводов, шт.	1
Взрывные машинки, шт.	1—2
Электроизмерительные и контрольные приборы, комплект	1
Электромегафон или рупор, шт.	1
Электрические ручные фонари с фарой, шт. По числу лиц в команде	1—2
Лестницы, шт.	1—2
Ледобуры, шт.	1—2
Доски толщиной 30—40 мм, м ³	0,5—2

Этот список является ориентировочным и уточняется в каждом конкретном случае в зависимости от ожидаемого режима ледохода, способа взрывания зарядов, применяемых ВМ и т. д.

На защищаемых объектах следует оборудовать посты (площадки, навесы) для взрывников. При отсутствии пролетного строения опоры моста, а если возможно, то и ледорезы соединяют легкими мостками. В противном случае увеличивают число рабочих лодок.

При необходимости готовят катера, автомобили повышенной проходимости (ГАЗ-66А, ГАЗ-47 и др.); договариваются о предоставлении, например войсковыми частями, плавающих гусеничных транспортеров (К-61, ГТ-Т и др.) и вертолетов (Ми-1, Ми-4 и др.). Транспортные средства используют для завоза ВМ при бездорожье, переездов команды взрывников и для ледовых разведок. В последнем случае особенно удобны вертолеты.

Для дежурства и отдыха команды взрывников поблизости от места работы необходимо иметь отапливаемое помещение (например, на тракторных санях), в котором должны храниться материалы для оказания первой помощи при несчастных случаях. При большом объеме работ необходимо позаботиться об организации питания и медицинского обслуживания.

Так как основной статьей расхода являются затраты на приобретение детонирующего шнура, на выплату заработной платы производственному персоналу и охране кратковременного склада ВМ, для уменьшения стоимости взрывных работ следует сократить период их производства и по возможности отказаться от применения детонирующего шнура. При благоприятных условиях для хранения ВМ следует использовать близлежащие склады. Кроме того, проведение взрывных работ на небольших близкорасположенных объектах, особенно в предледоходный период, следует поручать одной разъездной команде взрывников, имеющей свой передвижной склад на автомобиле.

§ 5. Организация команд взрывников и связи

При большом объеме взрывных работ на каждый объект, кроме аварийных бригад по пропуску льда, назначается команда взрывников, состоящая из начальника (руководителя взрывных работ), взрывников и рабочих. При небольших объемах работ, близком расположении защищаемых объектов друг от друга и наличии хороших дорог одна команда может поочередно обслуживать несколько объектов (особенно до первой подвижки льда).

При необходимости команда, в составе которой имеется несколько опытных взрывников, может разделиться на небольшие отряды и производить работы сразу на нескольких объектах.

Команда взрывников подчиняется лицу, ответственному за пропуск ледохода и паводка или паводковой комиссии, и комплектуется обычно организацией, производящей взрывные работы. Начальником команды назначается лицо, имеющее право ответственного ведения взрывных работ, или на небольших объектах, — взрывник со стажем ледокольных работ не менее двух сезонов.

В неотложных случаях начальник команды должен принимать личное участие в выполнении взрывных работ, не снимая с себя ответственности по руководству и наблюдению за их проведением. В этом случае он обязан иметь «Единую книжку взрывника».

Начальник команды, имеющий право ответственного ведения взрывных работ, по совместительству может быть заведующим складом. Начальник команды, назначаемый из числа взрывников, может быть заведующим складом по совместительству только при наличии удостоверения заведующего складом. Заведуя складом, такие лица не имеют права выполнять взрывные работы и подписывать наряд-путевки.

На передвижных складах обязанности заведующего складом могут быть возложены по совместительству на лицо охраны или шофера автомобиля, имеющих удостоверение заведующего складом.

Так как работы по взрыву льда, особенно при защите сооружений от ледохода, выполняются периодически, нет необходимости содержать штат взрывников, не занимающихся ничем, кроме как взрывными работами. Рекомендуется готовить взрывников из постоянных опытных кадровых работников (мостовых и дорожных мастеров, судопропускников и др.), отрываемых от своей основной работы только на период ледохода.

Количество взрывников в команде колеблется в широких пределах (от двух и более). При малом объеме предледоходных работ наибольшее количество взрывников требуется для дежурства на период пропуска льда. Круглосуточное дежурство ведется по графику, начиная с первого дня подвижки льда.

Для защиты особо важных объектов в условиях тяжелого ледохода и большом объеме работ к выполнению их в качестве подрядчиков привлекают войсковые части (обычно инженерные войска), а также специализированные организации (управления Союзвзрыв-

прома, Трансвзрывпрома, Гидроспецстроя и др.), с которыми заключают соответствующие договоры. При выполнении работ подрядным способом к команде взрывников прикрепляют ответственного представителя заказчика для согласования с ним спорных вопросов.

Взрывчатыми материалами войсковую часть обычно обеспечивает заказчик, он же оформляет все разрешения, необходимые для проведения взрывных работ. Руководство взрывными работами осуществляет представитель войсковой части. Для получения разрешения на право производства взрывных работ заказчик к заявлению, подаваемому в органы Госгортехнадзора, должен приложить справку войсковой части с указанием руководителя взрывными работами.

Заведующий складом ВМ, которого обычно назначает заказчик, производит отпуск материалов только по наряд-путевкам, оформленным руководителем взрывных работ и выписываемым на взрывника войсковой части.

Для успешной борьбы с ледоходом рекомендуется иметь постоянный состав команды, ежегодно посылаемой для защиты одних и тех же объектов.

Работы по защите объектов от ледохода в зависимости от интенсивности подъема уровня воды имеют свои особенности. При быстром подъеме, характерном для верховий и малых рек, первая подвижка льда наступает быстро, часто внезапно. В этом случае взрывные работы следует начинать заблаговременно и проводить их более оперативно.

Наличие прочного ледяного покрова (без полыньей и закраин) требует увеличенного расхода ВМ и рабочей силы.

При медленном подъеме уровня воды, характерном для низовий и больших рек, первая подвижка обычно наступает позже; примерное время ее наступления можно определить заранее. В этом случае к взрывным работам можно приступить позднее, когда образуются закряины, полыньи, ледяной покров оторвется от берегов и потеряет свою первоначальную прочность. Более позднее начало взрывных работ, кроме экономии ВМ и меньших затрат труда, наносит меньший ущерб рыбному хозяйству. Однако слишком затягивать сроки начала работ не следует, так как увеличивающаяся опасность хождения по льду может помешать их своевременному окончанию.

Для ориентировочного определения (до прибыти воды) времени начала работ по раскалыванию ледяного покрова необходимо использовать прогноз по ледоходу, который для надежности следует периодически уточнять в местном управлении гидрометслужбы. При отсутствии прогноза можно ориентироваться данными прогноза по главной реке, притоку или другой реке, протекающей в сходных природных условиях.

Своевременное начало взрывных работ определяется в основном двумя факторами — высотой уровня воды и ее прибылью по сравнению с устойчивым зимним уровнем текущего года. Анализируя многолетние отчетные данные (примерно за 10 последних лет), необходимо определить, при наступлении какого уровня воды и при какой

се прибыли следует приступить к проведению взрывных работ. Фиксируя ежедневно уровень воды и, следовательно, ее прибыль (по наблюдениям на водомерном посту) и сравнивая эти величины с ожидаемыми в день начала работ, можно довольно точно определить время начала раскалывания ледяного покрова (или дежурства взрывников). В качестве примера в табл. 6 приведены время (дата), уровни воды и ее прибыль, определяющие начало проведения взрывных работ по защите объекта *N* от возможных последствий ледохода.

Таблица 6

Показатели	Сроки начала проведения взрывных работ										
	календарные										предельные
	24. III 1956	30. III 1957	26. III 1958	5. IV 1959	2. IV 1960	12. IV 1961	27. III 1962	31. III 1963	16. III 1964	26. III 1965	
Уровень воды, при котором приступали к взрывным работам, см	200	230	220	190	190	170	170	160	250	230	160— 250
Прибыль воды (по сравнению с устойчивым зимним уровнем текущего года), см . .	100	100	100	90	80	80	60	70	70	100	60—100

При планировании взрывных работ, в случае отсутствия прогноза по ледоходу и других более точных данных, необходимо учитывать предельные сроки начала их проведения. Кроме того, как видно из таблицы, к взрывным работам следует приступать при достижении уровня воды: не менее 160 и не более 250 см. Одновременно величина прибыли воды должна быть не более 100 и не менее 60 см. Это значит, что если уровень воды хотя и достиг, например, 200 см, а прибыль ее при этом составляет только 30 см, то к взрывным работам следует приступать лишь тогда, когда прибыль воды составит не менее 60 см, т. е. при уровне воды 230 см.

При проведении взрывных работ непосредственно в период ледохода, особенно при защите больших уязвимых объектов, большое значение имеет хорошо налаженная связь. Без связи невозможны своевременная информация о начале и характере ледохода и оперативное проведение работ.

В первую очередь необходимо наладить связь между постами наблюдения и командой взрывников у объекта. Посты наблюдения организуют обычно при защите больших уязвимых объектов и располагают на 1—1,5 км выше их. В задачу постов входит своевременное предупреждение команд взрывников о характере подвижки льда, приближении больших льдин и о других особенностях ледохода.

Желательно иметь связь между командой взрывников у объекта и дежурной командой, организуемой в условиях тяжелого ледохода для раскалывания больших льдин. Места нахождения постов наблюдения и дежурных команд могут совмещаться.

Рекомендуется поддерживать связь с управлением гидрометслужбы (для получения прогнозов) и с администрацией выше и ниже расположенных сооружений (для взаимной информации о характере ледохода и мерах по его пропуску).

Связь может осуществляться всеми имеющимися средствами; в первую очередь используют телефонную (постоянную и временную) и радиосвязь типа АРС, МАРС, ЖР (в зависимости от расстояния передачи). Кроме того, для связи можно использовать автомобильный и другой транспорт, сигнальные ракеты (особенно ночью), флаги.

При круглосуточном дежурстве места взрывных работ должны быть хорошо освещены. Для освещения обычно применяют прожекторы рассеивающего света, электролампы накаливания большой мощности, защищенные от разлета осколков льда проволочными сетками (размещаемые так, чтобы не ослеплять работающих), и электрические ручные фонари. Питание источников освещения осуществляется от местных или передвижных электростанций.

Лучшим типом освещения является прожекторное, позволяющее освещать площадь в несколько тысяч квадратных метров. Преимуществами такого типа освещения, кроме того, являются возможность использования переносных опор и гарантированная сохранность источников света (ввиду удаленности от места работ до 200—250 м) от поражающего действия осколков льда, разлетающихся при взрывах.

Для освещения мест проведения взрывных работ можно использовать также прожекторные установки и фары катеров, автомобилей и тракторов.

§ 6. Получение, завоз и хранение ВМ

Успех подготовки сооружений к пропуску ледохода зависит в первую очередь от своевременной доставки к месту работ взрывчатых материалов.

До завоза ВМ прежде всего необходимо получить разрешение управления Главрыбвода, а также: разрешение на право производства взрывных работ, свидетельство на приобретение ВМ, разрешение на приобретение, перевозку и хранение ВМ.

Разрешение управления Главрыбвода получают через местные органы рыбнадзора, с которыми необходимо согласовать время и место проведения взрывных работ. Органы рыбнадзора осуществляют обычно и контроль за проведением взрывов. Кроме того, в качестве контролера местные органы рыбнадзора могут назначить своего представителя.

Разрешение на право производства взрывных работ и свидетельство на приобретение ВМ выдает контролирующая организация Госгортехнадзора, на хранение, приобретение и перевозку ВМ — органы Управления охраны общественного порядка. Для получения этих разрешений, согласно требованиям Единых правил безопасности при взрывных работах, необходимо иметь исполнителей работ, склад с вооруженной охраной и транспорт для перевозки ВМ.

Оформление необходимой документации рекомендуется начать заранее за 2—3 месяца до начала взрывных работ. К этому времени следует арендовать, или закончить постройку и оборудование кратковременных складов ВМ, сдать их в эксплуатацию и подобрать вооруженную охрану.

При небольших объемах работ и необходимости их быстрого проведения на нескольких объектах, в качестве кратковременных складов целесообразно использовать передвижные склады на автомобилях¹, тракторах.

Для упрощения организации работ и уменьшения их стоимости при наличии не менее 3—4 объектов защиты в пределах области, края и республики (не имеющих областного деления) рекомендуется завоз ВМ производить сначала на перевалочный базисный склад, равноудаленный от мест работ. От последнего должны быть проложены хорошие дороги к кратковременным складам ВМ на самих объектах.

В этом случае отпадает необходимость оформления большого количества разрешений на приобретение и перевозку ВМ в приобъектные склады (перевозка разрешается по наряд-пакетной). Кроме того, возможность заблаговременного завоза ВМ на центральный склад гарантирует своевременное обеспечение приобъектных складов.

При хорошем состоянии дорог ВМ в приобъектные склады можно завести незадолго до начала работ. Это позволит сократить время охраны ВМ и тем самым сэкономить средства по содержанию охраны. На базисном складе необходимо иметь некоторый (10—20% общего расхода) запас ВМ для использования в непредвиденных случаях на том или ином объекте. Это позволит избежать перевозок ВМ с одного объекта для использования их в другом месте.

Если при оформлении разрешений на завоз взрывчатых материалов их необходимое количество по тем или иным причинам не выявлено, рекомендуется потребность во ВМ определять с некоторым запасом. Здесь следует иметь в виду, что в общем балансе стоимости работ стоимость ВМ составляет сравнительно небольшую долю расходов. Поэтому учитывая возможные непредвиденные обстоятельства, не следует слишком ограничивать количество завозимых ВМ.

При выполнении работ субподрядным способом получение разрешений на приобретение, перевозку и хранение ВМ обычно

¹ См. Докучаев М. М. и др. Справочник по буровзрывным работам на строительстве. Госстройиздат, 1962.

возлагается на заказчика. Он же обеспечивает их перевозку и охрану.

ВМ на центральные склады должны быть доставлены не позднее 15 суток до самой ранней (за ряд сезонов) подвижки льда (при отсутствии прогноза подвижки льда текущего года). Доставка ВМ на кратковременные (приобъектные) склады и прибытие команд взрывников на объекты производится примерно за 5 суток до намечаемого срока начала взрывных работ. При затруднениях (из-за весенней распутицы) с обычными способами доставки ВМ и команд необходимо использовать с этой целью самолеты, вертолеты, плавающие гусеничные транспортеры.

При выборе транспортных средств следует иметь в виду, что 1 т аммонита в рассыпном виде (в мешках) занимает 1,3—1,5 м³, 1 т прессованного аммонита (в патронах) 2,5—3 м³ и 1 т патронированного аммонита 3—3,5 м³.

Для экономии средств и времени при малом расходе ВМ и большом расстоянии до заводов-изготовителей рекомендуется получать их с близрасположенных складов, принадлежащих другим министерствам и ведомствам.

Для контроля за ходом выполнения подготовительных и основных работ рекомендуется составить следующий «Календарный график» (составлен для моста N, см. приложение).

Утверждаю:

Календарный график
выполнения взрывных работ при пропуске ледохода 196 — г.
у моста через реку N

Состав команды: начальник команды, 4 взрывника, 12 рабочих.

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем	Трудоемкость, чел.-день	Время выполнения		Ответственные исполнители
					начало	конец	
1	Оформление разрешения в управлении Главрыбвода			—	1.II	10.II	Начальник спецчасти
2	Проведение семинара с взрывниками и заведующими складами ВМ			10	5.II	10.II	
3	Оформление разрешения на право производства взрывных работ и свидетельства на приобретение ВМ			—	11.II	15.II	То же
4	Устройство кратковременного склада и сдача его в эксплуатацию	шт.	1	40	1.II	15.II	Мостовой мастер

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем	Трудоемкость, чел.-день	Время выполнения		Ответственные исполнители
					начало	конец	
5	Оформление разрешений на хранение, приобретение и перевозку ВМ			—	16.II	28.II	Начальник спецчасти
6	Устройство освещения, временной связи и постов варьвников	—	—	100	1.III	15.III	Мостовой мастер
7	Обследование участка работ	—	—	5	1.III	2.III	То же
8	Завоз ВМ: аммонита	кг	2500				Руководитель взрывных работ
	капсулей-детонаторов	шт.	1400				
	огнепроводного шнура	м	1050	30	5.III	10.III	
9	Испытание ВМ, проведение пробных варьвов, подготовки инвентаря и инструмента	—	—	25	13.III	17.III	То же
10	Околка льда по периметру опор моста и ледорезов	м	400	20	1.III	10.III	Мостовой мастер
11	Подготовка лунок пешнями	шт.	750	20	11.III	17.III	То же
12	Раскалывание ледяного покрова у моста и в двух озерах	м ²	75 000	225	18.III	5.III	Руководитель взрывных работ
13	Дежурство двух команд варьвников во время ледохода	—	—	112	6.IV	12.IV	То же
	Итого			537			

*Руководитель взрывных работ
Мостовой мастер*

Глава III

ПРОИЗВОДСТВО ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

§ 7. Ледобуры

Для ледокольных взрывных работ заряды ВВ в большинстве случаев опускают под лед через лунки, которые подготавливают механизированным, взрывным и ручным способами. Чаще всего с этой целью используют моторизованные ледобуры, которые по сравнению с ручным способом повышают производительность труда в 5—10 раз.

Ниже приведены краткие характеристики отечественных ледобуров.

Ледобур конструкции Р. И. Пшеничникова и И. Н. Морозова. Ледобур представляет собой установку, смонтированную на санях для удобства передвижения по снегу и льду (рис. 10).

Основными частями установки являются: бензиновый двигатель 1 ЗИД-4,5 серии А, редуктор 2, штанга со шпинделем и механизмом подачи 3, режущий инструмент (бур) 4 и шпиль 5.

Бур состоит из шестигранного остова, к которому приварена шнековая лопасть, предназначенная для выбрасывания ледяной стружки и крепления трех ножей. Ножи имеют разные режущие кромки.

Подача бура осуществляется вращением ручного штурвала. Установку обслуживают 2 человека (моторист с подсобным рабочим).

Техническая характеристика

Предельная глубина бурения, мм	1250
Диаметр лунки, мм	320
Время бурения лунки глубиной 1 м, мин	2
Мощность двигателя, л. с.	4,5
Скорость вращения бура, об/мин	170 и 345
Вес, кг	205
Основные размеры, мм:	
длина	1800
ширина	940
высота	2350

Облегченный ледобур ОЛБ-42. Ледобур является усовершенствованной моделью ледобура конструкции Р. И. Пшеничникова и И. Н. Морозова. Он смонтирован на сваренном из труб диаметром

22 мм каркасе, установленном на лыжи, которые в зависимости от состояния ледяного покрова можно отсоединять. В этом случае ледобур будет устойчиво упираться в лед заостренными наконечниками четырех ножек станка.

Бур состоит из сварного корпуса, двух ножей (забурника) и двух гребенок. Несколько выше их расположен пружинящий шнек, предназначенный для выброса из лунки ледяной стружки (крошки) и устранения заклинивания бура.

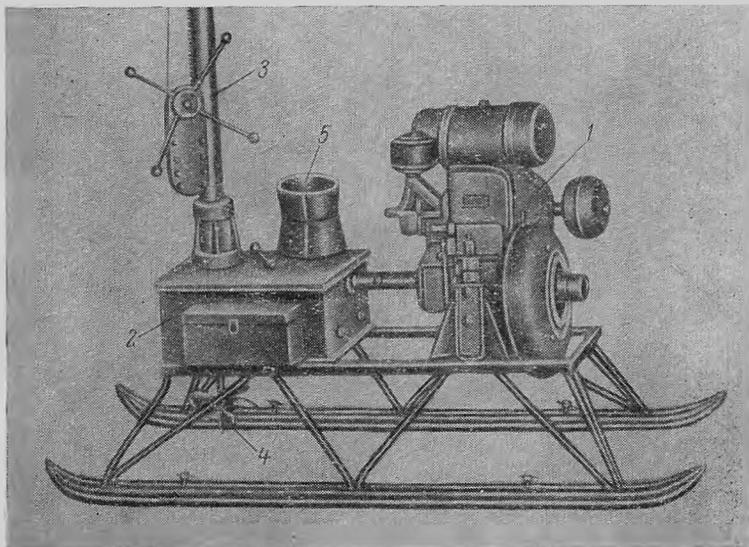


Рис. 10. Ледобур конструкции Р. И. Пшеничкина и И. Н. Морозова

Включение вращения, подача и подъем бура производят вручную с помощью рычагов. Выключение подачи и подъема бура автоматическое. Ледобур обслуживает один человек.

Техническая характеристика

Предельная глубина бурения, мм	1000
Диаметр лунки, мм	320
Скорость подачи бура, м/мин	1,17; 1,97 и 3,15
То же, подъема, м/мин	1,57; 2,64 и 4,20
Мощность бензинового двигателя (типа ВП-150), л. с.	5
Скорость вращения бура, об/мин	195; 325 и 520
Вес, кг	100
Основные размеры, мм:	
длина	1120
ширина	700
высота в рабочем положении	2000

Ледобур конструкции Томского рыбтреста. Ледобур (рис. 11) состоит из двигателя бензиномоторной пилы «Дружба-60», дополни-

тельного редуктора, направляющих, шпинделя и бура. Ледобур устанавливается в задней части конных саней, вдоль которых укладывается в транспортном положении (на рис. 11 ледобур в транспортном положении показан пунктиром).

Бур — облегченной конструкции, состоит из ступицы, к концу которой навинчивают забурник и приваривают два держателя для крепления гребенки и ножа. Опускание и подъем бура производится вручную за четыре ручки, перемещающиеся в направляющих.

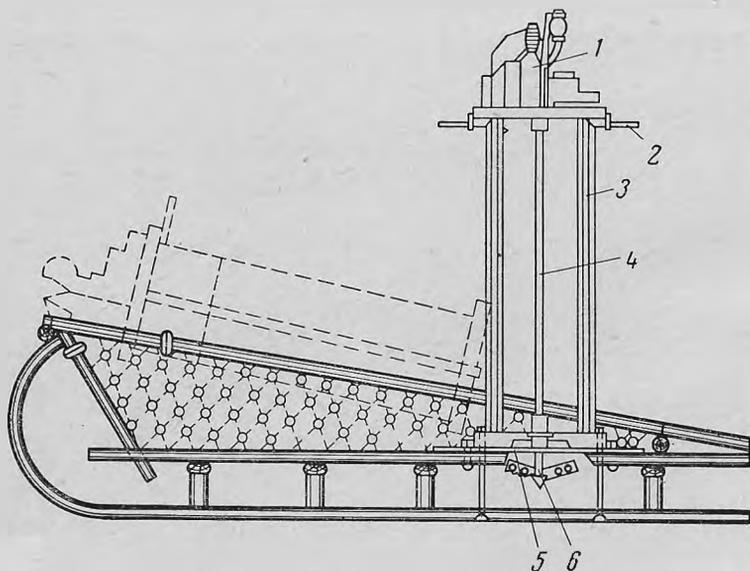


Рис. 11. Ледобур конструкции Томского рыбтреста:

1 — двигатель бензино-моторной пилы «Дружба-60»; 2 — ручки управления; 3 — направляющие бура; 4 — шпиндель; 5 — опорная пластина; 6 — бур

Обслуживают ледобур 2 человека — моторист и подсобный рабочий.

Техническая характеристика

Предельная глубина бурения, мм	900
Диаметр лунки, мм	320
Скорость подачи бура, м/мин	0,6
Мощность двигателя, л. с.	3,5
Скорость вращения бура, об/мин	295
Вес одного ледобура, кг	60
То же, с санями и лошастью, кг	500—650
Основные размеры (с санями), мм:	
длина	2500
ширина	1400
высота	
в рабочем положении	1700
в транспортном положении	1200

Самоходный ледобур ИЛБ-2. Ледобур представляет собой самоходную установку, основными элементами которой являются свар-

ная рама и гусеничный трактор Т-38, на который она навешивается (рис. 12).

Вращение бура осуществляется от вала отбора мощности трактора (через редуктор), а подача и подъем — при помощи гидравлической системы. Из нижнего положения в верхнее бур возвращается автоматически. Поднимаясь вверх, он выталкивает наружу столб ледяной стружки. При большой толщине льда ледяную стружку рекомендуется выдавать в несколько приемов.

Управление ледобура находится в кабине трактора. Обслуживает его 1 человек — тракторист.

Техническая характеристика

Предельная глубина бурения, мм	1500
Диаметр лунки, мм	350
Максимальная скорость подачи бура, м/мин	9
Мощность двигателя, л. с.	38
Скорость вращения бура, об/мин	272
Вес, кг	5000
Основные размеры, мм:	
длина	4100
ширина	1690
высота	3860

Ледобур на базе мотобура Д-10. Ледобур представляет собой мотобур Д-10, предназначенный для бурения скважин диаметром 75 мм, глубиной до 10 м в рыхлых, связных, полускальных и мягких скальных грунтах, оснащенный специальным буром по льду.

Он состоит из двигателя бензиномоторной пилы «Дружба-4» 1, бачка для горючего 2, ручек с регулятором оборотов двигателя 3, двухступенчатого планетарного редуктора 4 и переходника 5 (рис. 13).

Бур может быть выполнен из трубчатого вала с винтовой плоскостью на нем, образующей шнек с заточенными краями, или из полосовой стали, свернутой в спираль, на нижней части которой имеются зубья. Диаметр режущей (нижней) части бура должен быть несколько больше диаметра его верхней части, это обеспечивает свободное вращение бура при работе. Нижнюю часть бура закалывают на длине 20—25 мм.

Спиральный бур, например диаметром 100 мм, изготавливают из полосовой стали толщиной 6 мм; диаметр режущей части бура составляет 105 мм, шаг винта 200 мм, а высота зубьев 5 мм.

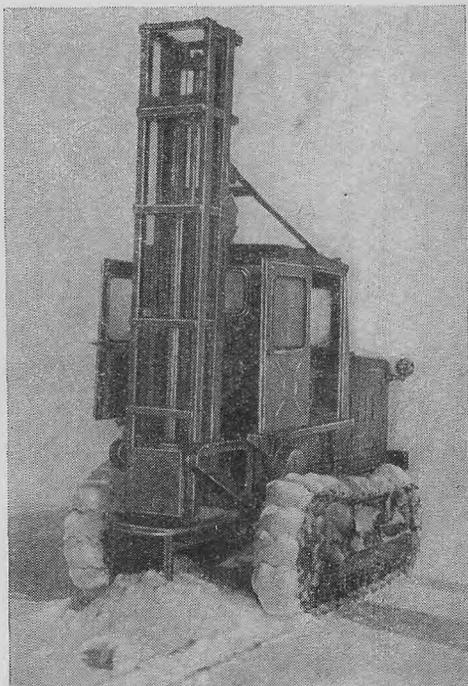


Рис. 12. Самоходный ледобур ИЛБ-2

Обслуживает ледобур 1 человек — моторист.

Преимуществом этого ледобура является его небольшой вес, что позволяет использовать ледобур для подготовки лунок при закраинах и на плавущих льдинах. Кроме того, из всех известных ледобуров он самый экономичный, особенно при небольшом объеме работ.

Недостатком ледобура является то, что пробуриваемые им лунки имеют небольшой диаметр — обычно до 15 см, тогда как для про-

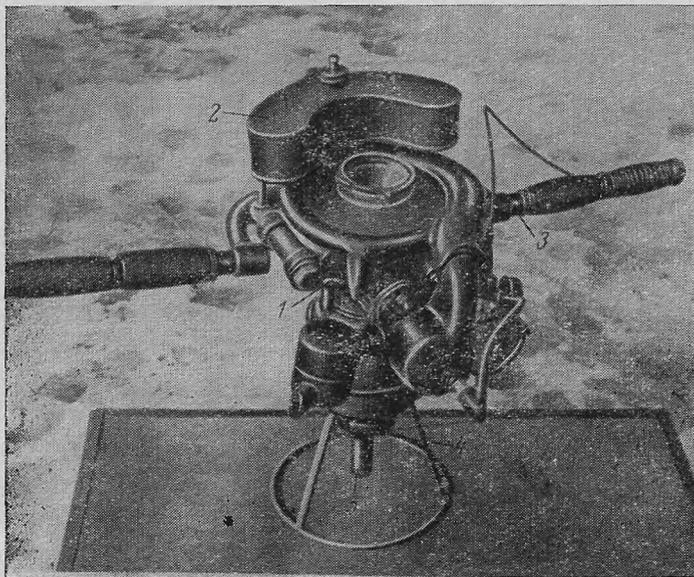


Рис. 13. Мотобур Д-10 (без бура)

изводства взрывных работ чаще всего требуются лунки диаметром не менее 20—25 см.

Техническая характеристика

Предельная глубина бурения, мм	1000
Диаметр лунки, мм	150
Время бурения лунки глубиной 1 м, мин	2
Мощность двигателя, л. с.	4
Скорость вращения бура, об/мин	180—320
Вес (без бура), кг	14
Основные размеры, мм:	
длина	725
высота (без бура)	425

Ручной рыбацкий вологодский ледобур. Этот ледобур разборный, основные его части: коловорот и сверло (рис. 14). Раздробление льда производится четырьмя съемными стальными ножами.

Во избежание заедания при бурении ножи во время сборки выпускают наружу (за периметр основания) на 5 мм. При этом диаметр пробуренной лунки составляет 170 мм.

Работает ледобуром 1 человек.

Техническая характеристика

Предельная глубина бурения, мм	1000
Диаметр лунки, мм	170
Время бурения лунки, мин	5—10
Вес, кг	2,5
Длина в собранном виде, мм	1450

Кроме описанных для бурения лунок могут быть использованы ледобуры конструкции Н. Е. Шляева, института Гидропроект, Арктического и Антарктического института, Ташкентского завода гидрометприборов, а также бур Д-309А (навесное оборудование к трактору «Беларусь») и бурильно-крановая гидравлическая машина БКГМ (на автомобиле ГАЗ-63, на тракторе ДТ-54) при замене на них грунтового бура буром для льда. Для подготовки лунок применяют также отбойные молотки, электродолбежники и паровые иглы.

§ 8. Подготовка лунок и колодцев

При большом объеме работ, выполняемых до ледохода, и особенно при отсутствии надледной воды, лунки следует готовить заранее с тем, чтобы разделить взрывные и подготовительные работы. Последнее повышает производительность и безопасность труда и сокращает сроки проведения взрывных работ.

При заблаговременной подготовке лунок, во избежание намерзания в них свежего льда, рекомендуется делать их не сквозными, а с ледяной пробкой внизу толщиной около 10 см. Незадолго до начала взрывных работ пробки пробивают пешней. Если лунки должны быть в состоянии, пригодном для их использования (на случай внезапной необходимости во взрыве), они периодически прочищаются от намерзшего свежего льда и снега.

Если подготовке лунок мешает снежный покров, его необходимо расчистить. Расчистку снега механизированными средствами следует производить отдельными полосами. Во избежание заносов эту операцию рекомендуется выполнять незадолго до бурения лунок.

Эффективность работ по раскалыванию ледяного покрова во многом зависит от правильного расположения зарядов. Разметку лунок производят шагами или шпагатом длиной, равной расстоянию

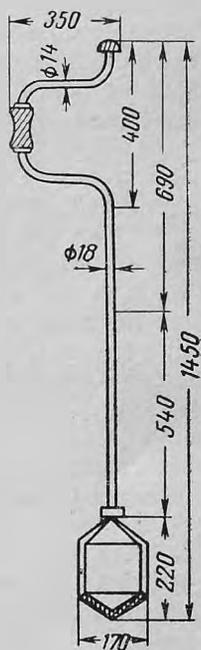


Рис. 14. Ручной рыбацкий вологодский ледобур

между лунками. Места расположения лунок отмечают темной краской, кольщиками или насечкой пешней.

Для увеличения эффективности взрыва и ускорения работ по подготовке лунок их диаметр должен быть минимальным, но обеспечивающим свободное прохождение заряда. Диаметр лунок, пробиваемых пешнями, взрывами, отбойными молотками, из-за неровности их поверхности должен на 10 см превышать максимальный поперечный размер опускаемых зарядов и составлять не менее 25—40 см. Допускаемый зазор между зарядом и поверхностью пробуренных лунок должен составлять 2—3 см, диаметр лунок 15—30 см.

Механизированный способ подготовки лунок эффективен при большом объеме работ (более 1000 лунок).

Процесс бурения разными ледобурами имеет много общего. В качестве примера рассмотрим, как производят бурение лунок ледобуром конструкции Р. И. Пшеничникова и И. Н. Морозова.

Ледобур устанавливают на рабочем месте и укрепляют фиксаторами. После этого бурильщик, поворачивая ручкой штурвал, опускает вращающийся бур на поверхность льда. Выбрасывание ледяной стружки (самоочистка лунки) происходит при глубине бурения до 30 см. В более толстом льду применяют ступенчатый метод бурения. Для этого бур после прохождения слоя льда в 15—20 см периодически поднимают. Вместе с буром на поверхность выдается ледяная стружка, разбрасываемая в стороны от лунки под действием центробежной силы.

Подачу бура на забой следует производить равномерно, без рывков и больших усилий, так как в противном случае ледяная стружка может уплотниться и вызвать тем самым остановку бура.

После бурения бур необходимо поднять и застопорить фиксатором механизма подачи, двигатель переключить на малые обороты или заглушить, поднять фиксаторы полозьев и перевести ледобур к месту бурения следующей лунки. Для перемещения ледобура при сравнительно чистой и ровной поверхности льда необходимо двое рабочих. Возможно применение конной тяги.

По окончании рабочего дня ледобур необходимо очистить от снега и льда деревянной лопаткой (чтобы не повредить режущие кромки ножей). Для предохранения от снежного заноса ледобур укрывают брезентовым чехлом.

При работе с ледобуром нужно помнить, что:

1) до начала работы необходимо проверить исправность механизма, в частности затяжку всех гаек, болтов, цельность сварных швов, устранить слабины и заедание. Во время остановок следует систематически проверять крепление болтов, гаек, натяжение тросов, цепей;

2) во время работы двигателя категорически запрещается устранять какие-либо неисправности, убирать стружку из-под бура и снимать защитные кожухи с вращающихся деталей;

3) механизм подачи бура во избежание заедания следует вращать без усилий, давая нагрузку на двигатель плавно и без рывков;

4) при нарушении режима работы двигателя его необходимо немедленно остановить;

5) запрещается заливать бензин в топливный бак во время работы двигателя; нельзя допускать также, чтобы бензин попадал на остывший двигатель;

6) необходимо периодически осматривать состояние режущих кромок бура и по мере затупления затачивать их.

Пробивка лунок отбойными молотками производится обычно сразу в нескольких рядах (рис. 15), число которых определяется

производительностью компрессорной станции. Каждый ряд обычно обслуживают 2 человека: один работает отбойным молотком, второй является подсобным, он очищает лунки от раздробленного льда, перетаскивает шланги и помогает первому, например при извлечении заклинившихся пик. После пробивки лунок во всех рядах (в пределах длины шлангов) следующую серию начинают после передвижки компрессорной станции.

Длину пик пневматических отбойных молотков принимают в зависимости от толщины льда.

Для обеспечения отбойных молотков сжатым воздухом используют легкие компрессорные станции типа ЗИФ-ВКС-55, ПКС-5, которые для удобства передвижения по снегу и льду устанавливают на специальные сани, буксируемые, например, трактором.

Из-за довольно большого веса компрессорных станций и вибрации при их работе способ пробивки лунок отбойными молотками рекомендуется применять на участках ледяного покрова толщиной не менее 40 см. Время, затрачиваемое на пробивку одной лунки во льду толщиной 80 см, составляет около 2 мин.

Взрывной способ подготовки лунок применяют при отсутствии ледобуров, нехватке рабочей силы, сжатых сроках подготовительных работ и т. д.

По возможности этого способа подготовки лунок следует избегать, так как он значительно дороже даже ручного. Так, например, пробивка лунок взрывами внутренних зарядов (располагаемых в толще льда) в 2—3, а наружных (на поверхности) в 5—10 раз дороже ручной. Кроме того, опускание зарядов в лунки, образованные взрывами, не всегда безопасно.

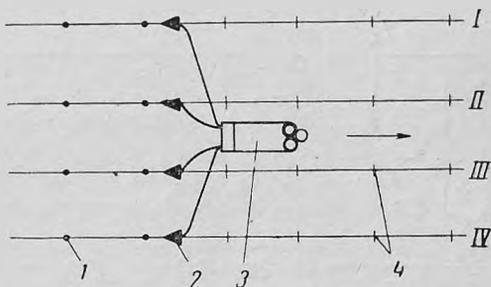


Рис. 15. Пробивка лунок отбойными молотками:

1 — готовые лунки; 2 — отбойные молотки; 3 — компрессорная станция; 4 — места заложения лунок; I, II, III, IV — ряды, по которым располагают лунки

Лунку образуют взрывом одного заряда. Если от одного взрыва не образуется сквозной лунки, его повторяют. Заряды обычно взрывают огнем способом.

При пробивке лунок взрывами внутренних зарядов расход ВВ примерно в 4—5 раз меньше, чем при использовании наружных зарядов. Однако для заложения внутренних зарядов требуется определенное время на подготовку несквозных лунок или шпуров глубиной от половины до трех четвертей толщины льда. Лунки пробивают пешнями. Шпур диаметром 35—50 мм бурят ледовыми бурами (см. рис. 6), электро- или пневмосверлами.

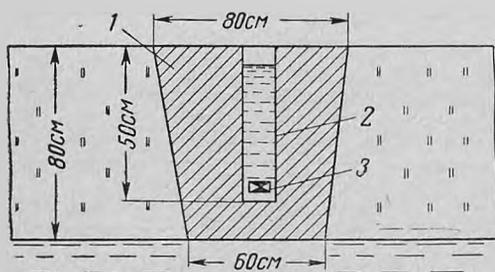


Рис. 16. Лунка от взрыва сосредоточенного заряда в толще льда:

1 — лунка; 2 — забоечный материал (вода); 3 — тротиловая шашка весом 200 г

Заряды ВВ должны быть низкими и сосредоточенными. Рекомендуется использовать кумулятивные заряды.

Лучшим забоечным материалом для внутренних зарядов служит вода. При отсутствии воды в качестве забоечного материала можно использовать мокрый снег и ледяную крошку, которые в лунке осторожно трамбуют.

Форма лунки от взрыва сосредоточенного внутреннего заряда показана на рис. 16.

Примерные веса наружных и внутренних зарядов для образования лунок приведены в табл. 7.

Таблица 7

Толщина кристаллического льда, м	Вес зарядов, кг	
	внутреннего	наружного
0,4—0,5	0,2	1,2
0,5—0,6	0,3	1,5
0,6—0,7	0,4	1,8
0,7—0,8	0,5	2,2
0,8—0,9	0,6	2,6
0,9—1,0	0,8	3,2
1,1—1,0	1,0	3,6
1,1—1,2	1,2	4,2
1,2—1,3	1,4	5,0

Поскольку вес заряда зависит не только от толщины льда, но и от его прочности, мощности ВВ и качества забойки, он подлежит уточнению при проведении опытных взрывов.

Взрывы внутренних зарядов применяют для создания лунок на ледяных полях, раскалываемых до ледохода наружных — в период ледохода.

Наружные заряды взрывают как с забойкой, так и без нее. Для увеличения эффективности взрыва и уменьшения дальности распространения воздушной ударной волны эти заряды следует взрывать с забойкой из снега (лучше мокрого). Для наружных зарядов рекомендуется применять высокобризантные ВВ.

Пробивка лунок взрывами зарядов ВВ применяется не только для производства взрывных работ, но и для забивки свай, промеров глубины, опускания под лед приборов и пр.

Ручной способ подготовки лунок является самым простым и самым распространенным, учитывая, что при защите большинства объектов требуется не более 100 лунок.

Ручная пробивка лунок, особенно при значительной толщине льда, требует больших затрат времени. Даже опытный рабочий на пробивку пешней лунки диаметром 35 см во льду толщиной 1 м затрачивает около 15 мин. Поэтому к этой работе следует привлекать опытных и физически сильных рабочих.

Поздней весной после больших оттепелей, способствующих уменьшению прочности и толщины кристаллического льда, пробивать лунки значительно легче. Однако в этом случае работа может осложниться из-за наличия надледной воды.

Пробивку лунок вручную производят пешнями, ломами, топорами и кирками. Последние в виду трудоемкости и малой производительности выполняемых с их помощью работ используют лишь при отсутствии пешней. Кроме того, следует иметь в виду, что топорами и кирками можно пробивать лунки только в тонком льду.

Производительность труда рабочего, занятого на пробивке лунок, во многом зависит от конструкции и веса пешни. Наиболее удачная конструкция ледокольной пешни (весом около 10 кг) приведена на рис. 17.

Для пробивки лунки слой льда толщиной около 20 см разрушают ударами пешни до состояния щебня и затем удаляют из лунки, повторяя эти операции до тех пор, пока она не будет пробита насквозь. Чтобы случайно не упустить пешню в воду, веревочную петлю надевают на кисть руки. Петля должна быть диаметром 20—25 см, чтобы при необходимости ее можно было легко сбросить. Шарообразное утолщение на деревянной рукоятке пешни также предназначено для предохранения от случайного выскальзывания из рук.

От мелкого льда, шуги и снега лунки очищают специальным проволочным сачком (рис. 18) или совковой лопатой. При очистке проворачиванием вертикально опускаемого сачка или совковой лопаты

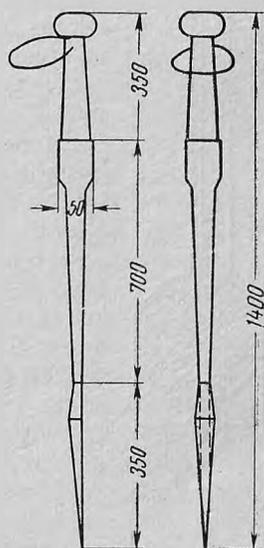


Рис. 17. Ледокольная пешня

проверяют поперечное сечение лунки. Если оно недостаточно, лунку расширяют.

Обычно на пробивке одной лунки занят один рабочий. Однако в условиях, требующих оперативности, например на плавучей льдине, одну лунку могут подготавливать 2—3 рабочих (двое одновременно или по очереди пробивают лунку, третий занят ее очисткой).

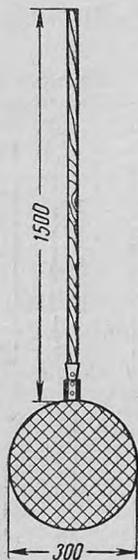


Рис. 18. Проволочный са-
чок

Нормы выработки на пробивку лунок пешней (при отсутствии надледной воды и расстоянии между лунками до 15 м) приведены в табл. 8.*

Для подготовки лунок можно пользоваться и ручными ледобурами при условии, чтобы размер лунок не препятствовал пропуску заряда.

Ледобур вращает один человек. Для этого он левой рукой слегка нажимает на головку коловорота, а правой равномерно, без рывков, вращает ручку. Необходимо чаще освобождать сверло от ледяной крошки (после просверливания примерно 15 см толщины льда). Для этого ледобур извлекают из лунки и ударяют рукой по его нижней части до тех пор, пока не вытряхнется вся ледяная крошка. Применение ручного ледобура значительно сокращает (по сравнению с прочим инструментом) время подготовки лунок, требует меньшей физической силы и квалификации рабочего. Производительность труда при работе с ледобуром во многом зависит от остроты и расположения пожей. Последнее обычно регулируют сами рабочие.

К недостаткам ледобуров относятся:

невозможность проверки с их помощью толщины и прочности льда;

малый диаметр получаемых лунок.

Пробивка колодцев обычно производится в тех случаях, когда лед в заторе набит в несколько слоев и использовать трещины для

Т а б л и ц а 8

Диаметр лунки	Нормы выработки (в лунках) за чел.-день, при толщине кристаллического льда, м					
	до 0,2	0,2—0,4	0,4—0,6	0,6—0,8	0,8—1	1—1,5
До 0,3 м	132	84	66	54	45	34
То же, до 0,4 м, . . .	72	54	38	31	25	21

* Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник 13. § 13—50. Госстройиздат, 1960.

опускания больших (несколько десятков килограммов) зарядов не представляется возможным. Глубину колодцев принимают не более 3 м, поперечное сечение (квадратное) — от 0,25 до 1 м².

Подготавливают колодцы либо только вручную (пешнями на длинных ручках), либо вручную с рыхлением льда взрывами зарядов весом 100—500 г. Для удаления из колодцев ледяной крошки используют сачки или совковые лопаты.

Работы по подготовке колодцев очень трудоемки. Часто плывущие льдины и шуга забивают колодец, что требует его повторной проходки; отсутствие течения облегчает условия очистки колодцев.

При пробивке колодцев взрывами (особенно в голове затора) необходимо соблюдать осторожность, учитывая, что затор под действием взрыва может придти в движение.

§ 9. Изготовление зарядов

К подводным (подледным) сосредоточенным зарядам предъявляются следующие требования:

минимальные затраты труда и времени, простота изготовления и подготовки к взрыву;

использование, как правило, водоустойчивых ВВ;

надежность крепления балласта, недефицитность его материала;

минимальный разлет осколков;

плотность заряда в целом должна быть 1,3—1,5 г/см³.

Для изготовления подводных зарядов чаще всего применяют водоустойчивые ВВ на основе аммиачной селитры: аммониты В-3, № 6ЖВ, № 7ЖВ, скальные аммониты, аммонал ВА-2 и др. При отсутствии водоустойчивых ВВ можно использовать неводоустойчивые аммониты. Однако следует помнить, что использование неводоустойчивых ВВ увеличивает трудоемкость, стоимость и опасность работ, усложняет их организацию. Поэтому неводоустойчивые ВВ следует применять только в исключительных случаях, учитывая, что в настоящее время выпускается достаточное количество водоустойчивых ВВ.

Рекомендуется получать ВВ в прессованном или патронированном виде.

Заряды, предназначенные для забрасывания (например, под плывущую льдину), желательно изготовлять из мощных и плотных ВВ (скальный прессованный аммонит, тротил), что увеличивает дальность броска и позволяет отказаться от балласта. Для удобства забрасывания эти заряды должны иметь петли — обвязки.

В предледоходный период заряды изготовляют незадолго до начала взрывных работ на берегу или непосредственно на прочном ледяном покрове, обязательно за пределами взрывоопасной зоны не ближе 200 м от склада ВМ.

Эти места выбирают с таким расчетом, чтобы по мере продвижения фронта работ взрывники приближались бы к новому месту изготовления зарядов. Такая организация особенно важна при

раскалывании узкого ледяного поля, когда фронт работ продвигается быстро.

Запрещается изготовлять заряды в лодке, на самоходном судне, защищаемом объекте и на непрочном льду. В ненастную погоду заряды следует изготовлять в палатках или под навесом. Место для изготовления зарядов должно быть ровным и сухим.

При защите сооружений от ледохода и выполнении многих других ледокольных работ применяют огневой способ¹ взрывания зарядов, как наиболее простой и дешевый. Однако для ликвидации мощных заторов льда, а также при выполнении ряда строительных работ применяют электрический способ взрывания и взрывание детонирующим шнуром.

Зажигательные трубки, особенно при большом объеме срочных работ, рекомендуется заготавливать заранее. Они должны храниться в сухом месте, так как отсыревшая пороховая сердцевина огнепроводного шнура может послужить причиной отказов.

Места изготовления зажигательных трубок следует располагать на расстоянии не менее 25 м от места заготовки зарядов.

Огнепроводный шнур для зажигательных трубок должен быть в пластикатовой или в двойной асфальтированной оболочке, детонаторы — водостойкие, детонирующий шнур — водо- и морозостойкий².

Огнепроводные шнуры зажигательных трубок нарезают одинаковой длины (не менее 1 м). Зажигательные трубки бросаемых зарядов должны быть не менее 15 и не более 25 см. Их огнепроводные шнуры при большом расстоянии до защищаемого объекта — не менее 20—25 см (чтобы не подвергать взрывников неоправданному риску). Учитывая возможность преждевременного или запоздалого взрыва бросаемых зарядов, время горения огнепроводного шнура необходимо определять как можно точнее. Поэтому каждый круг огнепроводного шнура, применяемого для бросаемых зарядов, кроме испытания на водонепроницаемость, следует испытывать на равномерность и скорость горения. Для этого поджигают три отрезка длиной по 60 см, взятых с концов и из середины круга. Каждый из них в соответствии с ГОСТ 3470—55 должен гореть не менее 60 и не более 70 сек.

Огнепроводные шнуры, поджигаемые после опускания зарядов под лед, должны выступать над его поверхностью на 15—20 см.

Длину огнепроводного шнура определяет руководитель взрывных работ, учитывая время, необходимое для спокойного (крупным шагом) отхода (отплытия на лодке) взрывников на безопасное расстояние. Длина огнепроводного шнура зависит от веса зарядов, глубины их погружения, времени поджигания огнепроводных шнуров, путей отхода и пр.

¹ Огнепроводный шнур горит под водой на глубине до 5 м, но несколько быстрее, чем на воздухе.

² Если работы выполняются при отрицательных температурах воздуха.

Место ввода огнепроводного шнура в дульце капсуля-детонатора во избежание замокания изолируют специальной мастикой или изоляционной липкой лентой (прорезиненной, хлорвиниловой). Это нужно делать особенно тщательно, если место ввода будет окружено водой (при введении зажигательной трубки между патронами водостойчивого ВВ, в оболочки зарядов, пропускающих воду).

В целях безопасности при переноске зарядов по скользкому, торосистому и тонкому льду, а также при большом весе зарядов ввод в них зажигательных трубок (или электродетонаторов) и привязку балласта следует производить непосредственно у лунок.

Для большей гарантии в том, что взрыв произойдет в заряды большого веса (более 15 кг), взрывающиеся в труднодоступных местах, а также в заряды ответственных взрывов вводят две зажигательные трубки, зажигаемые одновременно. Зажигательные трубки длиной более 4 м дублируют всегда независимо от веса заряда и важности ожидаемого взрыва.

Место ввода зажигательной трубки (электродетонатора или детонирующего шнура) в заряд из неводоустойчивых ВВ следует гидроизолировать специальным составом или изоляционной липкой лентой.

Выводимые из зарядов огнепроводные, детонирующие шнуры или провода электровзрывной сети должны быть закреплены так, чтобы в случае натяжения течением воды исключалась возможность их повреждения.

В качестве балласта, прикрепляемого к заряду, используют песок битый кирпич (половинки), камень. Вес балласта определяют из расчета 0,5—1 кг на 1 кг ВВ в зависимости от их плотности, общего веса заряда и скорости течения. Для лучшего потопления заряда и во избежание разлета кусков балласта при взрыве его прикрепляют к заряду снизу. С той же целью сосредоточенным зарядам придают цилиндрическую форму с отношением длины к диаметру не менее 2 : 1.

Заряды из брикетов (спецзарядов) и патронированного аммонита. Наиболее предпочтительны для взрывных работ (из-за быстроты и несложности изготовления и удобства в применении) заряды из брикетов (спецзарядов) прессованного аммонита, а также из патронов водостойчивого аммонита.

Спецзаряды (без детонатора) поставляются заводом по особому заказу. Они имеют надежную водонепроницаемую оболочку, которая в течение нескольких часов предохраняет от замокания заряд из неводоустойчивого ВВ. Плотность брикетов около 1,4 г/см³, поэтому заряды из них изготавливают без балласта. Заказываемые спецзаряды должны иметь вес наиболее ходовых зарядов.

При изготовлении зарядов большого веса несколько брикетов (обычно 2—4) связывают шпагатом в пачки. Зажигательную трубку (электродетонатор) вставляют в специальное гнездо одного из брикетов. При отсутствии такого гнезда ее вставляют в гнездо промежуточного детонатора, который прикрепляют к заряду.

Широкое применение получили спецзаряды (размером $12,5 \times 12,5 \times 6$ см) из прессованного аммонита весом 1,35 кг, выпускаемые как с гнездом для детонатора, так и без него; в последнем случае заряды взрывают промежуточным детонатором (боевиком), например из тротиловой шашки. Устройство заряда из двух таких брикетов, взрывааемых промежуточным детонатором, приведено на рис. 19.

Заряды заводского изготовления значительно снижают трудоемкость работ, поэтому их следует широко внедрять в производство.

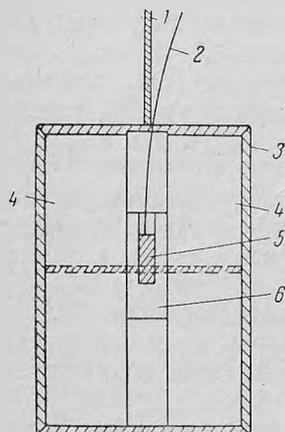


Рис. 19. Заряд из двух брикетов (спецзарядов):

1 — поддерживающий конец; 2 — огнепроводный шнур (детонаторные провода); 3 — шпагат; 4 — брикеты (спецзаряды); 5 — капсюль-детонатор (электродетонатор); 6 — промежуточный детонатор — тротиловая шашка

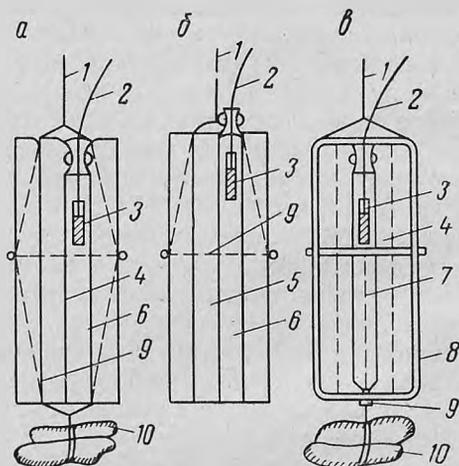


Рис. 20. Заряды из патронированного аммонита:

а — из водоустойчивого аммонита; б — из прессованного аммонита; в — из неводоустойчивого аммонита; 1 — поддерживающий конец; 2 — огнепроводный шнур (детонаторные провода); 3 — капсюль-детонатор (электродетонатор); 4 — порошкообразный аммонит; 5 — прессованный аммонит; 6 — патрон-боевик, введенный в заряд; 7 — наложенный патрон-боевик; 8 — оболочка пачки; 9 — шпагат; 10 — балласт

Для изготовления зарядов из патронированного водоустойчивого аммонита патроны, в количестве необходимом для составления заряда определенного (расчетом) веса, связывают шпагатом (рис. 20, а и б). Для получения зарядов большего веса связывают несколько заводских пачек. Перед взрыванием в заряд (примерно в середину) вводят патрон-боевик.

Патроны-боевики можно и не делать, а взрывать заряды зажигательными трубками или электродетонаторами, вводимыми в отверстие между патронами, где они надежно удерживаются от смещения и в то же время гарантированы от сильного сжатия (рис. 21). Взрыв детонатора, находящегося между патронами ВВ в бумажных оболочках, вызывает полную детонацию заряда из порошкообразного аммонита. случаев отказов по этой причине не было.

Отверстие между патронами делают деревянным стержнем диаметром 10 и длиной 300 мм. В подготовленное отверстие сразу же

осторожным поступательным движением, без нажима и поворачивания вводят зажигательную трубку.

При изготовлении больших зарядов пачки патронов оставляют в заводской упаковке, в которой сверху и снизу прокалывают отверстия. Заряд обычно составляют из целого количества пачек.

Описанный способ изготовления зарядов особенно рекомендуется при взрывании наружных зарядов в условиях сухой среды, а также при малых скоростях течения воды, если огнепроводные шнуры поджигают до опускания зарядов в воду.

Такие заряды изготовляют в 1,5—2 раза быстрее, чем заряды из отдельных патронов. так как отпадает необходимость изготавливать патроны-боевики и извлекать их из пачек патронов, чтобы затем связывать их. Заряды изготавливают под наблюдением взрывника прошедшие специальный инструктаж рабочие. Взрывники изготовляют только зажигательные трубки, вставляют их (или электродетонаторы) в заряды, переносят снаряженные заряды и взрывают их. Заряды без детонаторов могут переносить рабочие.

Не рекомендуется изготовлять заряды из непроколотых пачек водоустойчивого аммонита, так как наличие в них воздуха придает заряду плавучесть, для ликвидации которой требуется увеличение балласта. Заводскую упаковку пачек следует сохранять лишь тогда, когда применяют неводоустойчивые ВВ. В этом случае заряды взрывают наложенным патроном-боевиком (рис. 20, в).

Патроны из неводоустойчивого аммонита в большинстве случаев имеют оболочку, гарантирующую ВВ от замокания в течение до 5 мин. Поэтому гидроизоляцию патронированного неводоустойчивого аммонита производят редко. При необходимости пачки или патроны покрывают гидроизолирующим составом.

К зарядам из порошкообразного патронированного аммонита привязывают балласт (рис. 20, а и в), в то время как заряды из патронов прессованного аммонита (рис. 20, б) вследствие их большой плотности применяют без балласта. Если в качестве балласта используют песок, то его насыпают обычно в освободившиеся из-под патронов пачки.

Из патронированного аммонита изготовляют заряды весом до 10—15 кг (3—5 пачек).

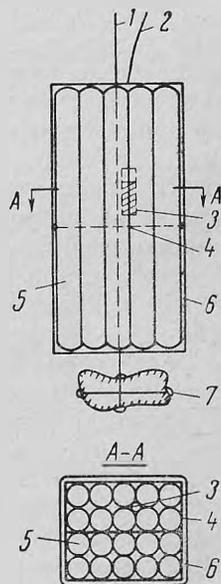


Рис. 21. Заряд, взрываемый детонатором, вводимым в отверстие между патронами:

1 — поддерживающий конец; 2 — огнепроводный шнур (детонаторные провода); 3 — капсюль-детонатор (электродетонатор); 4 — шпатель; 5 — две пачки порошкообразного патронированного аммонита; 6 — оболочка пачек; 7 — балласт

Заряды из патронов ВВ (без детонаторов) можно готовить заранее и хранить в складе. Патрон-боевик вставляют в заряд непосредственно перед взрывом, либо заменяя им один из обычных патронов или просто привязывая к заряду. Такие заряды рекомендуется взрывать зажигательными трубками или электродетонаторами, вводимыми между патронами.

Преимущество стандартных патронов ВВ состоит в том, что они дают возможность быстро изготавливать заряды требуемого веса, что особенно важно при работе вблизи защищаемых объектов. Кроме того, из них можно составлять удлиненные заряды, удобные тем, что при опускании их под лед требуются лунки небольшого диаметра. Так, например, через лунку диаметром 12 см проходит заряд (из трехсотграммовых патронов) весом 2 кг. Этим объясняется то, что заряды из патронированного аммонита, особенно водостойчивого, широко распространены в практике ледокольных взрывных работ.

Кроме стандартных патронов ВВ (весом 200 и 300 г) по особому заказу выпускаются патроны аммонита весом до нескольких килограммов. Они удобны для изготовления больших зарядов.

Заряды из рассыпного аммонита. Заряды, изготавливаемые из рассыпного аммонита, должны иметь оболочку.

Характер такой оболочки зависит от времени нахождения заряда в воде, глубины его погружения в воду и веса.

В большинстве случаев в оболочку приходится заключать неводостойчивые аммониты, заряды из которых весом примерно до 40 кг будут находиться в воде на глубине до 3 м около 2 мин. Для изготовления таких зарядов чаще всего применяют оболочки из 4—5 слоев плотной водонепроницаемой битуминизированной крафтцеллюлозной бумаги (плотность 80—120 г/м²), без покрытия ее гидроизолирующим составом. Бумажные оболочки, изготавливаемые с помощью балванки (шаблона) и в виде сшитых мешочков, применяют для зарядов весом до 10 кг. Для зарядов весом более 10 кг применяют 4—5-слойные стандартные бумажные мешки. Эти мешки без покрытия гидроизолирующим составом, при хорошей закупорке горловины, предохраняют заряды от замокания примерно до 10 мин.

Бумажные оболочки дешевле прочих (по сравнению с просмоленными матерчатыми в 10 раз), транспортабельны, просты в изготовлении и позволяют составлять заряды любого веса, а в случае отказа последнего способствуют быстрой ликвидации его, так как вскоре после погружения заряда под лед начинают пропускать воду. Если заряды будут находиться в воде продолжительное время, например при ликвидации заторов льда массовыми взрывами, бумажные оболочки следует покрывать гидроизолирующим составом.

Находят применение особенно для зарядов большого веса (до 40 кг) и матерчатые оболочки (например, из мешковины); их недостатком являются необходимость тщательного покрытия гидроизолирующим составом и высокая стоимость. Для зарядов весом более 40 кг в качестве оболочек можно использовать металлические бочки.

Последнее время для изготовления зарядов из рассыпного неводоустойчивого аммонита стали применять пластиковые (например, полиэтиленовые, поливинилхлоридные) и обрешиненные оболочки. Они водонепроницаемы, морозостойки, эластичны, легки, транспортабельны, сравнительно прочны и недороги. Из полиэтилена выпускают, например, стандартные мешочки размером 200×320 мм (на 3 кг ВВ) и мешки размером 500×900 мм (на 50 кг ВВ). Стоимость последних 30 коп.; стоимость 5-слойного обрешиненного мешка с одним слоем резино-бумажного покрытия 14 коп.

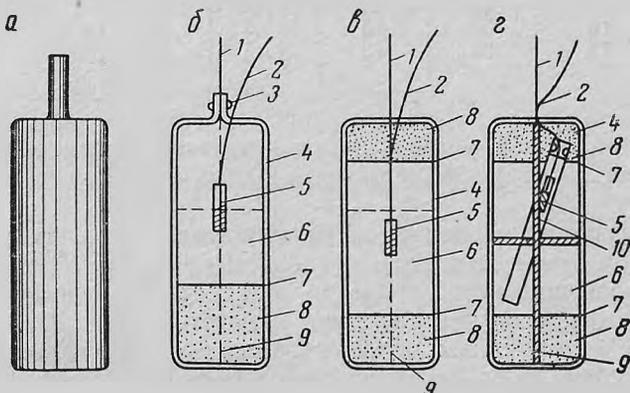


Рис. 22. Болванка и заряды из аммонита в рассыпном виде:

a — болванка; *б* — заряд с песчаным балластом в нижней части оболочки; *в* — заряд с песчаным балластом в нижней и в верхней частях оболочки; *г* — заряд, взрываемый наложенным патроном-боевиком; 1 — поддерживающий конец; 2 — огнепроводный шнур (детонационные провода); 3 — обвязка шпагатом краев оболочки; 4 — бумажная оболочка; 5 — капсуль-детонатор (электродетонатор); 6 — аммонит; 7 — бумажная прокладка; 8 — песок; 9 — обвязка заряда шпагатом; 10 — наложенный патрон-боевик

Независимо от водоустойчивости ВВ и веса заряда в тех случаях, когда передвигающиеся льдины (например, в заторе льда) могут разорвать слабую оболочку, необходимо применять прочные оболочки, стойкие к механическим воздействиям. Бросаемые заряды должны иметь оболочки, не рвущиеся от ударов и не дающие разлета опасных осколков.

Оболочку для зарядов из плотной бумаги делают следующим образом: 4—5 слоев бумаги накатывают на деревянную болванку с небольшой конусностью (рис. 22, *a*). Размеры болванок и листов бумаги выбирают в зависимости от веса ВВ в заряде (табл. 9). Выступающий край бумаги подвертывают, образуя дно оболочки. После этого оболочку снимают с болванки и засыпают в нее сухой тяжелый песок-балласт (1 кг песка на 1 кг ВВ), который сверху накрывают бумажной прокладкой.

Затем оболочку наполняют предварительно подготовленным аммонитом. Для получения заряда нормальной плотности, оболочку при наполнении необходимо периодически встряхивать. Примерный вес заряда определяется объемом оболочки.

Вес заряда аммонита, кг	Диаметр заряда, см	Высота слоя аммонита в заряде, см	Высота слоя песка, см	Размеры болванки, см		Размеры листа бумаги, см	
				диаметр	высота	ширина	длина при четырехслойной оболочке
1—2	11	15	8	10,5	30	50	140
3—4	14	25	12	13,5	40	70	180
5—6	16	30	15	15,5	45	85	200
7—9	18	35	18	17,5	50	95	230

Зажигательную трубку (электродетонатор) вводят в среднюю часть заряда, в отверстие диаметром 10 мм, проткнутое деревянным стержнем.

Для закупорки оболочки сверху следует тщательно подогнуть каждый слой бумаги в отдельности. Для прочности, удобства переноски и подвешивания заряда в воде его перевязывают поверх оболочки (крест-накрест) крепким шпагатом (рис. 22, б).

Изготовленные таким образом заряды не замокают, находясь в воде на глубине до 2—3 м около 2 мин. Поскольку в первую очередь пропускают воду торцовые части оболочек, необходимо закупоривать их особенно тщательно. Для более надежной изоляции торцовых частей края оболочки, собранные в одном месте в складки, перевязывают шпагатом. Для лучшей защиты ВВ от замокания песок рекомендуется насыпать и в верхнюю часть оболочки, отделяя его от ВВ прокладкой из бумаги (рис. 22, б, в, г). Однако во избежание переворачивания заряда в воде нужно, чтобы балласт в нижней части оболочки преобладал.

Вместо песка можно применять и другой балласт, например кирпичи, привязываемые к заряду снизу.

Технология изготовления зарядов в мешочках и мешках такая же, как и зарядов, оболочку которых изготавливают с помощью болванки.

В оболочки зарядов, покрываемых гидроизолирующим составом, песок в качестве балласта не вводят. В этом случае балласт привязывают к заряду снизу.

Заряды из водостойчивого аммонита изготавливают аналогично, но с той разницей, что в них оболочка предназначена только для размещения ВВ (иногда для защиты заряда от механического повреждения льдом).

В заряды, взрываемые детонирующим шнуром, вместо зажигательной трубки (электродетонатора) вводят детонирующий шнур. Для этого вводимый в заряд конец шнура завязывают узлом или складывают не менее чем вдвое. При оболочке заряда из бумаги или хлопчатобумажной ткани разрешается обматывать детонирующий шнур вокруг заряда.

Часто при необходимости иметь определенный запас готовых (с детонаторами) зарядов, хранить которые на складе нельзя, а на месте работ нежелательно, их изготавливают без детонаторов, а взрывают наложенными патронами-боевиками, снаряжаемыми перед взрывом и прикрепляемыми к зарядам сбоку за обвязку (рис. 22, з).

Взрыв патрона-боевика, приложенного к бумажной оболочке заряда из аммонита, всегда вызывает полную детонацию последнего. Для изготовления патронов-боевиков рекомендуется применять стандартные патроны водоустойчивого аммонита (из-за быстроты изготовления и простоты прикрепления к заряду).

Наложными патронами-боевиками рекомендуется взрывать заряды, требующие много времени для их снаряжения, а также когда нежелательно нарушать заводскую упаковку ВВ.

Гидроизоляция зарядов. Необходимость гидроизоляции зарядов из неводоустойчивых ВВ определяется временем нахождения их в воде, глубиной погружения и водоустойчивостью оболочки.

Если заряды должны находиться в воде несколько минут на глубине до 3 м, швы бумажных оболочек, изготовленных с помощью болванки, необходимо проклеивать, например, жидким клеем. Оболочки зарядов, погружаемых в воду на несколько часов, следует покрывать разогретым специальным составом. Температура последнего не должна превышать 90°.

Для этого заряд (без детонатора) погружают в состав (часто неоднократно) не более чем на 5 сек, после чего его тщательно осматривают. Места, где изоляционный слой на оболочках отсутствует или недостаточно надежен, покрывают снова тем же составом. Особое внимание следует обращать на изоляцию горловин мешков и торцовых частей патронов и пачек ВВ.

Во избежание склеивания зарядов друг с другом последние посыпают песком и обертывают бумагой. Гидроизолирующий состав после высыхания не должен быть хрупким. Хрупкость устраняется добавкой в смесь жидких компонентов.

Перед гидроизоляцией в заряд вставляют деревянную палочку, имитирующую детонатор, которая заменяется детонатором при подготовке заряда к взрыву. Место ввода в заряд огнепроводного или детонирующего шнура изолируют либо тем же составом, что и оболочки (с температурой не выше 60°), либо специальными мастиками или изоляционной липкой лентой.

Рекомендуется следующая рецептура гидроизолирующих составов.

Температура воздуха, °С	Гидроизолирующий состав, % (по весу)		
	нефтебитум № 3	солидол	клебемасса
< 0	95	5	—
От 0 до + 20	100	—	—
От + 5 до + 30	—	—	100

Выбор того или иного гидроизолирующего состава зависит от имеющихся материалов, их стоимости и температуры воздуха.

Бумажную оболочку гидроизолируют (и склеивают) жидким стеклом, которое наносят на нее перед накатыванием на болванку второго и последнего (пятого) слоев бумаги. Нижнюю торцовую часть оболочки изолируют при ее изготовлении, верхнюю — после заполнения оболочки ВВ и введения детонатора. Для этого бумажные листы подгибают внутрь и тщательно проклеивают. Расход жидкого стекла составляет 4—5% от веса ВВ.

Гидроизоляцию патронов ВВ производят опусканием их в ведро с солидолом. Для снятия лишнего слоя солидола и гарантии заполнения им швов оболочки патрон пропускают через несжатый кулак левой руки.

Учитывая, что в условиях ледохода в случае отказов повторить взрывы не всегда удастся, а также связанные с их ликвидацией трудности и опасность, гидроизоляции зарядов необходимо уделять возможно больше внимания.

Г л а в а IV

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛЕДОКОЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ

§ 10. Действие взрыва на лед

Вода является практически несжимаемой упругой средой; она в 780 раз плотнее воздуха. Это свойство воды и определяет особенности действия подводного взрыва.

Вода увеличивает дальность действия взрыва, так как ударные волны в водной среде передаются на значительно большее расстояние, чем в воздухе. Одновременно с этим вода приглушает звуковой эффект взрыва и уменьшает радиус действия воздушной ударной волны. Последнее уменьшается с увеличением глубины погружения заряда в воду.

Сфера разрушающего действия взрыва на ледяную поверхность неограниченных (больших) размеров определяется не только весом заряда, но и положением его по отношению к этой поверхности.

Взрыв небольшого заряда без забойки на поверхности толстого льда (рис. 23, *а*) производит незначительное разрушение: образуется воронка, к которой примыкает зона раздробленного и трещиноватого льда. Взрыв характеризуется мощной воздушной ударной волной, сопровождающейся сильным звуковым эффектом.

Взрыв аналогичного заряда с забойкой (рис. 23, *б*) производит большие разрушения (тем больше, чем надежнее забойка). В этом случае воздушная ударная волна и соответственно звуковой эффект — меньше. Особенностью взрыва наружного заряда является почти полное отсутствие разлета осколков льда.

Еще эффективнее взрыв заряда с забойкой, размещаемого в толще льда (рис. 23, *в*). При этом, как правило, образуется сквозное отверстие (майна, прорубь) и раздробляется большая, чем при взрыве наружного заряда, площадь льда. Воздушная ударная волна и ее звуковой эффект сравнительно невелики, а разлет осколков льда значительный. Ударные волны, передающиеся по толще льда, в случае, когда защищаемый объект не околот, оказывают на него большее разрушающее воздействие, чем ударные волны, передающиеся в водной среде.

Взрыв подводного (подледного) заряда, расположенного на небольшой глубине (рис. 23, *г*), образуя майну, разрушает площадь

ледяного покрова, в 1,5—2 раза большую, чем взрыв аналогичного заряда в толще льда. Объясняется это стремлением ударных волн распространяться в сторону менее плотной среды — воздуха и наличием на их пути преграды в виде ледяного покрова. От взрывов наиболее часто применяемых зарядов образуются майны, примерно в 4 раза превышающие глубины их погружения в воду.

При взрыве наружных или внутренних зарядов происходит выброс мелко раздробленных осколков льда (в виде щебня). Подводный взрыв вследствие наличия водяной подушки между зарядом и ледяным покровом характеризуется более крупными фракциями выбра-

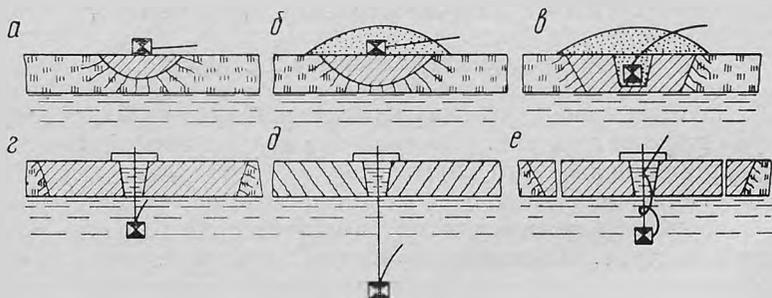


Рис. 23. Действие взрыва на лед при расположении зарядов: а — на поверхности льда без забойки; б — то же, с забойкой; в — в толще льда с забойкой; г — подо льдом на небольшой глубине; д — подо льдом на большой глубине; е — подо льдом с заглушающим зарядом

сываемых осколков (до 0,5 м в поперечнике). Воздушная ударная волна и звуковой эффект при подводном взрыве незначительны. Это особенно важно при проведении работ в населенных пунктах.

При дальнейшем заглублении заряда выброс льда не наблюдается (майна не образуется), лед только вспучивается и растрескивается на крупные куски (рис. 23, д). При взрыве аналогичного заряда на еще большей глубине происходит лишь небольшой подъем воды через лунку.

Эффект взрыва увеличивается при введении вспомогательного (заглушающего) заряда небольшого веса (20—25% от величины основного) (рис. 23, е). При одновременном взрыве обоих зарядов столкновение их ударных волн в водной среде способствует образованию майны, в 1,5 раза большей, чем при взрыве одного равновеликого заряда. Такие заряды взрывают детонирующим шнуром или электрическим способом. Ввиду сложности монтажа взрывной сети заглушающие заряды находят ограниченное применение.

При взрыве подводного заряда образуется фонтан воды (высотой 20—30 м), выбрасываемой вместе с осколками льда, расширяющимися газообразными продуктами взрыва (рис. 24).

Чем меньше глубина погружения заряда, больше его вес, тоньше лед, тем выше фонтан воды, круче его очертание и дальше разлет

осколков льда. Образующиеся от падения фонтанирующей воды поверхностные волны способствуют разрушению слабого льда, особенно когда взрываются небольшие льдины. Разлет отдельных осколков льда достигает иногда 500 м; в основном же они разбрасываются на расстояние нескольких десятков метров.

Взрыв заряда независимо от его расположения по отношению к поверхности льда создает в ледяном покрове зоны выброса, рыхления и сотрясения (рис. 25).

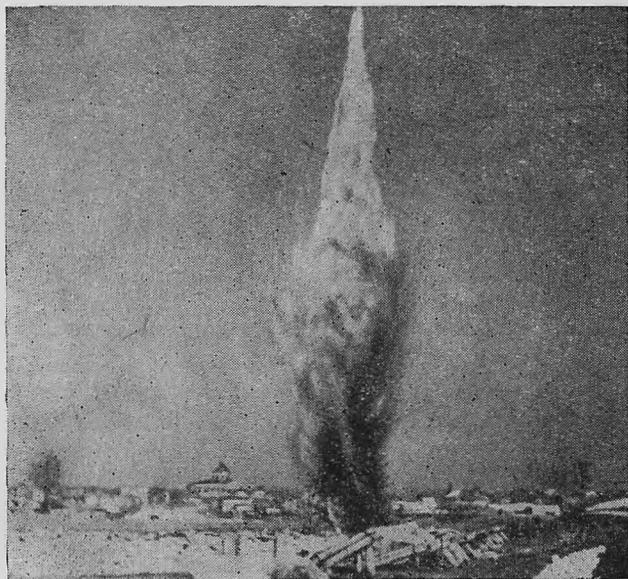


Рис. 24. Взрыв подводного (подледного) заряда

З о н а в ы б р о с а связана с образованием майны.

От взрыва подводного заряда образуется майна круглой формы. Ее диаметр от 3 до 8 раз превышает глубину погружения зарядов в воду (считая от верхней поверхности ледяного покрова). Чем меньше отношение диаметра майны к глубине погружения заряда, тем больше размер выбрасываемых осколков льда и она сильнее забита льдом, упавшим обратно в майну (особенно при отсутствии ветра). Так, например, майны диаметром, в 3 раза ббльшим глубины погружения зарядов, часто полностью забиты крупными (до 0,5 м) кусками льда, майны же диаметром, в 7—8 раз превышающим глубину погружения зарядов, почти полностью свободны от льда.

В з о н у р ы х л е н и я входит площадь ледяного покрова, раздробленного на крупные куски и расколотого трещинами (в основном

радиальными). Эта зона представляет собой кольцо, внутренний радиус которого равен радиусу майны, а наружный — сумме радиуса майны и глубины погружения заряда в воду. Максимальное дробле-

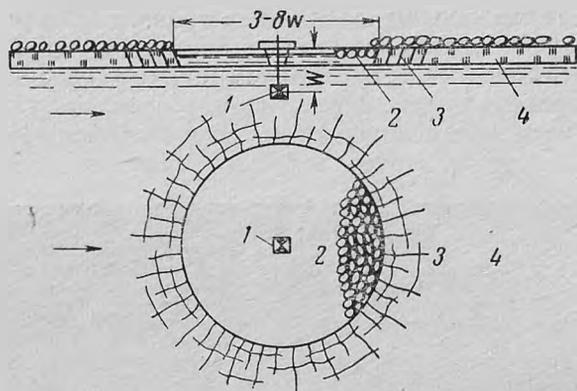


Рис. 25. Зона действия взрыва подводного заряда:

1 — заряд; 2 — майна, частично заполненная упавшими осколками льда (зона выброса); 3 — лед, раздробленный и расколотый взрывом (зона рыхления); 4 — ледяной покров, не подвергнутый разрушению (зона сотрясения), с осколками льда, выброшенными взрывом

ние и трещиноватость наблюдаются, естественно, у краев майны. Радиальные трещины при раскалывании льдин со свободными кром-

ками имеют длину до нескольких десятков метров.

Зона сотрясения охватывает площадь, на которой ледяной покров подвергается только колебанию без какого-либо нарушения его сплошности. Здесь располагается основная масса осколков льда, выброшенных взрывом.

Немаловажное влияние на эффективность действия взрыва оказывает наличие у раскалываемой льдины свободных сторон: чем их больше, тем на большей площади она раскалывается. В том случае, если взрыв происходит в зажиме, т. е. когда его действие не

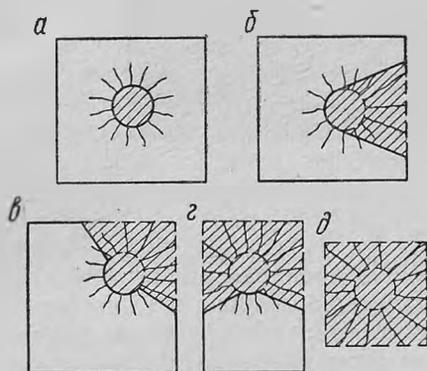


Рис. 26. Действие взрыва на лед при различном числе свободных сторон льдины:

а — взрыв в зажиме; б, в, г, д — соответственно при одной, двух, трех и четырех свободных сторонах льдины

выходит за границы льдины, последняя раскалывается на меньшей площади (рис. 26, а). Максимальное раскалывание наблюдается, когда льдина окружена со всех сторон водой (рис. 26, д).

Поэтому при взрыве заряда в зажиме расстояние между зарядами обычно принимают равным $5W$, а при наличии у льдины двух свободных сторон это расстояние увеличивают примерно в 3 раза, что приводит к возрастанию площади раскалываемого льда в 9 раз.

§ 11. Определение веса зарядов и расстояния между ними

Чаще всего для разрушения льда применяют взрывы подводных сосредоточенных зарядов, так как они позволяют получить значительную площадь раздробленного ледяного покрова, сопровождаются сравнительно слабой воздушной ударной волной и, следовательно, слабым звуковым эффектом, и оказывают меньшее разрушающее воздействие на защищаемые объекты, чем взрывы зарядов, расположенных в толще льда.

Наружные заряды применяют при необходимости быстрого проведения взрыва (например, на льдине, подплывающей к объекту), а также при наличии реальной возможности повреждения защищаемого объекта воздействием взрывов подводных зарядов (например, сейсмического). Заряды, располагаемые в толще льда, взрывают для дробления наледей¹, образования лунок, ликвидации мощных заторов льда и пр.

Вес подводного (подледного) заряда определяют по формуле

$$Q = eKW^3, \quad (1)$$

где Q — вес заряда, кг;

e — переводной коэффициент, учитывающий относительную эффективность ВВ;

K — удельный расход аммонита № 9, кг/м³;

W — глубина погружения заряда в воду, м.

Значения переводных коэффициентов для некоторых аммонитов следующие: № 10 — 1; № 7 и В-3 — 0,9; № 6 — 0,85.

Удельный расход ВВ изменяется в широких пределах (от 0,3 до 1,5 кг/м³) и зависит от диаметра майны, требуемой степени дробления в ней льда и величины разброса последнего. Естественно, что для получения большей площади майны, сильного дробления в ней льда и увеличения дальности его разброса следует принимать больший удельный расход ВВ.

При $K = 0,3$ кг/м³ майна не образуется, происходит только раскалывание на большие куски отдельных небольших льдин. При $K = 0,5$ кг/м³ образуется майна диаметром, в 3—3,5 раза превышающим величину W , полностью забитая крупными осколками льда. При $K \approx 0,9$ кг/м³, диаметр майны составляет $4W$. Она более свободна от осколков льда, которые в сильно раздробленном состоянии разбрасываются за ее пределы.

¹ При дроблении массива льда для определения веса зарядов рыхления расчетный удельный расход ВВ принимают равным 0,3—0,4 кг/м³.

При дальнейшем увеличении удельного расхода ВВ возможно образование майн диаметром в 7—8 раз больше глубины погружения заряда в воду.

При расчете веса зарядов величину удельного расхода ВВ следует принимать с учетом ожидаемых результатов взрыва, т. е. в зависимости от величины диаметра майны, необходимой степени дробления в ней льда и дальности его разброса.

Основное назначение взрывов — расчленил ледяной покров на отдельные части (майнами, соединяющимися между собой трещинами).

Расход ВВ, потребный для расчленения ледяного покрова, уменьшается с уменьшением глубины погружения зарядов в воду. Например, при уменьшении величины W вдвое значение Q умень-

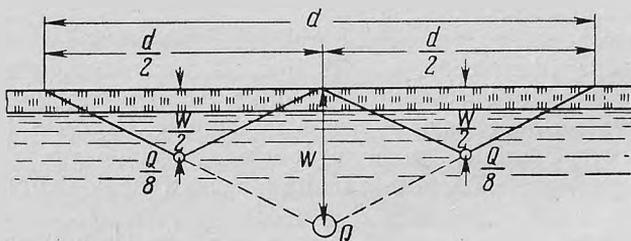


Рис. 27. Влияние глубины погружения заряда в воду (W) на вес заряда (Q) и диаметр майны (d)

шается примерно в 8 раз, а диаметр получаемой майны — только в 2 раза (рис. 27), вследствие чего расход ВВ на 1 м диаметра майны сокращается примерно в 4 раза (на 1 м² площади майны — вдвое). Поэтому для экономии ВВ заряды следовало бы взрывать на небольшой глубине, тем более, что при этом уменьшается радиус зоны поражения рыбы. Однако в этом случае увеличивается расход средств взрывания, а главное — возрастают трудоемкость и время проведения подготовительных и взрывных работ из-за необходимости подготовки большего количества лунок и соответственно взрывания большего числа зарядов.

Минимальную стоимость взрывных работ получают при взрывании зарядов на глубине 1,5—3 м (в зависимости от толщины льда).

Расстояние между зарядами зависит от диаметра образуемой майны, условий взрывания (например, степени зажима), характера выполняемой работы и длины пути, который проходит взорванный лед до защищаемого объекта. Оно изменяется, примерно от 1,25 до 4 диаметров майны. Учитывая, что величина диаметра майны чаще составляет около $4W$, расстояние между зарядами принимают от 5 до $15W$. Так, при образовании майны непосредственно у защищаемого объекта взрывами в зажиме, расстояние между зарядами принимают минимальным — около $5W$. Если взрывные работы проводят при наличии закраин или полыньей, расстояние между зарядами

увеличивают до 15W. При этом необходимо учитывать, что откалываемые льдины должны свободно проходить между опорами моста. При раскалывании ледяного покрова, расположенного значительно выше объекта, даже при взрывах в зажиме, расстояние между зарядами принимают до 10W (тем больше, чем больший путь проходит взорванный лед до защищаемого сооружения).

Так как толщина льда в направлении к середине реки уменьшается, расстояние между зарядами следует несколько увеличивать (или уменьшать вес зарядов).

При наличии свободных кромок льда большая эффективность достигается при взрывании одиночных зарядов, располагаемых так, чтобы взрыв каждого из них откалывал возможно большие льдины.

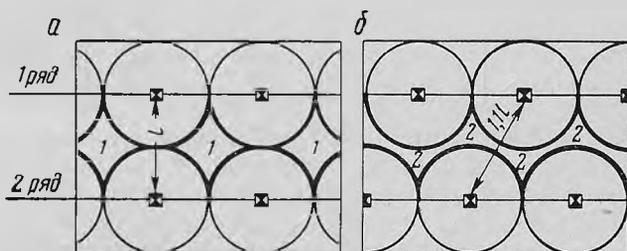


Рис. 28. Расположение зарядов:

a — друг против друга; *b* — в шахматном порядке; 1 — участки малоразрушенного льда; 2 — не разрушенные переемы между рядами лунок

При массовом взрыве нескольких зарядов не в зажиме, а также при взрыве одиночных зарядов или сразу нескольких зарядов в зажиме, их располагают друг против друга. При этом расстояние между центрами зарядов, расположенных в разных рядах, по сравнению с расстоянием между центрами зарядов, расположенных в шахматном порядке, сокращается на 10% (рис. 28).

При таком расположении зарядов между ними остаются отдельные участки сравнительно мало разрушенного льда. Поскольку площадь их незначительна, они не представляют опасности для защищаемых сооружений и, главное, не препятствуют распаду ледяного покрова. При шахматном же порядке расположения зарядов такие переемы, соединяя ледяной покров между рядами, ухудшают условия его распада.

Последний способ расположения зарядов применяют в тех случаях, когда необходимо получить большой выброс осколков льда.

Для определения веса зарядов и параметров их заложения при $e = 1$ можно воспользоваться табл. 10.

Полученную расчетом величину Q следует округлять так, чтобы в состав заряда входило целое число патронов, пачек или брикетов.

Поскольку формула не учитывает всех факторов, определяющих вес зарядов, а величина K нуждается в корректировке в зависимости

Толщина кристаллического льда, м	Глубина погружения заряда в воду (W), м	Вес заряда, кг, при		Расстояние между зарядами, м, при		
		K = 0,5 кг/м ³	K = 0,9 кг/м ³	5W	10W	15W
0,3—0,4	1,4	1,4	2,5	1,0	14	21,0
0,4—0,5	1,5	1,7	3,0	7,5	15	22,5
0,5—0,6	1,6	2,0	3,6	8,0	16	24,0
0,6—0,7	1,7	2,5	4,4	8,5	17	25,5
0,7—0,8	1,9	3,4	6,2	9,5	19	28,5
0,8—0,9	2,1	4,6	8,3	10,5	21	31,5
0,9—1,0	2,3	6,1	10,9	11,5	23	34,5
1,0—1,1	2,5	7,8	14,0	12,5	25	37,5
1,1—1,2	2,7	8,8	17,7	13,5	17	40,5
1,2—1,3	2,9	12,2	21,9	14,5	29	43,5
1,3—1,5	3,3	18,0	32,3	16,5	33	49,5

от вида работ и прочности льда, необходимо с целью уточнения параметров заложения зарядов произвести их пробное взрывание.

Если возможности произвести пробное взрывание (или протулировать рабочий взрыв) не представляется, а обстановка требует быстрого выполнения работ, вес заряда определяют приблизительно (с запасом в большую сторону).

Заряды для ледокольных работ подразделяются на: заряды малого (до 2 кг) веса, среднего (2—10 кг) и большого (более 10 кг).

Рекомендуется, чтобы вес зарядов был не менее 2—3 и не более 10 кг, так как менее легкие заряды приводят к увеличению трудоемкости и сроков выполнения работ, тяжелые — неудобны в применении. Чаще всего применяют заряды весом 1; 3; 5; 7 и 10 кг.

§ 12. Правила выполнения взрывных работ

Ледокольные (подводные) взрывные работы более сложны, чем взрывные работы, выполняемые на суше, поэтому они требуют большей осторожности в обращении с ВМ и соблюдения ряда дополнительных правил, описанных в этой главе.

При благоприятных местных условиях к работе следует приступать в то время, когда во льду появляются первые трещины и отсутствует надледная вода.

Взрывные работы по раскалыванию ледяного покрова целесообразно производить после подъема воды от устойчивого зимнего уровня на величину не менее трех толщин льда, когда последний отрывается от берегов. При этом обычно образуются закраины (рис. 29) и даже полыньи, увеличивающие эффективность взрывных работ и снижающие их трудоемкость. Кроме того, при более поздних сроках проведения взрывных работ ледяной покров значительно слабеет, утончается и частично раскалывается естественным путем. Гидрогеологические условия большинства рек с медленным подъемом уровня воды позволяют производить взрывание ледяного покрова

при закраинах, образуемых на несколько суток раньше первой подвижки льда.

Учитывая, что эффективность взрывных работ при наличии закраин возрастает, плавучие средства по возможности следует ставить на зиму около пологих низких берегов, где при подъеме уровня воды закраины образуются в первую очередь. Закраины возникают не только за счет естественной прибыли воды в период паводков, но и при спуске из водохранилища или при повышении уровня воды в результате подпора ее нижерасположенной плотиной.

При определении времени начала взрывания льда, особенно при проведении работ выше защищаемого сооружения (в непосредственной от него близости), рекомендуется приурочивать работы к наступлению устойчивой оттепели (начинать не ранее чем за 10, но не позже чем за 2—3 суток до первой подвижки льда). Это делается для того, чтобы избежать возможности смерзания взломанного ледяного покрова, если после взрыва его наступят сильные морозы. Кроме необходимости повторения взрывных работ, такое смерзание увеличивает количество льда, что в свою очередь усложняет в дальнейшем пропуск ледохода.

Ледокольные работы, выполняемые до начала ледохода для защиты сооружений, должны быть закончены до первой подвижки льда. Окончание работ по раскалыванию ледяного покрова в озерах, прудах и староречьях может быть перенесено на более поздний срок, когда начнется сплытие из них ледяных полей.

До начала взрывания ледяного покрова непосредственно около защищаемых сооружений (опор моста, ледорезов, плавучих средств) необходимо сделать проруби в виде сквозных борозд во льду.

При работе нескольких команд взрывников на близком расстоянии друг от друга взрывные работы следует производить согласованно. Нужно иметь в виду, что взрывами могут быть вызваны преждевременные подвижки льда, крайне нежелательные для проведения работ по защите нижерасположенного объекта.

При большой площади раскалываемого льда, учитывая, что действие взрыва распространяется во все стороны с одинаковой силой, заряды следует закладывать на некотором расстоянии (от 5 до 15W) от свободной кромки ледяного покрова, льдины, затора льда.

Не рекомендуется опускать заряды под лед между стыками льдин, через трещины, проталины и промоины, так как к последним подходить опасно. Кроме того, в этом случае уменьшается площадь раскалываемого ледяного покрова.

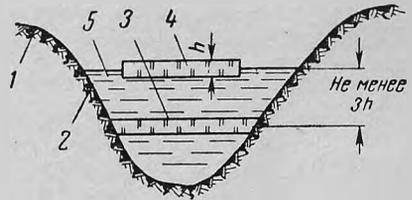


Рис. 29. Образование закраин при прибыли воды:

1 — бровки берегов; 2 — берега; 3 — ледяной покров до прибыли воды; 4 — то же, после прибыли; 5 — закраины

Опускать заряды через трещины и между стыками льдин (при соблюдении мер предосторожности) допускается только при отсутствии времени для подготовки лунок.

Взрывы следует производить в направлении, противоположном течению¹, так как при этом отколотые льдины уносятся в полыньи или закраины, в результате чего последующие взрывы происходят в меньшем зажиме, что увеличивает их эффективность. Заряды в зажиме взрываются также в направлении, противоположном течению, это позволяет взрывникам отходить по ненарушенному

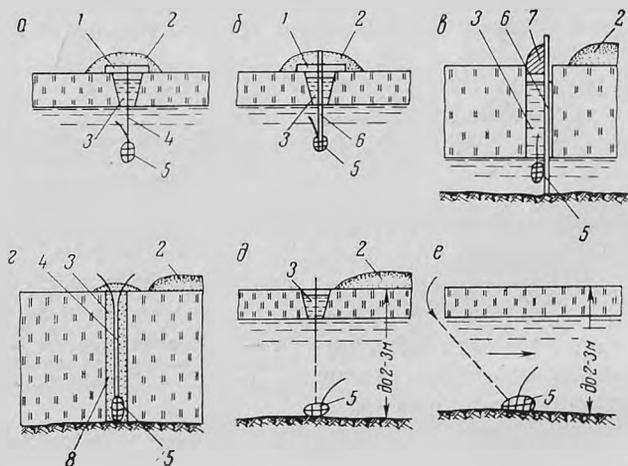


Рис. 30. Способы опускания заряда под лед:

a — на поддерживающем конце с закреплением на перекладине; *б* — на шесте с закреплением на перекладине; *в* — на шесте с закупоркой лунки ледяной пробкой; *г* — на основании лунки с забойкой ее мелким льдом и снегом; *д* — на дно водоема через лунку; *е* — на дно водоема через верхнюю кромку ледяного покрова;
 1 — перекладина; 2 — лед из лунки; 3 — лунка; 4 — поддерживающий конец; 5 — заряд;
 6 — шест; 7 — ледяная пробка; 8 — ледяная крошка и снег

ледяному покрову и исключает возможность несчастных случаев, вызванных взрывом зарядов, снесенных течением прямо под взрывников.

Существует несколько способов опускания заряда под лед. Чаще всего для этого служит поддерживающий конец — крепкий шпагат (веревка, проволока), к которому привязывают заряд; свободный конец шпагата привязывают к перекладине (планке, палке), уложенной поперек лунки (рис. 30, *a*). Во избежание соскальзывания в воду длина перекладины должна не менее чем на 0,5 м превышать диаметр лунки в верхней ее части. Перекладину вдавливают в вынутый из лунки лед и располагают с нижней (по течению) стороны лунки (рис. 31). Это предохраняет перекладину от смещения.

¹ При отсутствии или слабом течении воды взрывы следует производить с подветренной стороны (против ветра).

При опускании заряда поддерживающий конец пропускают через полусжатый кулак. Это нужно для того, чтобы в момент натяжения не произошел обрыв конца или смещение перекладины, а также чтобы убедиться в том, что заряд опустился на нужную глубину.

При отсутствии необходимого количества крепкого шпагата заряд можно опускать на шесте. Для этого его надежно привязывают к концу шеста, свободный конец которого прикрепляют к перекладине (рис. 30, б). Последняя при использовании зарядов без балласта необязательна. В этом случае во избежание всплытия шеста с зарядом лунку засыпают ледяной крошкой, полученной при ее сверлении (долблении).

Опускание зарядов в лунки, просверленные в толстом льду (более 1 м), производят аналогично, т. е. на поддерживающих концах и шестах. При опускании на шесте, во избежание всплытия заряда, верхнюю часть лунки надежно закупоривают заранее подготовленной ледяной пробкой. В этом случае заряд применяют без балласта (рис. 30, в).

В тех случаях, когда существует опасность поджигания зарядов течением к близлежащим объектам, их следует опускать в лунки только на шестах. При этом шест закрепляют в лунке в вертикальном положении или даже с некоторым наклоном в сторону, противоположную объекту. Если величина W приблизительно равна глубине реки в месте погружения зарядов в воду (не более 2—3 м), как исключение, их разрешается опускать на дно через лунки (рис. 30, д) или через верхнюю кромку ледяного покрова (рис. 30, е) при условии, что разрушение дна допускается, течение воды незначительно, нижерасположенные объекты, которые могут быть повреждены взрывом, отсутствуют, а отказавшие заряды ликвидируются замоканием.

При отсутствии воды в лунке, что наблюдается, например, при взрывании наледей, ледяного покрова, промерзшего до дна, и т. д., заряд опускают на дно лунки (на шесте или шпагате). Выведенный на поверхность огнепроводный шнур поджигают только после засыпки лунки (с легким уплотнением деревянным забойником) ледяной крошкой и снегом (рис. 30, з).

Зажигательные трубки в зависимости от условий работы, водостойчивости зарядов поджигают как до опускания, так и после

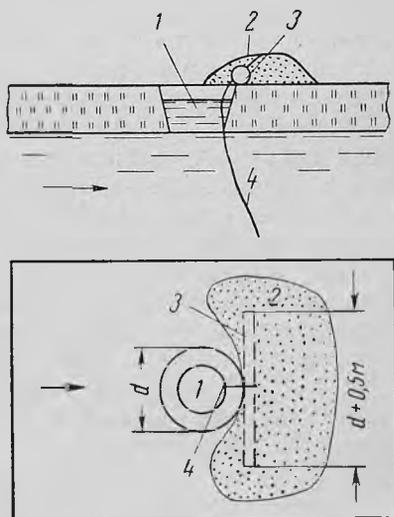


Рис. 31. Закрепление перекладины:

1 — лунка; 2 — лед из лунки; 3 — перекладина; 4 — поддерживающий конец

опускания зарядов под лед. Перед погружением поджигают огнепроводные шнуры зарядов небольшого веса, быстро замокающих в воде, когда количество их, взрываемое за один прием, мало, толщина льда — незначительна, величина W — сравнительно велика, близкорасположенные застекленные объекты отсутствуют, а также когда возможны срывы льдом зарядов, значительное время находящихся в воде. Преимущества этого способа: меньший расход огнепроводного шнура, сокращение времени производства взрывных работ и снижение их трудоемкости. Недостаток — возможность возникновения опасной ситуации в случае, если заряд не пройдет в лунку.

Непосредственно перед поджиганием огнепроводных шнуров взрывник обязан тщательно проверить размеры лунок.

Следует иметь в виду, что заранее подготовленные и проверенные лунки могут быть забиты льдом, выброшенным предыдущими взрывами, а также льдом, плывущим под ледяным покровом. Опасность возникает в связи с задержкой взрывника у забитой льдом лунки во время проталкивания в нее заряда с подожженным огнепроводным шнуром.

В случае застревания заряда в лунке необходимо тотчас же предупредить о случившемся всех работающих и быстро отойти на безопасное расстояние, учитывая, что при взрыве заряда в толще льда будет большой разлет осколков. Если возможно, следует быстро отрезать горящую часть огнепроводного шнура или (при использовании неводоустойчивого ВВ) осторожно проколоть оболочку заряда и отойти на безопасное расстояние.

Опытному взрывнику со стажем ледокольных работ не менее одного сезона разрешается взрывать (описанным способом) за один прием не более двух зарядов.

Во всех остальных случаях огнепроводные шнуры поджигают после погружения зарядов в воду. В целях экономии времени и огнепроводного шнура его поджигают после прохождения зарядом лунки. Затем заряд опускают на полную глубину.

Длинный огнепроводный шнур во избежание запутывания необходимо привязывать к поддерживающему концу или шесту (примерно через каждые 50 см длины последних в зависимости от скорости течения воды). Первую привязку делают непосредственно у заряда. Опускание зарядов на огнепроводном шнуре запрещается.

На прочных участках ледяного покрова одному опытному взрывнику разрешается одновременное взрывание (с применением контрольной трубки) до 12 зарядов, заранее опущенных на полную глубину, при соответствующей длине огнепроводных шнуров.

Преимуществом этого способа поджигания шнура является сокращение объема подготовительных работ вследствие применения лунок меньшего диаметра, чем для зарядов, огнепроводные шнуры которых поджигают до опускания их под лед. Когда поджигать огнепроводный шнур, до или после опускания заряда в лунку,

а также количество одновременно взрываемых зарядов, определяет руководитель взрывных работ.

Необходимо подготавливать и опускать под лед только то количество зарядов, которое взрывается за один прием. Взрывание зарядов следует производить сразу же после их подготовки к взрыву.

Для раскалывания пльвущих льдин, ликвидации опасных заторов льда и выполнения других неотложных работ необходимо иметь некоторый запас подготовленных зарядов. Такой минимальный аварийный запас (рассчитанный на четырехчасовую работу) должен храниться у места производства взрывных работ и пополняться по мере израсходования. Обычно достаточно иметь в запасе не более 15 зарядов разного веса на каждого взрывника.

При взрывании за один прием каждым взрывником пяти и более зарядов для контроля времени, затрачиваемого на зажигание огнепроводных шнуров, следует применять контрольную трубку. Длина ее огнепроводного шнура должна быть не менее чем на 60 см короче шнура зажигательных трубок. При необходимости следует применять сразу две контрольные трубки.

Для зажигания огнепроводных шнуров необходимо обнажить их пороховую сердцевину, для этого незадолго до начала взрыва делают косою надрез каждого из шнуров зарядов, подлежащих взрыванию за один прием.

До поджигания огнепроводных шнуров взрывник должен убедиться в возможности быстрого отхода или отъезда на лодке на безопасное расстояние. Для этого заранее необходимо наметить надежный путь, который должен служить как для подхода к местам заложения зарядов, так и для отхода от них после поджигания огнепроводных шнуров.

При огневом взрывании сразу нескольких зарядов из неводоустойчивого аммонита за один прием следует помнить, что при расстоянии между зарядами, меньшем 5W, их бумажные оболочки под воздействием подводной ударной волны могут разорваться и послужить причиной отказов. В таких случаях опускание зарядов и взрывание их производят не в каждой лунке (подряд), а через одну. В пропущенных лунках эти операции выполняют во второй прием. Отказы по причине разрыва оболочек свойственны зарядам не только в бумажных, но и в жестких оболочках, в результате смятия их льдом, сдвинутым первыми взрывами. Известны случаи расплющивания железных бочек под воздействием взрывов зарядов весом 200 кг, расположенных на расстоянии 35—50 м.

Выбрасываемые взрывом перекладины следует сохранять для их повторного использования. Однако, собирая перекладины, необходимо соблюдать осторожность при хождении по слабому и взорванному льду.

Бросать заряды на заторы, зажоры, пльвущие льдины (с лодки, берега, защищаемого сооружения) разрешается в исключительных случаях и только опытным взрыв-

никам, имеющим стаж ледокольных работ не менее двух сезонов. Вес бросаемых зарядов не должен превышать 2 кг, так как в противном случае прицельно забросить заряд не только трудно, но и опасно вследствие возникновения при взрыве довольно сильной воздушной ударной волны.

При расстоянии, исключающем повреждение объекта взрывом, вес бросаемого заряда может быть увеличен до 3 кг. Рекомендуемые расстояния броска в зависимости от веса зарядов следующие:

Вес заряда, кг	0,5	1	1,5	2	3
Дальность броска, м	30	25	20	15	10

Необходимо, чтобы взрывники прошли предварительную тренировку по точности и дальности бросания зарядов.

Для увеличения эффективности воздействия взрыва на заторы, зажоры, льдины рекомендуется забрасывать заряды в такие места, где они могли бы взрываться в условиях водной среды, т. е. в несквозные лунки, образованные от предыдущих взрывов, на затопленные части льдин и пр. Если льдина покрыта толстым слоем снега, сначала бросают заряд, предназначенный для создания воронки, в которую затем забрасывают второй заряд для раскалывания самой льдины.

Взрывание зарядов электрическим способом и детонирующим шнуром применяется в тех случаях, когда требуется одновременно взорвать несколько зарядов и когда взрыв необходимо произвести в точно назначенное время.

Поскольку вода является проводником электрического тока, во избежание его утечки и возможности коротких замыканий для электровзрывных сетей следует применять только хорошо изолированные провода (с полихлорвиниловой или резиновой изоляцией), места срачивания проводов изолировать липкой изоляционной лентой, а само срачивание производить тщательно (особенно для подводных участков электровзрывной сети).

Так как провода электровзрывной сети при быстром течении испытывают большие усилия на разрыв, они должны быть механически прочными. Для предохранения от обрыва рекомендуется сращивать жилы на длине около 10 см; перед изготовлением сростка концы проводов необходимо связать узлом для образования предохранительной петли (рис. 32). Особое внимание следует обращать на наращивание проводов, связанных с электродетонатором, так как обрывы чаще всего бывают именно здесь.

Во избежание нарушения места срачивания, смещения и выдергивания электродетонатора его провода закрепляют за поперечную планку, введенную в заряд. Кроме того, провод, соединяемый с проводом электродетонатора, привязывают за обвязку заряда.

Монтаж электровзрывной сети (детонирующего шнура) производят у места проведения взрывных работ. Для этого заранее подготавливают минимальное количество проверенных отрезков провода

(шнура), длина которых во избежание их натяжения должна на 10—15% превышать расстояние между зарядами. Если существует опасность замокания зарядов и срыва их льдом, электровзрывную сеть полностью монтируют на льду, после чего заряды опускают в воду и взрывают.

Заряды с одиночными электродетонаторами соединяют между собой последовательно (рис. 33). Подводный участок электровзрывной сети ответственных взрывов необходимо дублировать (в каждый заряд ввести по два электродетонатора, соединенных последовательно). При невозможности повторения ответственного взрыва для большей гарантии иногда дублируют всю электровзрывную сеть.

В качестве источника тока обычно используют взрывные машинки. При этом общее сопротивление последовательно соединенной взрывной сети не должно превышать максимально допустимого для применяемой машинки.

В качестве магистрального провода рекомендуется использовать двухжильный кабель, учитывая его прочность, малое сопротивление и хорошую гидроизоляцию. Так как стоимость кабеля высока, его следует прокладывать только в тех местах, где он будет гарантирован от повреждения взрывом. Сечение медных магистральных проводов должно быть не менее $0,75 \text{ мм}^2$.

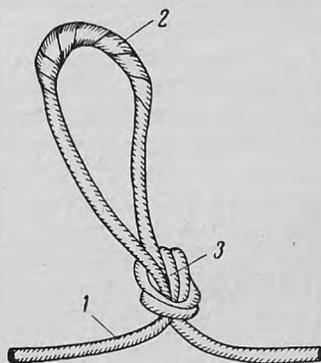


Рис. 32. Предохранительная петля на участке сращивания провода:

1 — провод; 2 — сросток; 3 — узел

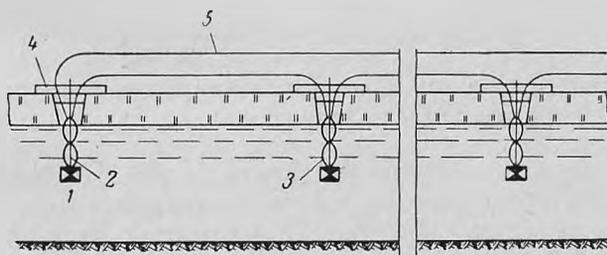


Рис. 33. Последовательное соединение подводных зарядов:

1 — заряд; 2 — поддерживающий конец; 3 — концевые провода, привязанные к поддерживающему концу; 4 — перекладина; 5 — участковые (концевые) провода

Провода, подлежащие использованию в подводных условиях, следует проверять на исправность изоляции.

По сравнению с электрическим способ взрывания зарядов детонирующим шнуром обладает следующими преимуществами: прочностью (шнур выдерживает на разрыв не менее 50 кГ), надежностью

крепления шнура в зарядах, простотой монтажа взрывной сети и безопасностью в обращении. При бескапсюльном взрывании почти полностью исключается возможность преждевременного взрыва, отсутствует необходимость расчета электровзрывной сети и применения контрольно-измерительных приборов и источников тока; от взрывников требуется меньшая, чем при электрическом способе, квалификация.

Однако при взрывании зарядов детонирующим шнуром не гарантируется надежность взрыва, так как нет приборов, определяющих качество шнура. Кроме того, его применение значительно повышает стоимость взрывных работ.

При однорядном расположении зарядов шнуры ответвлений (концевика), выходящие из лунок, соединяют с магистральным шнуром, укладываемым на льду вдоль зарядов. Если заряды расположены в несколько рядов, то шнуры, соединяющие заряды в рядах, замыкают с двух сторон.

При ответственных взрывах для дублирования подводной части сети в каждый заряд вводят по два концевика детонирующего шнура или полностью дублируют всю сеть.

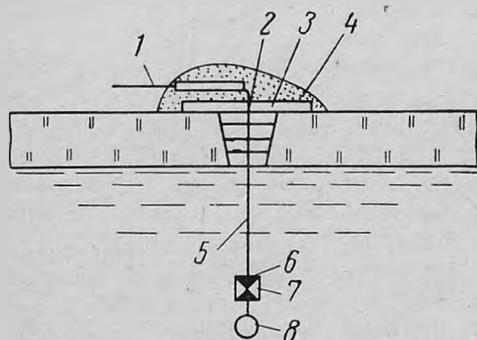


Рис. 34. Устройство заряда, взрываемого детонирующим шнуром от зажигательной трубки:

1 — зажигательная трубка; 2 — место прикрепления детонирующего шнура к перекладине; 3 — перекладина; 4 — лед из лунки; 5 — детонирующий шнур; 6 — заряд; 7 — обвязка заряда детонирующим шнуром; 8 — балласт

В зависимости от условий сеть детонирующего шнура взрывают либо двумя зажигательными трубками, либо двумя электродетонаторами.

Для увеличения надежности взрыва и уменьшения стоимости взрывных работ, особенно если сеть детонирующего шнура взрывается электрическим способом, ее наружный участок заменяют электровзрывной сетью (к концевикам, выходящим из воды, подвывают электродетонаторы). При этом применение электродетонаторов короткозамедленного действия в комбинации с мгновенными позволяет производить массовые взрывы вблизи объектов, для которых мгновенные массовые взрывы опасны.

Если одновременность взрыва зарядов необязательна, детонирующий шнур взрывают зажигательной трубкой (рис. 34). В этом случае для ускорения изготовления зарядов (в бумажной оболочке, например из патронов или пачек ВВ) их обвязывают посередине одной ниткой детонирующего шнура. Эта обвязка вызывает детонацию ВВ и одновременно служит шпагатом, связывая патроны

(пачки) ВВ в заряд. На детонирующем шнуре разрешается опускать под лед заряды весом до 10 кг в зависимости от скорости течения и веса балласта. Детонирующий шнур при этом не подвергается большому натяжению и детонирует безотказно. Заряды большего веса следует опускать на поддерживающих концах.

Выведенный из лунки детонирующий шнур без перегибов и перекручивания привязывают шпагатом или мягкой проволокой к перекладине. К свободному его концу прикрепляют зажигательную трубку. Поэтому необходимость ее гидроизоляции отпадает.

Вследствие отсутствия в зарядах детонаторов взрывники работают в более спокойной обстановке. Разрешается, чтобы каждый взрывник за один прием взрывал не более 12 зарядов. При их взрывании зажигательные трубки поджигают в определенной последовательности так, чтобы взрывы производились на отбой.

Применение такого способа изготовления и взрывания позволяет:

1) в 1,5 раза уменьшить объем подготовительных работ вследствие применения лунок меньшего диаметра, чем для зарядов, огнепроводные шнуры которых поджигают до погружения зарядов в воду;

2) вдвое сократить время на изготовление и взрывание зарядов ввиду отсутствия необходимости в изоляции зажигательных трубок и изготовлении патронов-боевиков и сокращения времени на отходы в безопасную зону вследствие большого числа зарядов, взрывааемых за один прием;

3) использовать для изготовления и опускания зарядов под лед проинструктированных подсобных рабочих (под наблюдением взрывника);

4) обеспечить большую безопасность работ, так как зажигательные трубки прикрепляют к детонирующему шнуру непосредственно перед взрывом зарядов (опущенных под лед).

Данные по расходу детонирующего шнура в зависимости от толщины льда и расстояния между зарядами приведены в табл. 11.

Таблица 11

Толщина кристаллического льда, м	Глубина погружения заряда в воду (W), м	Расход детонирующего шнура на заряд, м	Вес заряда аммонита при $K=0,9 \text{ кг/м}^3$, кг	Площадь льда, взрываема́я одним зарядом, м ² , при расстоянии между зарядами		Расход детонирующего шнура, м, на		
				5W	10W	1 кг веса заряда	100 м ² площади льда при расстоянии между зарядами	
							5W	10W
0,2—0,4	1,4	2,0	2,5	50	200	0,8	4,0	1,0
0,6—0,7	1,7	2,4	4,4	70	290	0,5	3,4	0,8
0,9—1,0	2,3	3,0	10,9	130	530	0,3	2,3	0,6

При взрывании за один прием нескольких зарядов, расположенных на близком расстоянии друг от друга, в результате неодновременности их взрывания под воздействием взрыва сдетонировавшего

заряда может произойти разрыв бумажной оболочки или срыв детонирующего шнура у еще невзорвавшегося заряда, что неминуемо приведет к отказу. Такие случаи возможны, например, при взрывании зарядов весом 6 кг, расположенных на расстоянии ~5 м.

Во избежание отказов зарядов, расположенных на близком расстоянии друг от друга, при производстве массовых взрывов их соединяют магистралью детонирующего шнура. Однако при этом в несколько раз увеличивается его расход. Так, при толщине льда 0,6—0,7 м и расстоянии между зарядами, равном 5W, расход детонирующего шнура на 100 м² площади льда увеличивается в 7 раз.

Нормы выработки на взрывание льда одним взрывником (при готовых лунках и зарядах и поджигании огнепроводных шнуров после опускания зарядов под лед) приведены в табл. 12*.

Таблица 12

Вес заряда	Нормы выработки (в зарядах) за чел.-день, при числе зарядов, взрывааемых за один прием		
	1	2—4	5—6
До 3 кг	38	72	97
От 3 до 6 кг	32	58	73
От 6 до 10 кг	30	45	61

Норма выработки на основные виды подготовительных работ, выполняемых взрывниками за один чел.-день, следующие¹:

размельчение аммонита, кг	480
изготовление патронов с заготовкой гильз и их гидро- изоляция, шт., весом:	
до 0,5 кг	159
до 6 кг	95
до 10 кг	28
подбор электродетонаторов по сопротивлению, шт.	388
наращивание проводов электродетонаторов с изоляцией сростков, шт.	
при длине концевых проводов:	
до 3 м	194
до 7 м	129
до 10 м	77
изготовление зажигательных трубок, шт., при длине огне- проводного шнура:	
до 1 м	958
до 3 м	466
более 3 м	212
изготовление патронов-боевиков весом до 6 кг с заготовкой гильз и их гидроизоляция, шт.	95

* Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник 13. § 13—48. Госстройиздат, 1960.

¹ Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Госстройиздат, 1960. Сборник 2. Выпуск 3. § 2—3—8.

Г л а в а V

ПРОИЗВОДСТВО ЛЕДОКОЛЬНЫХ РАБОТ ДО НАЧАЛА ЛЕДОХОДА

§ 13. Околка льда вокруг защищаемых объектов

Во избежание повреждений, которые могут получить деревянные опоры мостов, ледорезы, эстакады, укрепленные откосы в результате подъема ледяного покрова, вокруг них производят околку льда. Освобождению ото льда подлежат и плавучие средства для снятия разрушающего действия его горизонтального статического давления.

При околке льда по периметру защищаемого объекта, возможно ближе к нему (но не менее чем в 0,2—0,3 м), создают сквозные проруби (борозды) шириной 0,3—0,5 м (рис. 35).

Проруби, создаваемые в непосредственной близости от опор мостов, ледорезов, увеличивают ширину прохода льда в пролете моста, особенно при низком уровне воды.

При внезапном подъеме уровня, вызванном оттепелью, дождями, прорывом выше расположенных плотин, в первую очередь необходимо создать проруби поперек реки — ниже и выше защищаемого объекта.

После околки льда равнодействующая веса конструкций и сопротивления свай на выдергивание должна превышать подъемную силу примерзшей к сваям оставшейся части ледяного покрова при максимальной его толщине.

При околке плавучих средств проруби располагают на разном расстоянии от их бортов. С береговой стороны, для обеспечения плавучим средствам возможности подхода к берегу (при пропуске ледохода), проруби располагают как можно ближе к ним, т. е. ч а ш у¹ оставляют минимальной ширины. Со стороны же реки проруби располагают на расстоянии 1,5—2 м от плавучих средств, чтобы чаша предохраняла их от ударов льдин.

При спокойном стоянии зимних уровней воды и отсутствии подвижек льда околку производят незадолго до начала весеннего подъема уровней.

¹ Ч а ш а — лед, примерзший к плавучим средствам.

Проруби обычно подготавливают вручную. Для этого используют пилы, лопы, поперечные и продольные пилы и другие инструменты. Последнее время для создания прорубей применяют ледорезные машины и отбойные молотки.

Околку защищаемых объектов взрывами производят только в исключительных случаях, например перед весенним подъемом уровня воды, когда

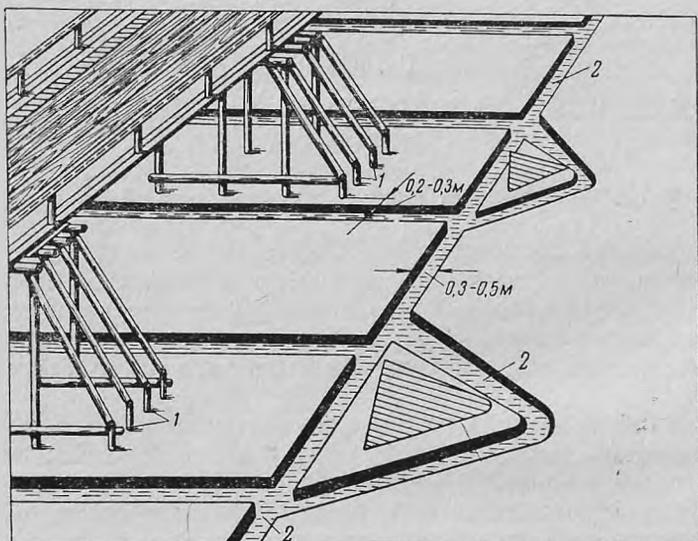


Рис. 35. Расположение проруби (борозды) по периметру деревянной свайной опоры:

1 — деревянные сваи; 2 — прорубь (борозда)

по каким-либо причинам (например, при внезапном подъеме уровня) опоздали с подготовкой прорубей обычными способами. Особенно тщательно следует производить взрывные работы по околке опор и устоев мостов, учитывая возможность повреждения взрывами верхнего пролетного строения.

Для свайных сооружений взрывная околка тем опаснее, чем жестче их конструкция, толще лед, больше вес взрываемых зарядов, меньше расстояние от места их заложения до свай и диаметр последних. Кроме того, опасность повреждения защищаемого сооружения увеличивается с уменьшением глубины воды, так как при глубине менее 2—3 м взрывы разрыхляют слабые грунты, в результате чего возникает возможность подмыва его опор.

Опасность околки опор мостов увеличивается также с уменьшением длины их пролетного строения, а главное, его высоты над уровнем ледяного покрова.

Не рекомендуется окалывать взрывами шлюзовые ворота, тонкие перемычки, затворы плотин и другие сооружения, сдерживающие напор воды. Более устойчивы к воздействию взрывов ледорезы, эстакады, укрепленные откосы и прочие сооружения, не имеющие верхнего пролетного строения.

Околку льда взрывами производят с разрешения организации, эксплуатирующей защищаемый объект, в присутствии ее ответственного представителя.

Рекомендуется начинать взрывные работы в то время, когда ледяной покров несколько оттаял от сооружения.

Околку производят обычно взрывами подводных сосредоточенных зарядов¹ весом не более 1—2 кг (под пролетным строением до 0,5 кг), рассчитанных при $K = 0,5 \text{ кг/м}^3$ и располагаемых на безопасном расстоянии от защищаемого сооружения (табл. 14). Заряды чаще всего взрывают огневым способом на такой глубине,

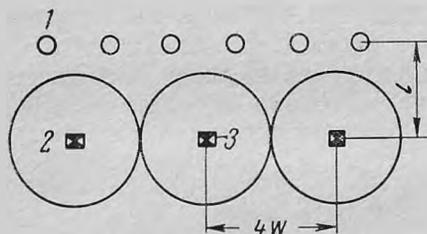


Рис. 36. Расположение подводных зарядов при взрывной околке сооружений:

1 — сваи; 2 — майна, полностью забитая крупными кусками льда; 3 — заряды; l — безопасное расстояние до свай

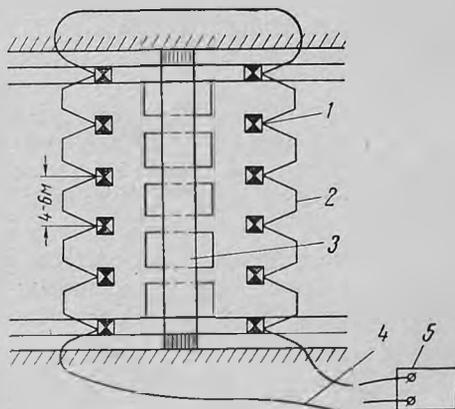


Рис. 37. Расположение зарядов при околке наплавного моста:

1 — заряды; 2 — концевые провода; 3 — понтоны; 4 — магистральные провода; 5 — взрывная машинка

чтобы образуемая майна была полностью забита крупными кусками льда. Располагают заряды в один ряд на расстоянии друг от друга около $4W$, так чтобы они не попадали напротив свай (рис. 36).

Околку льда производят и при наводке наплавных мостов, которые собирают зимой непосредственно на льду (толщиной не менее 20 см), в створе будущего моста. Для опускания собранного моста на воду вдоль него производят взрывную околку льда.

Для этого заряды располагают поперек реки обычно в два ряда, выше и ниже моста (рис. 37). При небольшой толщине льда (не более 20—25 см) и опасности сноса зарядов течением их можно взрывать только с нижней стороны моста. С верхней стороны лед обломится и мост сядет на воду под весом движущегося по нему транспорта.

¹ В некоторых случаях для образования борозд применяют наружные удлиненные заряды, например «колбасы» из широксилиновых порохов, из нескольких (до 4—6) ниток детонирующего шнура и др.

Заряды в рядах располагают в промежутках между понтонами на расстоянии 4—6 м друг от друга. Исходя из $K = 0,5 \text{ кг/м}^3$ и учитывая, что после взрыва майны должны соединиться между собой, определяют глубину погружения (не более $1/4$ расстояния между зарядами) и вес зарядов (обычно 1—2 кг).

Безопасное расстояние от места заложения зарядов до понтонов, учитывая, что они находятся не в воде, а на льду, принимают примерно в 2 раза меньше, чем указано в табл. 14.

Эти заряды рекомендуется взрывать электрическим способом с последовательным соединением сети.

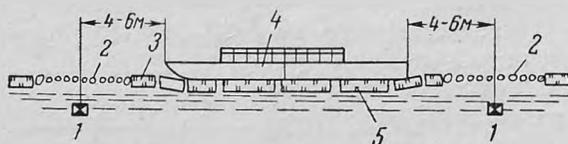


Рис. 38. Характер разрушения ледяного покрова взрывом:

1 — заряды; 2 — майна; 3 — раздробленный лед; 4 — понтон; 5 — льдины площадью 4—5 м²

После взрыва зарядов мост под собственным весом погружается в воду (рис. 38). Остающиеся под понтонами небольшие льдины (площадью 4—5 м²) нормальной эксплуатации моста не мешают.

§ 14. Раскалывание ледяного покрова

При защите объектов от ледохода раскалывание ледяного покрова производят около защищаемых сооружений, в озерах, прудах и прочих водоемах, из которых могут появиться большие ледяные поля. Раскалыванию подлежит также ледяной покров, способный стать причиной образования опасных заторов: например участки особенно толстого и крепкого льда в местах прохождения дорог и дорожных съездов¹, расположенных на расстоянии не более 1 км вверх и вниз от защищаемого объекта. Кроме того, лед раскалывают в местах скопления древесины, которая, являясь своеобразной «арматурой», повышает прочность ледяного покрова. При защите объекта, расположенного недалеко от устья реки, впадающей в залив или озеро, раскалывают ледяной покров устья для образования «карманов», обеспечивающих свободный выход льда.

Раскалывание ледяного покрова способствует уменьшению давления льда при подвижках, служит профилактическим мероприятием против ударов больших ледяных полей и для предупреждения образования заторов.

¹ О раскалывании зимних дорог необходимо заблаговременно предупредить руководителей заинтересованных предприятий или организовать объезды мест взорванного льда.

Размеры льдин после раскалывания ледяного покрова должны обеспечивать свободный проход их в пролеты моста, плотины. При небольшой толщине льда и значительном расстоянии от места проведения взрывных работ до защищаемого объекта взрывами образуют более крупные карты льда, которые в процессе ледохода дополнительно истираются и разламываются.

В исключительных случаях, когда, например, поступающий с верховьев в незначительном количестве лед быстро теряет свою прочность, ледяной покров, расположенный выше защищаемого объекта, не разрушают с целью задержания ледохода на несколько суток. В этих случаях он принимает на себя удары плывущих льдин, особенно опасных в начале ледохода.

Не рекомендуется раскалывать ледяной покров около защищаемых сооружений и в тех случаях, когда основной опасностью для них являются подвижки льда при низких уровнях воды, причиной которых могут стать взрывные работы.

Площадь ледяного покрова, подлежащая раскалыванию, зависит от толщины льда, характера ледохода, надежности защищаемого сооружения и пр.

Взрывание льда в близлежащих водоемах следует производить на той части ледяного покрова, который не разламывается естественным путем и приплавает к объекту большими ледяными полями.

Однако чаще раскалывание ледяного покрова производят на всей площади водоемов, расположенных выше защищаемого объекта на расстоянии до 5 км.

Ледяной покров, примыкающий к объекту, раскалывают на тем большей площади, чем толще и крепче лед, слабее конструкция защищаемого сооружения и интенсивнее ледоход. При определении площади раскалывания следует руководствоваться опытом прошлых лет. В некоторых случаях ледяной покров, расположенный выше объекта, раскалывают на длине до 5 км и более, ниже — до нескольких сотен метров.

В первом случае участок, подлежащий раскалыванию, обычно ограничивают крутым поворотом реки, островом, мысом берега и любым другим местом, около которого ледяной покров подвергается естественному разламыванию.

Непосредственно около объекта ледяной покров, как правило, раскалывают по всей ширине водоема, за исключением кромок льда, примерзшего к берегу, который раскалывается естественным путем и к тому же часто бывает затоплен водой. Однако при значительной ширине пролетов моста раскалывание ледяного покрова производят напротив опор и ледорезов (при условии их достаточной прочности). Для этого от них вверх по течению провешивают линии, параллельные направлению движения льда, по которым закладывают заряды (в один или несколько рядов) на расстоянии друг от друга около 5W (рис. 39). Чем слабее конструкция ледорезов и опор, толще и прочнее лед, тем меньше должно быть расстояние между зарядами.

Ширина полосы расколотого льда должна несколько превышать ширину опор и ледорезов, чтобы при подвижках льда нераздробленные участки ледяного покрова свободно проходили в пролеты моста. Длина раскалываемых полос устанавливается опытом прошлых лет.

Однако такой способ раскалывания ледяного покрова применяют только в том случае, если практика ряда лет подтверждает, что плывущие льдины не отклоняются от первоначального направления под воздействием течения воды и ветра.

При всех способах раскалывания ледяного покрова, расположенного выше объекта, заряды, закладываемые вдоль реки (особенно ближние), следует располагать напротив ледорезов, опор, эстакад.

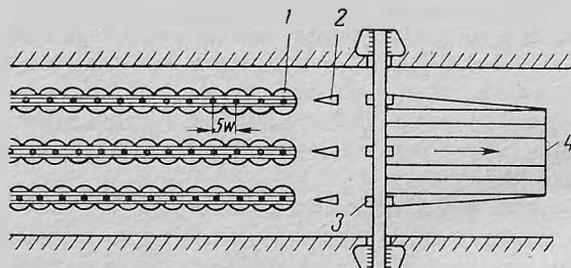


Рис. 39. Раскалывание ледяного покрова напротив ледорезов:

1 — полосы расколотого льда; 2 — ледорезы; 3 — опоры моста; 4 — майна или полынья

Длину участка ледяного покрова, раскалываемого с целью предотвращения затора, на средних и больших реках принимают до 1—2 км в зависимости от толщины и крепости льда, извилистости реки, расстояния до объекта и т. д. Обычно такие участки располагают выше возможных мест образования заторов на расстоянии не более 3 км от защищаемого объекта.

По предложению инженера П. А. Карелина, на крутых поворотах реки вместо сплошного раскалывания ледяного покрова его взрывают в направлении трасс движения льда (рис. 40). Для этого применяют заряды весом около 3 кг, располагаемые рядами на расстоянии 25 м друг от друга. К взрывным работам приступают с начала прибыли воды.

К началу ледохода под действием талых вод, воздуха, течения воды образуемые взрывами майны увеличиваются и соединяются между собой, создавая сплошные продольные полыньи, расчленяющие ледяной покров на отдельные скользящие ледяные поля, которые выталкиваются вниз по течению напором воды и льда, освобождая поверхность реки для пропуска ледохода. Это в значительной мере способствует предотвращению образования заторов на крутых поворотах реки. Кроме того, такой способ выгодно

отличается от сплошного раскалывания ледяного покрова, так как он более экономичен и менее трудоемок (расход ВМ и количество лунок сокращаются примерно втрое).

Раскалывание ледяного покрова производят либо взрывами зарядов, расположенных в рядах (взрывами в зажиме), либо постепенным откалыванием отдельных льдин (взрывами не в зажиме).

Взрывание не в зажиме применяют при наличии закраин или полыньей для сноса в них течением воды или ветром отколотых льдин (рис. 41, а). Поскольку свободная кромка ледяного покрова способствует повышению эффективности действия взрыва, взрывные работы проводят в направлении, противоположном течению воды, а при отсутствии течения — с подветренной стороны.

Ледяной покров начинают взрывать с наиболее выступающих его частей, где закраины или полыньи имеют наибольшие размеры, а течение воды и ветер способствуют сносу отколотых льдин. В больших водоемах, приближающихся по форме к кругу, заряды располагают по периметру ледяного покрова. Это увеличивает эффективность взрывных работ при наличии по периметру водоема закраин и допустимо в тех случаях, когда отсутствует течение воды и возмо-

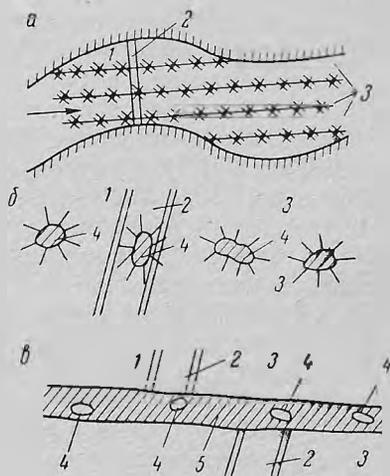


Рис. 40. Раскалывание ледяного покрова на крутых поворотах реки:

а — расположение зарядов; б — первая стадия образования майн (сразу после взрыва); в — последняя стадия образования майн (к началу ледохода). 1 — прибрежный лед; 2 — дорога; 3 — скользящие ледяные поля; 4 — майны; 5 — сплошная продольная полынья

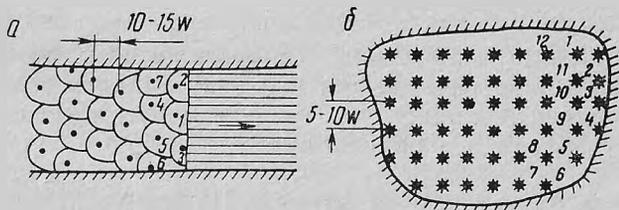


Рис. 41. Способы раскалывания ледяного покрова:

а — постепенным откалыванием льдин (взрывами не в зажиме); б — взрывами зарядов, расположенных в рядах (в зажиме). Цифрами показана последовательность взрывания

жен отход взрывников на безопасное расстояние. Такой способ раскалывания ледяного покрова в отношении расхода ВМ является самым экономичным, так как взрывы зарядов происходят не

в зажиме, а место заложения каждого заряда выбирают с учетом получения откалываемой льдины, как можно больших размеров.

Расстояние между зарядами, составляющее обычно $10 \div 15W$, определяют опытным путем. При наличии свободной кромки ледяного покрова возможно применение и массовых взрывов. В этом случае заряды следует располагать друг против друга.

Вес заряда определяют по формуле (1) или по табл. 10 (при $K = 0,9 \text{ кг/м}^3$). Глубину опускания зарядов в воду, особенно при слабом льде, несколько уменьшают, в результате чего увеличивается расширяющее (в горизонтальном направлении) и волновое воздействие взрыва на ледяной покров. Это способствует откалыванию льдин большего размера.

При взрывании в зажиме раскалывание ледяного покрова обеспечивается за счет образования майн, соединяющихся между собой трещинами (рис. 41, б). Здесь происходит только рыхление ледяного покрова, т. е. он не распадается сразу на отдельные льдины, а в разрушенном состоянии остается на месте. Поэтому, несмотря на довольно большой расход ВМ, нет гарантии в том, что при подвижках льда и ледоходе, в результате ударов о преграды взорванный лед распадется на неопасные льдины.

Видимые трещины в ледяном покрове могут и не соединяться между собой, если расстояние до защищаемого объекта, проплываемое ослабленным взрывами ледяным полем, — велико. При ударах во время движения ледяное поле постепенно будет раскалываться на отдельные льдины.

При раскалывании льда взрывами в зажиме заряды располагают друг против друга на строго определенном расстоянии между ними, равном $5 \div 10W$. Чем тоньше и слабее лед, чем больший путь он проплывает до защищаемого объекта, тем расстояние между зарядами больше, и наоборот.

Наиболее эффективны массовые взрывы вследствие возникновения встречных ударных волн, усиливающих воздействие подводного взрыва на лед.

При отсутствии заморозков взрывные работы рекомендуется начинать как можно раньше, так как под влиянием возрастающих скоростей течения и температуры воздуха майны и трещины увеличиваются в размерах, а толщина и крепость ледяного покрова уменьшаются.

Вес заряда определяют по формуле (1) или табл. 10, принимая $K = 0,5—0,9 \text{ кг/м}^3$, в зависимости от степени дробления льда, расстояния до защищаемого объекта, времени выполнения работы. Чем больше расстояние от объекта, тем меньше величина K . При расчете веса зарядов для взрыва льда в пойменных озерах и староречьях можно принимать $K = 0,5 \text{ кг/м}^3$.

Ледяной покров в водоемах вытянутой формы расчленяют на большие льдины взрывами зарядов, расположенных в поперечных рядах, или даже взрывом одного заряда. При этом в зависимости от

конкретных условий (например, наличия закраины) заряды взрываются без зажима и в зажиме.

Для увеличения эффективности взрывных работ и сокращения сроков их проведения рекомендуется расчленять ледяные поля прорубями (бороздами), предварительно создаваемыми с помощью ледорезных машин или вручную.

В зависимости от поставленной задачи степень раскалывания ледяного покрова может быть самой различной — от кусков размером в несколько десятков сантиметров до нескольких метров.

Для вывода судов, понтонов и других плавучих средств, например из мест, опасных для отстоя в затоны, производят тщательное рыхление льда на всем пути их передвижения. При этом ледяной покров размельчается взрывами сближенных (до $4W$) зарядов, располагаемых в шахматном порядке (при расчете веса этих зарядов принимают $K = 0,5 \text{ кг/м}^3$). Площадь получаемых кусков льда не превышает обычно $0,2 \text{ м}^2$. По раздробленному льду несколько раз проходит мощный паротеплоход ледокольного типа¹, который еще более размельчает лед, превращая его в «кашу», после чего плавучие средства перемещают мощным буксировщиком. При отсутствии последнего можно использовать тракторы, лебедки и т. д.

Ширина полосы раскалываемого льда должна в 2—3 раза превышать ширину плавучих средств.

При внезапных заморозках раскалывание смерзшегося взорванного ледяного покрова производят взрывами зарядов, опускаемых под лед между майнами, образованными ранее проводимыми взрывами. Этим достигается большее дробление ледяного покрова и повышается безопасность работ по заложению зарядов.

§ 15. Образование майн

При большой толщине ледяного покрова вместо его раскалывания, для защиты от ледохода мостов, плотин и других сооружений слабой конструкции и с малыми пролетами выше и ниже защищаемого объекта образуют майны. Кроме того, майны образуют для ликвидации заторов, наводки наплавных мостов и паромных переправ, вывода изо льда плавучих средств, прокладки трубопроводов, кабелей.

Размеры майн зависят в основном от ширины и толщины ледяного покрова, длины его подвижек, глубины береговых участков реки, сопротивляемости сооружения давлению льда и других факторов. Например, на средних реках длина майны ниже моста должна быть не менее ширины ледяного покрова, а выше моста — не менее чем две ширины ледяного покрова (рис. 42). На малых реках общая длина майн должна равняться пяти-семикратной ширине ледяного

¹ Если отсутствуют средства для дополнительного размельчения льда и проводки плавучих средств при расчете веса зарядов следует принимать $K = 0,9 \text{ кг/м}^3$ и более.

покрова. В особых случаях длину майны выше моста доводят до 500 м и более.

Ширину майн у мостов на малых реках принимают равной ширине ледяного покрова, аналогично и для больших рек, причем в последнем случае ширину майн можно принимать не менее ширины наибольшего пролета моста на середине реки.

В месте расположения опор моста, ледорезов и подмостей ширина майн всегда должна быть равной ширине реки. Майна не должна захватывать кромки льда, примерзшего к берегу, который отрывается от остального ледяного покрова, и поэтому при подвижках ледяного покрова не оказывает давления на ледорезы и опоры моста. При определении размера майн в каждом конкретном случае руководствуются опытом прошлых лет.

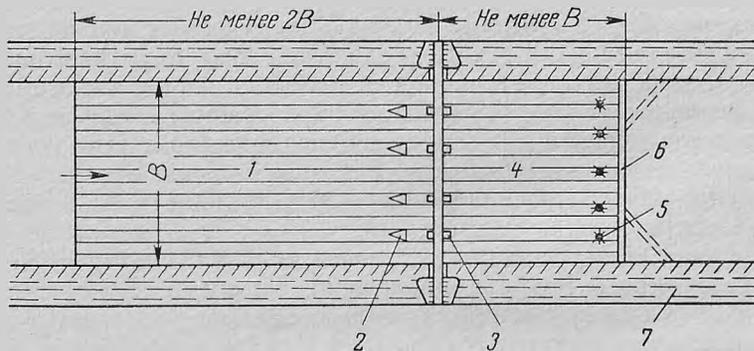


Рис. 42. Характер майн у мостов на средних реках:

1 — майна выше моста; 2 — ледорезы; 3 — опоры моста; 4 — майна ниже моста; 5 — первый ряд зарядов; 6 — поперечная прорубь (борозда) ломаного очертания; 7 — закраины, B — ширина майны

Ниже защищаемого объекта майна иногда образуется естественным путем в виде полыньи. Этому способствуют подвижки ледяного покрова, большие скорости течения и пр.

Для ускорения процесса образования полыньи рекомендуется пробить поперечную прорубь по всей ширине реки ниже объекта и заранее взорвать лед на дорожных съездах, у выступов ледяного покрова, на отмелях и в других местах, сдерживающих движение руслового льда (рис. 43). С этой же целью, особенно при небольшой ширине реки и наличии закраин, ледяной покров иногда взрывают посередине.

При наличии полыньи, расположенной ниже защищаемого объекта, майну образуют откалыванием от ледяного покрова льдин, которые сплывают сами или их сплавляют в полынью при помощи багров и рогаток.

При отсутствии признаков скорого появления полыньи майну образуют следующим образом. С нижней стороны будущей майны по всей ширине ледяного покрова вручную или с помощью ледорез-

ной машины готовят поперечную прорубь (борозду), которая обеспечивает ровную и прочную кромку льда на нижней границе майны, что необходимо для спуска в закраины отбитых взрывами льдин и потопления их под ледяной покров. Для облегчения завода взорванных льдин в закраины поперечной проруби у берегов придают ломаное очертание, т. е. сбивают углы ледяного покрова, мешающие сплыванию льдин в закраины.

Для увеличения ширины закраин, с целью облегчения работ по спуску в них льдин большого размера, производят дробление примерзшего к берегу прибрежного льда (см. рис. 46).

После образования проруби, а при необходимости — расширения закраин, начинают подготавливать майну (с нижней границы). Размеры откалываемых взрывами льдин должны быть такими, чтобы

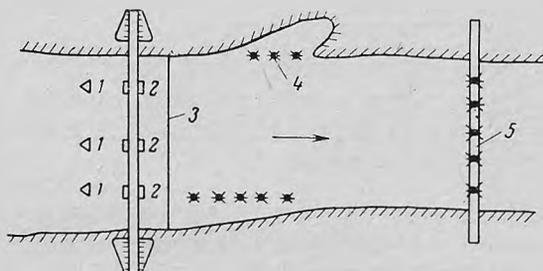


Рис. 43. Участки ледяного покрова, раскалываемые для ускорения образования полыньи:

1 — ледорезы; 2 — опоры моста; 3 — поперечная прорубь (борозда); 4 — места заложения зарядов; 5 — мост на льду

они свободно, не образуя заторов, проходили по закраинам в пролеты моста. Сплыванию льдин обычно помогают баграми и рогатками.

Льдины больших размеров следует раскалывать вновь. При необходимости под мостом и в непосредственной близости от защищаемого объекта лед разбивают вручную. Если закраины не вмещают в себя весь взорванный лед, часть его топят под ледяной покров.

При отсутствии закраин или полыньи процесс образования майны весьма трудоемок. В этом случае для защиты сооружений от ледохода майну образуют обычно не по всей ширине ледяного покрова, что способствует уменьшению объема работ и позволяет заводить льдины под ледяной покров по всему периметру майны. Для сокращения объема потопляемого льда (за счет увеличения количества льда, выбрасываемого за пределы майны) применяют заряды увеличенного веса ($K = 0,9 \text{ кг/м}^3$ и более), располагаемые в шахматном порядке на расстояние до 4 м друг от друга.

Допускается одновременное взрывание нескольких зарядов, но с расчетом, чтобы ледяной покров за пределами майны не был расколот, так как в противном случае невозможно будет потопить лед.

При потоплении необходимо следить за тем, чтобы льдины под ледяным покровом не образовывали затора.

В майне обычно оставляют некоторое количество льдин, рассчитывая на то, что заранее взорванный ледяной покров под влиянием возрастающих скоростей течения и повышения температуры воздуха растает, в результате чего свободная ото льда поверхность увеличится.

На проточных водоемах взорванный лед прижимается течением к низовой стороне майны (тем плотнее, чем выше скорость течения), освобождая тем самым ее верхнюю сторону.

Учитывая трудоемкость работ по потоплению льда при отсутствии закраины или полыньи, майны обычно образуют за счет вы-

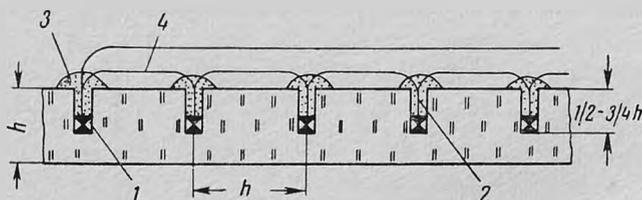


Рис. 44. Расположение зарядов в толще льда при образовании узкой майны:

1 — заряды; 2 — лунки; 3 — забойка; 4 — детонационные провода

броса льда на поверхность ледяного покрова, используя для этого массовые взрывы зарядов. Максимальный выброс льда достигается при одинарном расположении зарядов на расстоянии друг от друга $1,5 \div 2 W$ и $K = 0,9 \div 1,5 \text{ кг/м}^3$. Однако в этом случае ширина образуемой майны, как правило, не превышает 15 м. Для получения более широких майн применяют двух- и трехрядное расположение зарядов.

В первом случае заряды располагают друг против друга, во втором — заряды среднего ряда располагают в шахматном порядке по отношению к зарядам крайних рядов.

При двухрядном взрывании применяют заряды одинакового веса, взрывающиеся одновременно, при трехрядном — для получения более чистой майны, вес зарядов среднего ряда принимают в 1,5—2 раза больше веса зарядов крайних рядов. Взрыв зарядов среднего ряда рекомендуется производить с замедлением в 1—2 сек относительно взрыва крайних зарядов. Ширина образуемой при этом майны достигает примерно 25 м. Располагать заряды в четыре ряда и более не рекомендуется.

Образование узких майн, предназначенных, например, для опускания под лед трубопроводов, кабелей производят обычно массовыми взрывами зарядов, расположенных в толще льда, так как при взрывах подледных зарядов кромки майн получаются настолько «рваные», что затрудняют укладку подводных коммуни-

каций. Кроме того, взрывами подледных зарядов нельзя образовать узкую майну шириной около 1 м.

Вес зарядов определяют по табл. 7, расстояние между ними принимается равным примерно толщине льда (рис. 44). Эти величины зависят от забойки, прочности льда, предполагаемой ширины и частоты майны, способа взрывания зарядов и уточняются при опытных взрывах.

Удлиненные заряды следует располагать лежа вдоль трассы будущей майны.

Во избежание замерзания майны взрывные работы по ее образованию следует начинать непосредственно перед опусканием коммуникаций под лед.

Отметим некоторые особенности образования майн, предназначенных для провода по ним работающих землесосов, плавучих кранов и одночерпаковых земснарядов.

После взрыва плавающий в майне лед дополнительно размельчается либо фрезами землесоса, либо струей воды из установленных на нем гидромониторов. Струю воды используют также для заталкивания измельченного льда под невзорванный ледяной покров за кромки майны.

Проводку плавучих средств в битом льду майны производят на тросах, закрепленных за мертвяки, сваи или якоря. Лучше, чтобы направление движения плавучих средств и течения воды не совпало, так как течение будет уносить большую часть льда, в результате чего проводка произойдет в сравнительно свободной от льда майне. При передвижении по майне иногда обнаруживаются места плохо взорванного ледяного покрова, мешающие проводке плавучих средств. Такие места приходится взрывать дополнительно.

§ 16. Вскрытие дворов

Дворы предназначены для вывода по ним судов, наплавных мостов, паромных переправ и других плавучих средств из мест, опасных для отстоя, в затоны, закраины и другие укрытия, безопасные от ледохода, а также для подвода, например, труб большого диаметра, оголовков, земснарядов, плавучих кранов к месту производства работ или установки.

Размеры дворов определяются габаритами плавучих средств (оборудования) и расстоянием, на которое их будут перемещать. Известны случаи вскрытия дворов длиной до 2500 м и шириной до 60 м.

Существуют три способа вскрытия дворов: взрывами льда между двумя заранее подготовленными прорубями (бороздами), взрывами льда со стороны закраины и, наконец, взрывами в сплошном ледяном покрове (рис. 45).

Первый способ обычно применяют в тех случаях, когда необходимо получить неширокий двор (5—10 м) для вывода по нему малых плавучих средств. Поскольку откалывание льдин производят

с одной стороны (рис. 45, а), применяют заряды небольшого веса — 0,2—4,0 кг, рассчитанные на раскалывание льда только между прорубями (взрывы не должны раскалывать ледяной покров вне контура будущего двора).

Заряды закладывают в один ряд, равноудаленный от обеих прорубей на расстоянии друг от друга, равном ширине двора. Отколотые льдины либо сплывают сами, либо их сплавляют в полынью (закраину) или топят под ледяной покров.

Вскрытие дворов между подготовленными прорубями требует минимального расхода ВМ в связи с наличием трех свободных кромок ледяного покрова (взрывание в малом зажиме).

При вскрытии двора со стороны закраины льдины откалывают обычно с двух сторон ледяного покрова (рис. 45, б), поэтому и вес зарядов должен быть больше — 0,5—2 кг. Заряды располагают в несколько рядов, в зависимости от заданной ширины двора. Расстояние между зарядами принимают 5—20 м, оно определяется весом зарядов, толщиной и прочностью ледяного покрова, размером откалываемых льдин, которые не должны превышать ширины закраины.

Отколотые льдины сплывают в закраину; при слабом течении воды их подталкивают баграми и рогатками. Для повышения эффективности работ и создания ровной кромки ледяного покрова рекомендуется делать прорубь вдоль закраины.

В сплошном ледяном покрове двор вскрывают взрывами при невозможности заранее подготовить проруби (борозды), особенно, когда в лимитированное время требуется вскрыть двор большой ширины (не менее 20—30 м). Эффективность этого способа вскрытия повышается при наличии поблизости полыньи или закраины для спуска в них отколотых взрывами льдин. Льдины в этом случае откалывают с двух-трех сторон ледяного покрова (рис. 45, в), поэтому заряды применяют еще большего веса — 3—10 кг. Располагают их не менее чем в два ряда, на расстоянии друг от друга около 10 м.

Вскрытие дворов взрывами в сплошном ледяном покрове и между двумя прорубями происходит проще, когда целостность ледяного

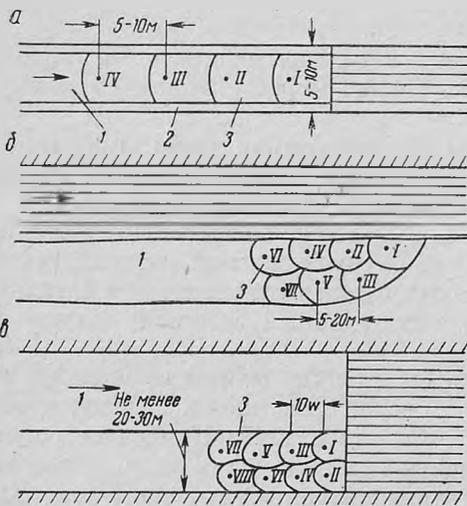


Рис. 45. Способы вскрытия дворов взрывами:

а — между двумя подготовленными прорубями (бороздами); б — со стороны закраины; в — в сплошном ледяном покрове. 1 — ледяной покров; 2 — прорубь (борозда); 3 — двор. Римскими цифрами показана последовательность взрывания

покрова не нарушена трещинами, а он сам надежно скреплен с берегами. В противном случае двор может сдвигаться, т. е. заполняться льдинами с боковых его сторон. При наличии трещин двор рекомендуется вскрывать вдоль одного из берегов и делать его постепенно расширяющимся в направлении, противоположном течению. Во всех остальных случаях, наоборот, — постепенно суживающимся.

Вскрытие двора вдоль берега значительно облегчается при наличии закраины или хотя бы продольной трещины.

Если ледяной покров достаточно монолитен, но имеет ненадежную связь с берегами, то в результате его подвижек двор может забиться льдом. В этом случае двор рекомендуется вскрывать в середине ледяного покрова, чтобы не нарушать его связь с одним из берегов.

Для откалывания льдин большего размера и во избежание разрушения кромок двора заряды взрывают чаще по одному и в таких местах, где взрывы происходят в меньшем зажиме.

§ 17. Дробление льдин, примерзших к берегу. Создание ледяной подушки

Льдины, примерзшие к берегу, с прибылью воды поднимаются с одной (речной) стороны. Оторвавшись от основного ледяного покрова, они занимают в воде наклонное положение и препятствуют выводу судов в безопасные от ледохода места (рис. 46). Кроме того,

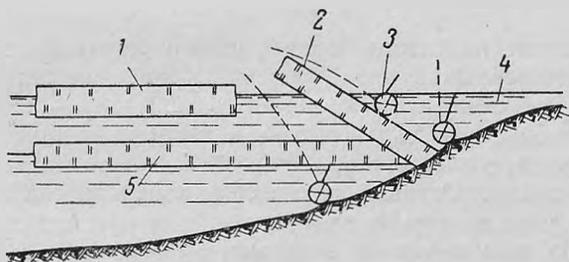


Рис. 46. Дробление льдин, примерзших к берегу:

1 — всплывший ледяной покров; 2 — льдина, примерзшая к берегу; 3 — места заложения зарядов при различных способах их погружения; 4 — закраина; 5 — ледяной покров до подъема уровня воды

льдины мешают спуску льда в закраины при вскрытии майн и дворов.

Льдины, примерзшие к берегу, дробят взрывами подводных зарядов весом 2—5 кг, желательного до затопления их верхних кромок водой. Заряды опускают с лодки в то место, где льдина примерзла к берегу. Если в это место заряд опустить нельзя (например, из-за невозможности подъезда или своевременного отплытия), то при небольшой глубине воды льдину взрывают с речной стороны. При

большой глубине заряды забрасывают непосредственно на льдину в то место, где она примерзла к берегу.

Взрывы производят в направлении, противоположном течению воды. Одновременно взрывают несколько зарядов (обычно не более 2 ÷ 3).

Расстояние между зарядами зависит от их веса, прочности контакта льдин с берегом и их толщины. Обычно взрыв одного заряда среднего веса раздробляет льдину на длине около 10 м.

Труднее раскалывается лед, примерзший к берегу и еще не оторвавшийся от ледяного покрова. В этом случае заряды опускают под лед через лунки, сделанные у уреза воды.

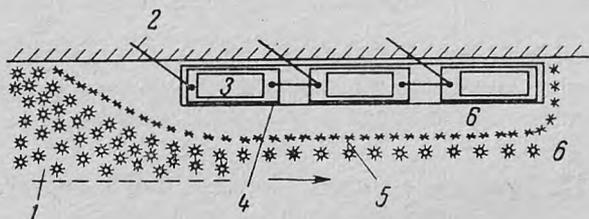


Рис. 47. Ледяная подушка у плавучих средств:

- 1 — раздробленный взрывами ледяной покров (ледяная подушка); 2 — тросы, закрепленные на берегу; 3 — плавучие средства; 4 — прорубь (борозда); 5 — контуры ледяной подушки; 6 — нерасколотый ледяной покров

Для снижения давления, оказываемого ледяным покровом на плохо защищенные плавучие средства, кроме околки вокруг них льда используют смягчающую ледяную подушку — защитную полосу из раздробленного льда (рис. 47), которая в момент подвижек ледяного покрова, уплотняясь, воспринимает на себя значительную часть его давления. Оставшееся давление передается на большую площадь поверхности плавучих средств, чем при непосредственном воздействии на них ледяного покрова.

Ледяную подушку образуют взрывами подводных зарядов, расположенных в шахматном порядке. Расстояние между зарядами должно быть таким, чтобы между майнами оставались небольшие перемычки льда, разрушающиеся при подвижках. В ряду, ближнем к плавучим средствам, закладывают заряды небольшого веса, располагаемые в толще льда, для получения более ровной кромки ледяного покрова и лучшего его измельчения. Степень дробления льда определяется расстоянием до защищаемого объекта (чем ближе, тем сильнее дробление).

Ледяную подушку образуют заблаговременно и по мере замерзания льда периодически восстанавливают. Ее располагают с речной стороны на протяжении всей длины защищаемого объекта, в 10—20 м от него, в зависимости от ширины ледяного покрова. С верхней и нижней сторон подушка соединяется с берегом, в первом случае

она подходит к нему под острым углом, что обеспечивает лучшее скольжение ледяного покрова.

Ширина ледяной подушки $10 \div 20$ м. Если плавучие средства во время подвижек будут находиться в сплошном ледяном покрове, ледяную подушку создают по всему их периметру.

Собственно подушку, воспринимающую давление ледяного покрова, располагают выше защищаемого объекта. Ее длину при наличии свободной ото льда майны принимают примерно равной расстоянию подвижек ледяного покрова, от которых защищают объект. Однако учитывая, что майны, полученные при создании подушки, занимают около 50% ее площади, примерную длину подушки принимают в 2 раза больше расстояния подвижек. Наиболее эффективно «работает» подушка при частом расположении майн и тщательном рыхлении ледяного покрова.

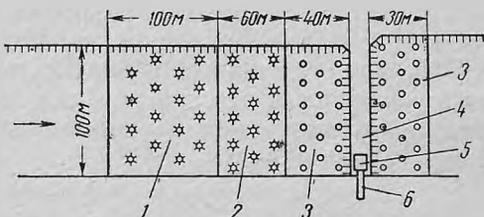


Рис. 48. Ледяная подушка для защиты земляной дамбы от подвижки льда:

1 — ледяная подушка, образованная взрывами подводных зарядов весом 6 кг; 2 — то же, весом 3 кг; 3 — ледяная подушка, образованная взрывами наружных зарядов весом 3 кг; 4 — затопляемая земляная дамба; 5 — устой плотины; 6 — уложенная плотина Поаре

Ледяную подушку применяют также для защиты причалов, вешенных заграждений шлюзовых ворот, земляных дамб (рис. 48) и других сооружений.

§ 18. Ликвидация зажоров внутриводного льда

В начале формирования зажоров (во время осеннего ледохода, когда ледяной покров отсутствует) места, где возникает опасность их образования, сотрясают взрывами зарядов, бросаемых с берега, лодок, ледорезов и т. д. Объем внутриводного льда (шуги), уносимого течением после взрыва заряда, зависит от его веса, скорости течения, характера взрыва (в толще льда или на поверхности), степени уплотнения внутриводного льда.

Взрывы обеспечивают безостановочный пропуск внутриводного льда, который часто задерживается у берегов. Берега в местах возможного образования зажоров необходимо периодически осматривать для ликвидации заберегов и пропуска остановившегося внутриводного льда.

Зимой зажоры чаще располагаются под ледяным покровом, где задерживается внутриводный лед (рис. 49).

За образованием зажоров рекомендуется вести наблюдение, так как своевременная разгонка зажоров предотвращает большие затраты труда и расход ВМ на их ликвидацию впоследствии.

Ликвидируют зажоры взрывами подледных зарядов, опускаемых через поверхностный ледяной покров. Заряды следует закладывать

продольными рядами таким образом, чтобы в результате взрыва сразу образовался проход для воды по всей длине зазора. Если вдоль зазора в нижней его части уже есть свободный проход, его необходимо расширить и в первую очередь с той стороны, где наиболее высокая скорость течения. Зажор небольшой площади можно ликвидировать одновременным взрывом сразу нескольких зарядов, расположенных крестообразно в двух рядах с центром на расстоянии около 10 м от головы зазора.

Заряды опускают несколько ниже середины толщи зазора, а лучше под его нижнюю поверхность, но не глубже 3 м. Вес зарядов в зависимости от слоя внутриводного льда, его плотности, глубины погружения зарядов, принимают от 2 до 10 кг, расстояние между зарядами — от 5 до 10 м.

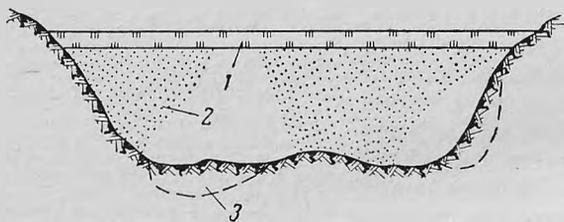


Рис. 49. Внутриводный лед:

1 — ледяной покров; 2 — внутриводный лед; 3 — размыв русла

При необходимости для пропуска всплывшего внутриводного льда ниже зазора в ледяном покрове образуют майну длиной не менее половины длины зашугованного участка и шириной, равной ширине зазора.

Для ликвидации небольших зажоров применяют и одиночные взрывы, которые производят с нижней стороны зазора, особенно, когда лунки заплывают внутриводным льдом или при работе с лодки.

При массовых взрывах заряды рекомендуется взрывать детонирующим пнуром.

Для ликвидации некоторых сформировавшихся зажоров требуется большое количество ВВ. Известны случаи расхода ВВ на ликвидацию зазора до 10 т и более. Некоторые зажоры практически не поддаются ликвидации.

При защите объектов от ледохода, для предотвращения наводнений зажоры льда ликвидируют значительно реже, чем заторы. Это объясняется не только тем, что зажоры менее опасны, но и тем, что весной, когда выполняются основные объемы ледокольных работ, они не образуются.

Для предотвращения образования зажоров, постоянно возникающих в одних и тех же местах, рекомендуется заранее искусственно замораживать полыньи, являющиеся «фабриками внутриводного льда», так как ледяной покров предохраняет воду от переохлажде-

ния, в результате чего возможность образования внутриводного льда исключается. Полыни можно замораживать, например, путем спуска в них льдин, отколотых взрывами от вышележащего ледяного покрова.

§ 19. Выколка древесины, вмержшей в лед

При внезапных заморозках, особенно при большом объеме сплава, древесина (в плотях и моле) замерзает во льду в пути или у мест вытаскивания ее на берег. Во избежание уноса древесины при ледоходе и образования опасных заторов вмержшую в лед древесину необходимо выкалывать.

Поскольку ручная выколка чрезвычайно трудоемка, применяют взрывные работы. Производительность труда при этом по сравнению с ручной выколкой в 10 раз выше.

Для изготовления зарядов используют ВВ с малой бризантностью, которые в меньшей мере расщепляют древесину. Применение зарядов в металлических оболочках недопустимо, так как осколки металла, вкрапленные в древесину под действием взрыва, затрудняют впоследствии ее распиловку и портят пилы.

Следует обращать особое внимание на крепление балласта к заряду, так как в случае отрыва балласта взрыв всплывшего заряда может перебить древесину и вызвать опасный разлет осколков льда. Песчаный балласт рекомендуется вводить в оболочку заряда.

Вес заряда определяют по формуле (1) при $K = 0,5 \text{ кг/м}^3$. Взрыв такого заряда образует майну диаметром в 3—3,5 раза больше глубины погружения заряда в воду, полностью забитую кусками льда размером в поперечнике до 50 см; разлет осколков льда при этом незначительный.

При выколке изо льда деловой древесины, особенно используемой на распиловку, во избежание повреждения ее взрывами следует соблюдать следующие безопасные расстояния от места заложения заряда до древесины:

Вес заряда, кг	1	2	4	6	8	10
Безопасное расстояние, м	1,2	1,5	1,9	2,2	2,4	2,6

Эти расстояния подлежат уточнению в зависимости от типа ВВ, вида древесины и пр.

При молевом сплаве потери древесины, выкалываемой взрывами, достигают 10% от общего ее количества. При выколке плотов, мелко сидящих в воде, потери древесины снижаются примерно до 2%. Наибольшее количество потерь приходится на сосновый и еловый лес малого диаметра, но значительной длины. Хорошо сопротивляются действию взрывов дуб, береза и другие крепкие породы дерева.

Такелаж обычно сохраняется в пригодном для дальнейшего использования виде.

Для снижения потерь рекомендуется применять заглушающие заряды, так как при их взрывании давление, производимое продуктами взрыва (в направлении по линии наименьшего сопротивления), меньше, чем при взрывах обычных зарядов. Кроме того, в этом случае ледяной покров раскалывается на большей площади.

Лунки для заложения зарядов, предназначенных для взрывной выколки беспорядочно вмержшей в лед древесины, следует пробивать вручную. Использование с этой целью взрывных работ недопустимо, поскольку они способствуют увеличению потерь, а применение механизированных ледорубов нецелесообразно из-за быстрого выхода их из строя. Лунки следует располагать в местах, наиболее свободных от древесины и в середине скопления последней.

По возможности заряды следует взрывать в шахматном порядке. Расстояние между ними должно быть не более 5 м. Это расстояние во многом зависит от способа вытаскивания древесины (вручную или с помощью механизмов—тракторов, лебедок и др.).

Для снижения потерь древесины и облегчения ее вытаскивания на берег диаметр майны должен превышать длину бревен. Поэтому рекомендуется, чтобы глубина опускания зарядов в воду составляла не менее $\frac{1}{3}$ их длины. Обычно заряды опускают не менее чем на 2—2,5 м. В то же время не рекомендуется опускать заряды на значительно большую глубину, так как майны большого диаметра затрудняют зачаливание бревен.

При выколке расклевшейся древесины заряды обычно взрывают по одному, так как последующий взрыв эффективнее произвести после выявления результатов предыдущего. При выколке плотов заряды следует опускать прежде всего около их краев. Здесь допускается взрывание за один прием нескольких зарядов. Заряды следует взрывать в направлении течения воды. Способ взрывания — огневой. Однако в некоторых случаях применяют и электрический способ взрывания (например, при затруднении с отходом от места заложения зарядов, при заводке их под скопление древесины). Действие взрыва на лед должно быть таким, чтобы он раскалывался до края вмержшей в него древесины.

Практикой установлено, что средний расход ВВ на выкалывание от 2 до 10 бревен в зависимости от их размеров, плотности расположения, структуры и толщины льда составляет 1 кг.

Осенью выколку древесины следует производить сразу, как только толщина ледяного покрова позволит работать на нем (не менее 10 см). Однако если древесину складировать на лед, то толщина последнего должна быть не менее 25—30 см.

При ожидаемых заморозках древесину (во избежание повторного вмержания) необходимо вытаскивать в день ее выколки (не оставлять на ночь в майне).

Для облегчения транспортировки древесины с ледяного покрова на берег выколка должна быть закончена до образования закраин, затрудняющих передвижение транспортных средств.

§ 20. Взрывание льда в условиях полярного плавания

Борьба ледокола с толстым льдом требует напряженной работы экипажа и механизмов, а также большого расхода топлива. В некоторых случаях даже мощному ледоколу не всегда удается проломить ледяной покров. Поэтому при плавании в особенно тяжелых условиях, когда все обычные способы борьбы со льдом испробованы¹, прибегают к взрывным работам. Их преимущество перед прочими в быстром достижении ожидаемых результатов. Взрывной способ борьбы со льдом особенно эффективен при применении одиночных зарядов и менее эффективен при массовых взрывах.

Взрывание морского льда применяют для разрушения тяжелых ледяных перемычек, отдельных льдин и торосов; снятия ледокола, застрявшего на ледяном поле, в ледяной «каше» и заклинившегося в лед; освобождения ледокола, вмерзшего в лед; образования ледяной подушки; раскалывания льда, мешающего подходу ледокола к берегу, или выводу его после зимовки на свободную от льда воду. Кроме того, взрывание морского льда производят при подготовке площадок для аэродромов и дорог на льду, для образования лунок, прорубей и др.

В сплошных битых льдах, находящихся в стадии сжатия, взрывы не производят, так как положительных результатов они не дают.

Для взрыва морского льда чаще всего применяют подводные заряды. Для пробивки лунок, образования ледяной подушки близко от борта ледокола и в других случаях применяют заряды, закладываемые в толще льда.

Для пробивки лунок во льдах небольшой толщины (до 1 м), выравнивания поверхности ледяного покрова от торосов применяют наружные заряды сравнительно небольшого веса.

Особенности взрывания морского (соленого) льда во многом определяются его свойствами. Прочность морского льда зависит от его возраста, содержания соли, структуры, температуры воздуха.

Морской лед при температуре, близкой к нулю, в 2—3 раза слабее пресноводного. Так, предел прочности на изгиб морского льда при температуре около 0° равен 4 кг/см², в то время как пресноводного, даже к моменту вскрытия рек Севера и Сибири, 9—12 кг/см². С понижением температуры воздуха это соотношение изменяется. Например, при температуре —10° морской лед слабее пресноводного уже примерно вдвое. При дальнейшем понижении температуры значение прочности обоих льдов почти выравнивается.

При одной и той же температуре прочность морского льда тем больше, чем меньше в нем содержится соли, чем он старше.

Морской лед более вязок, чем пресноводный.

В связи с меньшей прочностью морского льда по сравнению с пресноводным при определении веса заряда в формуле (1) величину K

¹ В том числе и крено-дифференцирующая система, дающая возможность в некоторых случаях ледоколу сойти со льда.

следует принимать $0,3 \div 0,5 \text{ кг/м}^3$ (вместо $0,5 \div 0,9 \text{ кг/м}^3$). Здесь так же, как и при взрывании пресноводного льда, необходимо учитывать характер выполняемой работы. Если требуется только расколоть отдельные льдины, величину K следует принимать меньше, чем при определении веса зарядов, предназначенных для выброса взорванного льда на поверхность ледяного покрова, например при создании во льду канала для судов. Поскольку толщина морского (сплошного) льда достигает $2,5 \text{ м}^*$, создание в нем лунок сопряжено с большими трудностями.

Лунки располагают между нагромождениями льда и подготавливают пешнями, ледобурами или взрывами небольших зарядов. Ледобуры применяют ограниченно, ввиду небольших объемов работ и наличия торосов. Взрывным способом лунки пробивают следующим образом. В небольшом углублении, прорезываемом пешней, сначала взрывают заряд весом $300\text{—}400 \text{ г}$, затем после расчистки лунки сачком — взрывают заряд весом $700\text{—}800 \text{ г}$, и т. д. Обычно для образования лунки во льду толщиной $2\text{—}2,5 \text{ м}$ достаточно $2\text{—}3$ взрыва.

Этот способ целесообразен при взрывании за один прием одного заряда. При массовых взрывах для пробивки лунок рекомендуется применять механизированные ледобуры (при большом объеме работ) или ручной способ подготовки лунок.

До начала взрывных работ ледокол необходимо отвести в наветренную сторону на безопасное расстояние, определяемое дальностью разлета осколков льда.

Минимальные безопасные расстояния от борта ледокола до места взрыва подледного заряда следующие:

Вес заряда, кг	0,3	0,5	1	3	5	10	20	30	50
Безопасное расстояние, м . . .	3	5	7	9	11	15	18	23	28

Учитывая высокую плотность морской воды ($1,03 \text{ г/см}^3$) и наличие в лунках некоторого количества осколков льда, к зарядам приходится привязывать более тяжелый балласт, для которого обычно используют металлолом (например, старые колосники).

Введение в заряд зажигательной трубки (электродетонатора) и привязывание балласта производят у лунки непосредственно перед взрывом.

Заряды, способные по каким-либо причинам (например, в результате подвижки льда) приблизиться к ледоколу, следует взрывать только электрическим способом.

При раскалывании сравнительно небольших полей льда и неустойчивых ледяных образований необходимо иметь в виду, что при взрывании зарядов даже небольшого веса (например, для образования лунок) может расколоться весь торос, а от взрыва основного заряда возможно перевертывание льдины (в результате изменения центра тяжести) и смещение льдин на расстоянии до 100 м от места

* Торосы льда и обломки многолетних ледовых полей в Арктике имеют толщину $12\text{—}15 \text{ м}$ и более.

проведения взрыва. Поэтому осмотр результатов взрывов в неустойчивых ледяных образованиях следует производить не ранее чем спустя 15 мин после их проведения.

Огневым способом за прием взрывают обычно не более двух зарядов, так как в противном случае подвижка льда может произойти до взрыва остальных зарядов. Кроме того, в некоторых случаях это связано с опасностью для взрывника.

При взрыве ледокол, как правило, не должен работать винтом, так как из-за возможного при его вращении перемещения льдин (воды) может произойти срыв зарядов. Однако после проведения взрыва ледокол должен форсировать лед немедленно.

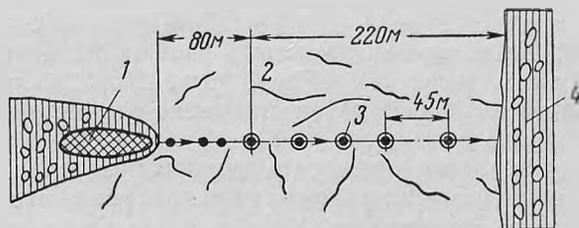


Рис. 50. Схема расположения зарядов при разрушении ледяной перемычки:

1 — ледокол; 2 — ледяное поле (перемычка); 3 — заряды;
4 — поверхность воды

Отказавшие подледные заряды разрешается ликвидировать потоплением. Ликвидировать взрыванием заряды большого веса, заложённые близко от ледокола, запрещается.

Разрушение тяжелых ледяных перемычек. Часто путь ледоколу к свободной ото льда воде преграждают сравнительно неширокие ледяные перемычки. Взрывание таких перемычек производят по предварительно намеченному кратчайшему расстоянию, выбранному с учетом направления ветра и течения.

Взрывные работы следует начинать с подветренной или с нижней по течению стороны, чтобы отколотые льдины уносились из образуемого канала. Место заложения первых зарядов может быть определено по движению льдин, откалываемых опытными взрывами. Если в направлении намеченного канала лед только раскалывается, то выбор такого места большого значения не имеет.

Для взрывания перемычек применяют подледные заряды весом 15—25 кг (иногда до 50 кг), располагаемые в один (рис. 50) или в два-три ряда в шахматном порядке, на глубине до 4—5 м, на расстоянии друг от друга не более чем через 40—50 м. Число рядов и расстояние между зарядами в основном зависит от их веса, толщины и прочности льда и мощности ледокола. Не следует закладывать заряды далеко от ледокола и на большом расстоянии друг от друга, так как при этом ожидаемые результаты могут быть не получены. Обычно лед разрушают до такой степени, чтобы ледокол смог форсировать его самостоятельно.

Канал пробивают шириной, равной удвоенной ширине корпуса ледокола.

Чем меньше ширина перемычки, тем проще образовать в ней канал. В перемычках шириной свыше 500 м каналы образуют только в редких случаях.

Разрушение торосов. Торосы представляют большую преграду для плавания ледоколов. Небольшие торосы взрывают обычно одним подледным зарядом или зарядом, заложенным в толще льда. Большие торосы разрушают несколькими взрывами (до 10 шт.), предназначенными для ослабления льда до такой степени, чтобы его можно было сдвинуть при прохождении ледокола.

От взрыва одного заряда весом 10—30 кг торос площадью 2—4 тыс. м² и толщиной льда 3—6 м раскалывается на 5—10 крупных кусков, разделенных преимущественно радиальными трещинами, и множество мелких, которыми обычно бывает забита образованная майна. Диаметр последней равен примерно учетверенной глубине погружения заряда в воду.

Снятие ледокола, застрявшего на ледяном поле и заклинившегося в лед. Если ледокол значительной частью корпуса зашел на большую льдину и не может ее продавить, то он повисает на ней, несмотря на работу полным задним ходом, кренование и пр.

Для снятия ледокола с ледяного поля применяют одновременный взрыв нескольких зарядов весом $0,2 \div 0,3$ кг, заложенных на 1—1,5 м в толщу льда и расположенных в два ряда в шахматном порядке вдоль борта ледокола на безопасном от него расстоянии. В первом ряду закладывают 2—3 заряда на расстоянии друг от друга 2—3 м. Второй ряд зарядов располагают в $1,5 \div 2$ м от первого.

Заряды закладывают в местах наибольшего торшения льда с таким расчетом, чтобы расколоть льдину, на которой повис ледокол.

В некоторых случаях ледокол заклинивается во льду в результате сжатия его носовой части с боков. Освобождение ледокола в этом случае производят взрыванием трех-четырёх зарядов весом 0,2—0,3 кг, закладываемых на безопасном от его борта расстоянии.

Взрыв, встряхивая судно и лед, на некоторое мгновение нарушает сцепление льда с обшивкой корпуса. Этого мгновения бывает достаточно, чтобы ледокол собственным ходом сдвинулся назад (взрыв производится при работе ледокола на полный задний ход). Образовавшаяся при этом вдоль борта слабина позволяет ему двигаться дальше (задним ходом) без задержки.

В некоторых случаях в зависимости от обстановки заряды взрывают ближе к кормовой части ледокола при работе его на полный ход вперед.

Снятие ледокола, затертого в ледяной «каше». При движении ледокола через тяжелые сплошные ледяные поля образуется ледяная «каша» и мелкобитый лед. Эти ледяные образования, поскольку они окружены со всех сторон сплошным ледяным покровом, не уносятся ни течением, ни ветром, они затрудняют продвижение ледокола и нередко останавливают его.

Снятие ледокола с подмятой под него ледяной «каши» и мелкобитого льда производят взрывами зарядов весом по 20—25 кг, располагаемых в 20 м перед ледоколом в направлении его движения.

Заряды взрывают в зоне наибольшего скопления льда, с тем, чтобы получить максимальный разброс взорванного льда по сторонам. Последнее уменьшает плотность ледяной «каши» и мелкобитого льда, в результате чего ледокол садится на воду, вытесняя с бортов ледяные образования.

Освобождение ледокола, вмержшего в лед. При взрывной околке ледокола, например после зимовки во льдах, вокруг него создают зону сплошного разрушения льда шириной 4—5 м. Взрывание льда рекомендуется начинать со стороны кромки ледяного покрова, особенно если она расположена недалеко и судно нужно выводить на свободную от льда воду. С этой целью заряды располагают на расстоянии, исключающем повреждение корпуса ледокола.

Зону сплошного разрушения льда создают постепенно в направлении от кормы к носу, сначала со стороны одного, а если требуется, то и с другого борта. Взорванный лед загоняется под нетронутый ледяной покров струей воды, создаваемой работающим винтом ледокола. При проведении взрывных работ у кормы заряды следует располагать так, чтобы не забить льдинами пространство вокруг лопастей винта.

Создание ледяной подушки. Ледяная подушка предназначена для предохранения ледокола от сжатия при подвижках ледяных полей. Она представляет собой пояс взорванного льда шириной 15 ÷ 20 м, расположенный на расстоянии не менее 15 ÷ 20 м от борта ледокола. Для ее создания применяют подледные заряды весом от 8 кг и более. Требования, предъявляемые к ледяной подушке, изложены в § 17.

Взрывание берегового льда. Береговой лед взрывают в тех случаях, когда он препятствует подходу ледокола к берегу (для погрузки, разгрузки, зимовки и пр.) или выводу его на свободную от льда воду после зимовки.

Рекомендуется приступать к взрывным работам при ветре (течении), направленном в сторону моря. Взрывание льда начинают от кромки ледяного покрова. Поскольку растягивающие напряжения в ледяном покрове под воздействием на него ветра и течения воды увеличиваются по мере удаления от свободной кромки льда, в некоторых случаях рекомендуется ледяное поле откалывать от берега сразу щеликом. В этом случае заряды следует располагать вдоль берега, особенно если здесь ширина и толщина ледяного покрова незначительны.

Глава VI

ПРОИЗВОДСТВО ЛЕДОКОЛЬНЫХ РАБОТ В ПЕРИОД ЛЕДОХОДА

§ 21. Раскалывание плывущих льдин

На средних реках площадь ледяного покрова, раскалываемого до начала ледохода, грубо составляет всего лишь $\frac{1}{20}$ часть суммарной площади льда, проходящего через створ охраняемого сооружения. Среди этого льда могут быть большие льдины с нерасколотых ледяных полей, расположенных за несколько десятков километров.

Большие льдины опасны для деревянных опор мостов, подмостей, эстакад, опор линий электропередач, плавучих средств. Во избежание образования заторов льда и повреждения защищаемых объектов от удара больших льдин их необходимо раскалывать на плаву на подходах к защищаемым объектам.

Раскалывание плывущих льдин вместо дробления ледяного покрова на протяжении многих километров позволяет избежать выполнения большого объема подготовительных (профилактических) работ по раскалыванию льда, который разламывается естественным путем при сплывании к защищаемому объекту. Кроме того, нужно иметь в виду, что некоторые ледяные поля сплывают не ежегодно. Так, например, ледяной покров из озер, староречий появляется в реках лишь при высоких уровнях воды и благоприятном ветре.

Вместе с тем раскалывание больших льдин на ближних подступах к защищаемому объекту связано с необходимостью организации в период ледохода круглосуточных ледокольных работ. Кроме того, здесь постоянно присутствует элемент риска, так как расколоть льдину на плаву не всегда удается.

Команды взрывников дежурят в заранее намеченных местах, расположенных на расстоянии 1—5 км выше объекта. Чем больше льдин, подлежащих раскалыванию, и выше скорость течения воды, тем дальше от защищаемого объекта следует располагать посты команд взрывников. При выборе места расположения дежурных команд необходимо учитывать определенные по опыту прошлых лет участки интенсивной естественной ломки движущегося льда и места, к которым приближаются большие льдины. На прямолинейном и криволинейном участках реки посты располагают на

выступающем участке берега (печина¹, косе), при наличии острова — на острове (рис. 51).

Рекомендуется иметь посты на обоих берегах реки. При значительной ширине реки это позволит контролировать всю массу пропускаемого льда и избежать переправ с одного берега на другой. Так, например, при бросании зарядов весом 1 кг (дальность броска 25 м) можно раскалывать плывущие льдины на реке шириной примерно 100 м (рис. 52).

Берега должны иметь удобные площадки для передвижения и естественные преграды для укрытия от воздействия воздушной ударной волны.

Льдины раскалывают взрывами как подводных, так и наружных зарядов. В начале ледохода, когда лед идет сплошной массой, к большим льдинам невозможно подплыть ни на лодке, ни на катере. В этом случае их раскалывают взрывами зарядов, бросаемых с берега из укрытия, с подвесных легких мостков, устраиваемых на стальных тросах между крутыми берегами.

Заряд стараются забросить на середину льдины; если веса заряда для раскалывания большой льдины недостаточно, заряд бросают ближе к ее краю, чтобы отколоть часть льдины. Вес заряда взрывник определяет на месте в зависимости от прочности, толщины и поперечного размера льдины.

Обычно взрывом одного бросаемого заряда раскалывают льдины сравнительно небольших размеров. Часть льдин по ряду причин не раскалывают вообще или раскалывают только частично. В этом случае к защищаемому объекту приплывают довольно большие льдины, которые раскалывают взрывами зарядов, бросаемых с самого объекта.

Необходимость раскалывания плывущих льдин взрывами зарядов, бросаемых с защищаемого объекта, определяют на месте работ с учетом конкретной обстановки. Такой способ раскалывания льдин применяют в исключительных случаях, так как взрыв неудачно брошенного заряда может привести к несчастному случаю и причинить серьезные повреждения защищаемому объекту. Для таких

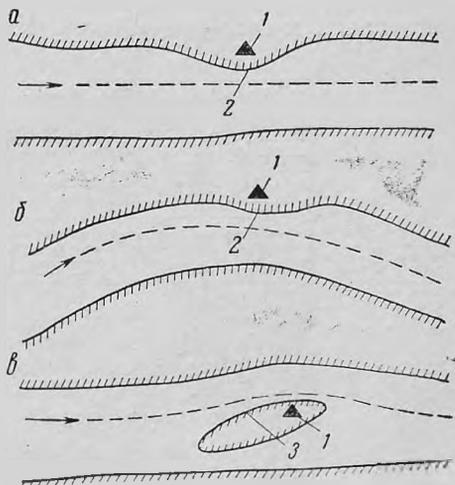


Рис. 51. Расположение постов дежурных команд взрывников:

а — на прямом участке реки; б — на криволинейном участке реки; в — на острове; 1 — пост; 2 — выступающий участок берега; 3 — остров

¹ Печина — глинистый выступ берега, трудно поддающийся размыву.

зарядов используют короткие огнепроводные шнуры (15—25 см), что позволяет максимально сократить промежуток времени от момента бросания до взрыва заряда. Это предупреждает возможность взрыва заряда под мостом (на плывущей льдине) или неудачно брошенного (попавшего в воду).

Заряды, бросаемые на подплывающие льдины, должны взрываться до столкновения льдин с защищаемым объектом. Для увеличения эффекта взрыва заряды бросают на затопленную часть льдины.

Для защиты взрывников от разлетающихся при взрыве осколков льда у мест бросания зарядов устраивают прочные укрытия (посты), в которых находятся спасательные средства и ящики с крышками для хранения готовых зарядов. На ледорезах устраивают специаль-

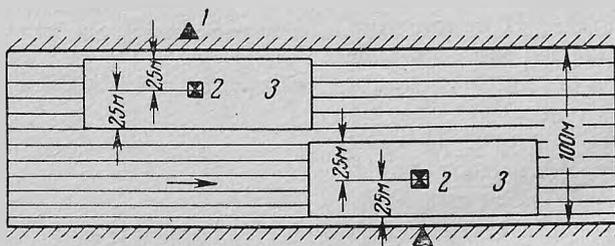


Рис. 52. Раскалывание плывущих льдин взрывами зарядов весом 1 кг, бросаемых с обоих берегов:

1 — дежурные команды взрывников; 2 — место укладки бросаемого заряда; 3 — плывущие льдины

ные площадки размером не менее $1,5 \times 2$ м (рис. 53, а) или выносные консольные мостики (рис. 53, б). Пост на мосту оборудуют деревянным щитом с навесом (рис. 54).

Рекомендуется устраивать эти посты так, чтобы их действие распространялось на всю длину защищаемого объекта, где возможна остановка льдин.

В случае разрушения льдом аванпостного ледореза необходимо усилить охрану предопорного ледореза. Для этого подплывающие льдины раскалывают взрывами зарядов, бросаемых с предопорного ледореза или с патрулирующей лодки.

Более эффективны и безопасны взрывы подводных зарядов, которые и используют при первой возможности. Для этого к намеченной для раскалывания льдине подплывают на лодке (катере) по течению или поперек (но не со стороны прижимного берега) и причаливаются в наиболее надежном месте льдины.

Команда, высаживающаяся на льдину, должна иметь минимальное количество инструмента для подготовки лунок, спасательных кругов, веревок и прочего снаряжения. Для охраны лодки в ней следует оставлять дежурного.

Для передвижения по слабому льду необходимо пользоваться легкими досками, или прочными узкими деревянными лестницами.

Лестницы более удобны для переноски, легки и за них удобно держаться при провале в воду. Передвигаясь по слабому льду, рекомендуется идти друг за другом, соблюдая дистанцию в 5 м (змейкой). Направляющий должен простукивать (проверять) лед пешней. Если пешня пробивает лед с одного удара, следует избрать другой

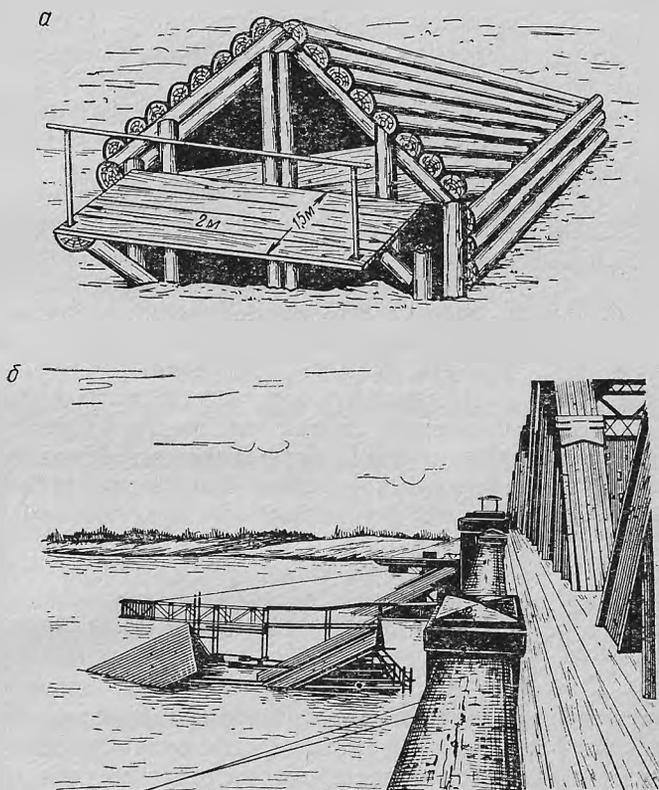


Рис. 53. Оборудование поста для взрывников на ледорезе:

а — плешадка за ледорезом; б — выносной консольный мостик

путь или воспользоваться досками (лесницами). Запрещается работать на слабом льду поодиночке. Когда один человек работает, другой должен находиться на расстоянии 3—4 м и иметь наготове спасательные средства.

Высадившись на льдину, сразу же намечают места расположения зарядов и приступают к подготовке лунок. В это время взрывники подносят заряды и окончательно их снаряжают. Одновременно ведется наблюдение за появлением трещин и направлением движения льдины.

После подготовки лунок рабочие забирают освободившийся инвентарь и переходят в лодку. Затем взрывники по команде поджигают огнепроводные шнуры и тоже переходят в лодку, после чего отплывают на безопасное расстояние. Если лодку вытаскивали на лед, то до поджигания огнепроводных шнуров ее следует подготовить к быстрому отчаливанию. Для этого лодку спускают на воду и разворачивают в требуемом направлении.

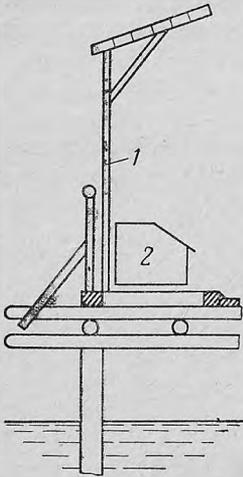


Рис. 54. Оборудование поста для взрывников на мосту:

1 — деревянный щит с навесом; 2 — ящик для зарядов

При раскалывании плавующих льдин и ликвидации заторов взрывнику за один прием разрешается взрывать только по одному заряду, огнепроводный шнур которого, как правило, поджигают после опускания заряда в воду, особенно при трудных условиях отхода. Огнепроводный шнур поджигают и до опускания заряда в воду, например если его нужно взрывать быстро или при угрозе срыва заряда передвигающимися льдинами.

Поскольку произвести второй взрыв на плавущей льдине не всегда удается, вес заряда принимают с запасом. Примерные веса подводных зарядов для раскалывания льдин средней толщины (около 60 см) следующие:

Поперечный размер льдины, м	10—15	15—20	20—30	30—40	40—50	50—70
Вес заряда, кг	0,5	1	2	4	6	12

Для раскалывания взрывом одного заряда льдин размером в поперечнике более 70—80 м вес подводных зарядов должен быть не менее 15—20 кг. С такими зарядами работать трудно и опасно. Поэтому большие льдины раскалывают взрывами нескольких подводных зарядов среднего веса, взрываемых за один прием, по возможности одновременно. Заряды закладывают на расстоянии 10 ÷ 15 м от края льдины в те места, где они будут взрываться в наименьшем зажиме и обеспечат откалывание наиболее крупных кусков льдин.

Раскалывание льдин, особенно взрывами нескольких подводных зарядов, допускается при достаточной прочности и значительном удалении их от защищаемого объекта. В противном случае льдину раскалывают взрывами зарядов, бросаемых на нее или под нее с лодки. Таким способом успевают раскалывать льдины, подплывшие к охраняемому объекту на расстояние примерно 0,5 км.

Заряды рекомендуется бросать в воду перед льдиной, рассчитывая длину огнепроводного шнура так, чтобы взрыв произошел после наплывания, примерно, средней части льдины на место погружения

заряда. Этот способ применим на участках реки глубиной не более 2—2,5 м. Такие участки необходимо выбрать заранее.

Если заряды бросают (кладут) на льдину, то во избежание их разброса или повреждения взрывом первого заряда необходимо соблюдать следующие безопасные расстояния между зарядами:

Вес наружного заряда, кг	0,5	0,7	0,7—1	1—2	2—3	3—5	5—7	7—10	10—12
Безопасное расстояние между зарядами, м	3	4	6	7	9	11	13	14	

Рекомендуются следующие веса наружных зарядов в зависимости от толщины раскалываемого кристаллического льда:

Толщина льда, м	0,2—0,3	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—0,6	0,6—0,7
Вес наружного заряда, кг	1,2	1,6	2	2,4	3
Толщина льда, м	0,7—0,8	0,8—0,9	0,9—1	1—1,2	1,2—1,5
Вес наружного заряда, кг	3,7	4,5	5	7	10

Эти данные являются ориентировочными, так как они не учитывают прочности льда, степени зажима взрыва и пр.

§ 22. Ликвидация заторов льда за пределами защищаемого объекта

Первоочередное требование, которое должно соблюдаться для успешной борьбы с ледоходом, — это своевременная ликвидация заторов. Формируются же заторы быстро — иногда в течение нескольких минут.

Конечно, удобнее и безопаснее предупреждать образование заторов, раскалывая предварительно ледяной покров. Однако при этом, особенно на больших реках, пришлось бы выполнить неоправданно большой объем взрывных работ, взрывая, например, и ледяной покров, раскалывающийся впоследствии естественным путем, и те участки его, которые не являются причиной образования заторов¹. Поэтому профилактические взрывные работы проводятся только как первоочередные — в неполном объеме, вследствие чего возможность образования заторов, естественно, не исключается.

Поскольку заторы проще ликвидировать вначале их формирования, за прохождением льда необходимо установить тщательный контроль. При этом, если в результате образования затора лед направляется мимо защищаемого объекта (в боковые рукава, на пойму), может оказаться, что с ликвидацией затора льда лучше повременить (особенно, когда на объекте проводят ремонтные работы, связанные с безопасным пропуском льда).

Для предупреждения образования мощных заторов, особенно на извилистых реках, где они образуются в нескольких местах, при наличии хороших дорог и связи продвижение льда на определенном

¹ На профилактические работы по предупреждению наводнения в г. Архангельске (раскалыванием ледяного покрова на больших площадях, преимущественно ледоколами) ежегодно расходуется 200 ÷ 300 тыс. руб.

участке реки (в несколько десятков километров) регулирует команда взрывников, передвигающаяся на автомобилях.

Эта команда делится на три бригады: одна — для обслуживания объекта и две подвижные — для контроля за верхним и нижним участками реки. Подвижные бригады должны быть всегда готовы к выезду по вызову в любой пункт своего участка. Такой способ борьбы с заторами получил название «участкового».

Ликвидацию заторов производят после тщательного изучения ледовой обстановки.

Намечая проведение мероприятий по ликвидации заторов в каждом конкретном случае нужно предвидеть степень опасности, которую представляет для защищаемого объекта затор, возможные последствия его немедленной ликвидации и произвольного прорыва после наращивания им дополнительной мощности.

Для ликвидации затора к нему подъезжают на лодке с нижней по течению стороны реки, после чего взрывники высаживаются на лед.

Находясь на льду, следует помнить, что прорыв затора может быть внезапным, поэтому необходимо наблюдать за подвижкой льда и передвигаться по нему с соблюдением всех мер предосторожности.

Заряды закладывают в места, где течение воды и ветер способствуют выносу взорванного льда. Затор ликвидируют постепенным дроблением его в направлении, противоположном течению воды.

После заложения зарядов лодка с взрывниками должна немедленно удалиться в безопасное место (за выступ берега, в залив) на случай прорыва затора.

Успех работы по ликвидации заторов льда, расход ВМ, затраты труда и времени во многом зависят от правильного определения места заложения зарядов — замка затора. Площадь последнего по сравнению с площадью всего затора — мала. Например, если площадь заторов на средних реках исчисляется в десятках тысяч квадратных метров, то площадь замка составляет всего лишь несколько сотен квадратных метров, т. е. приблизительно в 100 раз меньше. Замок, как правило, располагается в голове затора (с нижней по течению стороны реки) и проявляется тем отчетливее, чем меньше длина затора и толщина набитого в нем льда.

На узких реках (шириной до 50 м) заряды закладывают посередине затора, начиная с нижней его части. При этом взрывы разрушают затор почти по всей его ширине. Поэтому при ликвидации узких заторов необходимо определения места нахождения замка отпадает. На малых реках, когда заложить заряд в середине затора не представляется возможным, его взрывают зарядами весом около 10 кг, закладываемыми с берега.

Взрывание заторов большой ширины (особенно более 100 м) следует производить лишь после выявления места расположения замка, которое обычно определяют по торосам, образовавшимся в результате надвигания льдин на преграды — берег, остров.

В начале ледохода заторы образуются обычно в результате закупорки русла большими ледяными полями. Это может произойти на

прямолинейном узком участке реки, на крутом повороте, в месте сужения русла, выше острова и пр. (рис. 55).

В первом случае место, сдерживающее затор, находится у нижней (по течению) стороны льдины, надвинувшейся на берег и упершейся в какой-либо выступ его (рис. 55, а). Однако большая льдина может остановиться и не встретив преграды, например, если она под действием течения воды и ветра развернется. Такой затор ликвидируют легко. Достаточно взорвать в месте, сдерживающем затор, несколько зарядов, а иногда и один, чтобы отбить препятствующий сплыванию край ледяного поля.

В заторе, образовавшемся на крутом повороте реки, замок (особенно при навальном ветре) находится в нижней части ледяного поля, упершегося в вогнутый берег (рис. 55, б). Такой затор при большой длине площади упора ликвидировать значительно труднее. Здесь для ликвидации затора взрывами зарядов, закладываемых вдоль вогнутого берега, создают во льду канал (двор) и только после этого освободившееся ледяное поле сплывает вниз.

После некоторой подвижки ледяное поле может снова встать, если только оно не расколется от навала на берег. В этом случае необходимо вновь провести канал.

В заторе, образовавшемся в месте сужения русла реки, замок чаще всего находится в голове затора, у наиболее выпуклого берега (рис. 55, в). При спаде уровней воды и сильных заморозках он имеет протяженность несколько сотен метров. Поэтому ликвидация такого затора связана с большими трудностями.

Для ликвидации затора необходимо провести канал во льду вдоль сдерживающего затор выпуклого берега. Однако если у выпуклого берега скорость течения воды недостаточна для выноса из канала отбитых взрывами льдин и лед набит почти до дна, канал лучше провести вдоль другого берега. Ширина канала должна быть такой, чтобы оставшееся ледяное поле могло свободно пройти между берегами в самой узкой части реки.

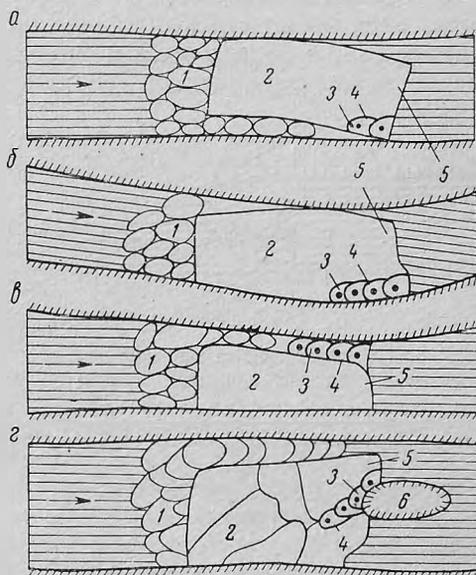


Рис. 55. Затор из отдельного большого ледяного поля:

а — на прямолинейном узком участке реки; б — на крутом повороте; в — в месте сужения русла; г — выше острова; 1 — небольшие льдины; 2 — затор; 3 — замок затора; 4 — канал (двор); 5 — голова затора; 6 — остров

В заторе, образовавшемся выше острова, замок находится у приверха острова (рис. 55, з). Для ликвидации такого затора заряды следует взрывать с той из боковых сторон приверха, которая больше препятствует движению льда. Кроме того, одновременно ледяное поле должно быть расколото на части, которые могли бы свободно пройти по боковым рукавам.

Если после ликвидации затора оставшееся ледяное поле при сплывании вниз может стать причиной образования нового затора (выше сооружения, в более узком и крутом месте реки) или представляет опасность для защищаемого сооружения, его необходимо расколоть

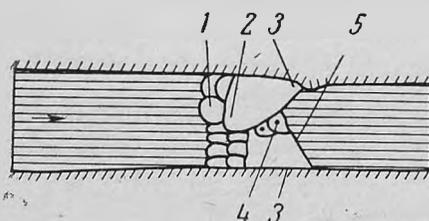


Рис. 56. Слабый затор из небольшого числа малых ледяных полей: 1 — небольшие льдины; 2 — затор; 3 — вамок затора; 4 — место заложения зарядов; 5 — голова затора

на неопасные льдины. Раскалывание следует начинать с мест, наиболее удаленных от замка.

Заторы по особенностям работ, связанных с их ликвидацией, могут быть разделены на три вида: заторы, образуемые одним большим ледяным полем; слабые заторы, образующиеся из небольшого числа малых ледяных полей, и мощные заторы большой длины, забивающие часть живого сечения реки.

Все они могут образовываться в самых различных местах реки.

Заторы, образуемые одним большим ледяным полем (см. рис. 55), не вызывают большого подъема уровней воды, так как вода свободно проходит под ледяным покровом.

Работа по ликвидации таких заторов производится на прочном ровном льду (без торосов). Взрывами зарядов (обычно по одному) образуют канал (двор) в ледяном поле с целью его освобождения в замке; реже заторы ликвидируют постепенным раскалыванием почти всего ледяного поля. На больших ледяных полях взрывают несколько десятков, а иногда сотен зарядов среднего и большого веса.

Слабые заторы, образуемые несколькими малыми ледяными полями, на средних и больших реках имеют максимальную длину, равную удвоенной ширине реки. Чаще всего такие заторы образуются в середине периода ледохода.

Слабые заторы обычно вскоре после образования прорываются естественным путем. В противном случае их легко ликвидируют взрывами, для чего иногда достаточно произвести в замке один подводный взрыв заряда среднего веса.

В некоторых случаях слабые заторы удается ликвидировать взрывами наружных зарядов, бросаемых на затор с берега или с лодки. Если замок находится в хвосте затора (с верхней по течению стороны реки) или если длина затора менее 50 м, а глубина реки не более 2—2,5 м, заряды бросают с берега (а при безопасном подъезде — с лодки) на дно под затор. Применяют такие способы ликвидации

заторов в тех случаях, когда по каким-либо причинам высидеться на затор нельзя.

Слабые заторы часто образуются из двух небольших льдин, расклинившихся при сплывании. Упершись краями в берега, эти льдины образуют арку (рис. 56). Такой затор, особенно если он в средней части уже, чем у берегов, а сплыванию образующих его льдин препятствуют выступы берега и набитый у него лед, ликвидируют взрывами зарядов, закладываемых не в замке, а примерно в середине арки (в этом месте обычно образуются небольшие торосы).

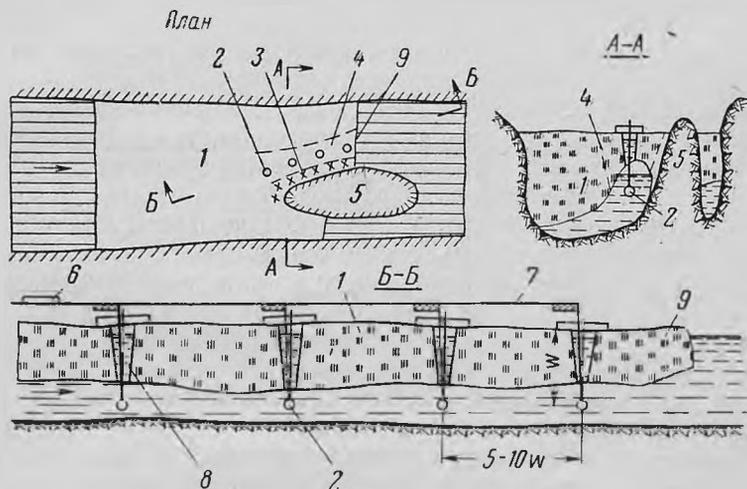


Рис. 57. Мощный затар большой длины, забивающий часть живого сечения реки:

1 — затар (нагромождение льда в несколько слоев); 2 — заряды; 3 — замок затора; 4 — проводимый канал (двор); 5 — остров; 6 — взрывательные трубки (2 шт.); 7 — магистральный детонирующий шнур; 8 — концевика детонирующего шнура; 9 — голова затора

Если по каким-либо причинам произвести взрывы в середине арки невозможно, отбивают край льдины, упершейся в берег.

Мощные заторы¹ большой длины, забивающие часть живого сечения реки (рис. 57), представляют собой беспорядочное нагромождение льдин, часто смерзшихся друг с другом. Такие заторы образуются в тех случаях, когда своевременно не были приняты меры по ликвидации слабых заторов или заторов, образуемых одним ледяным полем.

Для возникновения мощного затора необходимы следующие условия: сохранение ледяного покрова (или значительных ледяных полей) в голове затора; большая прочность льда; значительная скорость течения (для потопления льдин под ледяной покров или выноса их на его поверхность); интенсивный ледоход.

¹ Мощность затора характеризуется величиной повышения заторного уровня воды над нормальным при том же ее расходе.

Длина таких заторов достигает нескольких десятков километров. Для их ликвидации применяют одновременный взрыв большого числа зарядов, располагаемых вдоль затора в 1—2 ряда. Глубину заложения зарядов в массив льда, набитого в несколько слоев, принимают равной от половины до двух третей его толщины, но не менее 1,5—2 м. Взрывы рекомендуется производить под нижней поверхностью льда.

В исключительных случаях для прорыва мощного затора бывает достаточно взрыва одного большого заряда. Обычно же для ликвидации затора производят несколько массовых взрывов зарядов весом до 200 кг. Каждый последующий взрыв удлиняет канал, образующий в месте предполагаемого замка затора (у одного из берегов).

Иногда может возникнуть такая ситуация: место расположения замка неопределенно; его длина — значительна; лед у берегов набит до дна и плохо сплывает из-за малых скоростей течения воды. В этом случае для ликвидации затора в его средней части (там, где наибольшие скорости течения воды), с головы, предварительно образуют канал шириной от одной четверти до одной трети ширины затора и длиной 30—50 м. При наличии такого канала затор ликвидируют взрывом нескольких зарядов (обычно не более 10) весом от 5 до 20 кг, закладываемых выше канала в шахматном порядке на глубине $1,5 \div 3$ и на расстоянии друг от друга $10 \div 20$ м. После взрыва вода, устремляясь в канал, увлекает за собой большое количество льда, в результате чего затор рассасывается и прорывается.

Поскольку причиной образования мощного затора чаще всего служит большое ледяное поле, его раскалывают в первую очередь.

Если ниже затора находится местный неразрушенный ледяной покров, сдерживающий движение льда и являющийся в сущности головой затора, его взрывают по всей ширине, либо в нем образуют канал шириной не менее 20—30 м.

Некоторые мощные заторы на больших реках ликвидируются с большим трудом, особенно при убыли воды и заморозках, и в тех случаях, когда в результате подъема уровня воды затором она направляется в обход основного русла через староречья, прорвы и другие второстепенные рукава, веледствие чего скорость течения воды в основном русле ослабевает, что отрицательно сказывается на выносе взорванного льда.

Большие трудности представляет ликвидация заторов большой длины, нагромождения льда в головной части которых достигает до 10 м и более. Взрывы на ограниченных участках предполагаемого замка таких заторов малоэффективны. Работы, связанные с их проведением, трудоемки, дорогостоящи и по времени не могут быть успешно выполнены за малый промежуток времени стояния затора (не более нескольких суток, а иногда и часов).

Ликвидацию таких заторов на больших реках производят взрывами льда по трассе канала шириной $100 \div 150$ м. Этот канал проводят по максимальным глубинам или на участке максимального

течения воды. При ликвидации мощных устойчивых заторов льда толщиной 4 + 5 м скорость проведения канала составляет около 200 м в сутки (при двухсменной работе), при ликвидации же менее сформировавшихся заторов — около 1000 м в сутки.

Вес зарядов определяют в зависимости от глубины погружения их в воду, расстояния между зарядами, степени их зажима, сложности затора и др. При ликвидации заторов льда для определения примерного веса зарядов можно пользоваться данными табл. 13.

Т а б л и ц а 13

Глубина погружения заряда в воду (W), м	Вес заряда, кг	
	при массовом взрыве и расстоянии между зарядами $5W$	при взрыве отдельных зарядов или при массовом взрыве и расстоянии между зарядами $10W$
1—1,5	3	15
1,5—2	8	40
2—2,5	15	80
2,5—3	25	130
3—3,5	40	200
3,5—4	60	300

Поскольку изготовление зарядов весом более 40 кг связано со значительными трудностями, большие заряды рекомендуется составлять из ВВ в заводской упаковке (мешков, ящиков) и опускать их в воду по поддерживающему концу с помощью веревочной петли.

Для ускорения работ по ликвидации мощного затора и снижения их трудоемкости применяют заряды весом не менее 30—40 кг.

На сплавных реках заторы иногда содержат большое количество вмерзшей в лед древесины (бревен и даже плотов), которые, являясь своеобразной арматурой, увеличивают прочность заторов. Для ликвидации таких заторов следует применять заряды большего (чем в табл. 13) веса или уменьшать расстояния между ними.

Расстояние между зарядами принимают от 5 до 10 W в зависимости от характера взрыва, веса зарядов, степени их зажима, прочности и плотности льда в заторе.

Для одновременного взрыва нескольких зарядов рекомендуется применять детонирующий шнур. Сеть детонирующего шнура при однорядном расположении зарядов соединяют по схеме, приведенной на рис. 57. Опускать заряды большого веса на детонирующем шнуре без поддерживающих концов запрещается.

Так как в голове затора почти всегда бывает сильное течение воды и водовороты, крепление к зарядам балласта, поддерживающих концов должно быть выполнено достаточно надежно.

При ликвидации заторов с целью борьбы с наводнением необходимо учитывать снижение в предледоходный период толщины и прочности льда, в связи с чем при более позднем ледоходе вероятность образования заторов уменьшается.

При предварительном (профилактическом) раскалывании ледяного покрова и ликвидации заторов льда взрывами, особенно при вскрытии реки с верховьев, форсируется процесс вскрытия нижележащих участков реки, вследствие чего увеличивается объем ледяного материала для загромождения русла. В результате ниже по течению искусственно усиливаются заторные явления (увеличивается подъем уровня воды). Учитывая, что прорыв заторов вызывает дополнительный подъем уровня воды у нижележащих объектов, ликвидировать следует только те заторы, которые непосредственно угрожают защищаемому сооружению. Предварительное раскалывание ледяного покрова следует производить только в местах, вызывающих опасные заторы.

Практика подтверждает, что для обеспечения беззаторного вскрытия нижележащего участка реки и уменьшения отрицательных последствий от прорыва заторов необходимо задержать процесс вскрытия реки на вышележащих участках.

В некоторых случаях для ускорения работ по ликвидации заторов льда и раскалыванию плывущих льдин используют вертолеты (Ми-1, Ми-4 и др.). Чаще всего их применяют в местах, труднодоступных для других видов транспорта, и в аварийных случаях.

Некоторые технические показатели вертолетов следующие:

	Ми-1	Ми-4
Вес, кг	2470	7350
Грузоподъемность, кг	270	1600
Крейсерская скорость, км/ч	120	140
Дальность полета без дополнительного бака, км	385	435

Вертолет Ми-1 обычно используют для выбора мест заложения зарядов, их раскладки и для доставки взрывников на лед. Вертолет Ми-4 применяют для доставки инструмента, взрывчатых и других материалов.

Разрешение на использование вертолетов дает начальник управления гражданской авиации.

На вертолетах допускается перевозить ВМ в следующих количествах: ВВ (при отсутствии на борту детонаторов) — в пределах установленного полетного веса (включая вес тары, взрывников и пр.); детонаторы (при отсутствии на борту ВВ) — до двух третей возможной коммерческой загрузки вертолета.

Как правило, перевозка ВВ и средств взрывания производится раздельно. Совместная их перевозка разрешается только в исключительных случаях: ВВ — не более 500 кг, детонаторов — 2000 шт. и огнепроводного шнура — 4000 м. Запрещается перевозка ВМ на реактивных вертолетах, в ночное время и вместе с пассажирами.

Для производства взрывных работ вылетают ответственный руководитель работ и не менее двух опытных взрывников. Прилетев в назначенный район, вертолет сажает на удобную площадку, сгружают ВМ, после чего взрывники приступают к изготовлению зарядов. Одновременно ответственный руководитель взрывных работ с коман-

диром вертолета вылетают для осмотра затора и определения мест заложения зарядов и согласовывают действия на время производства взрывных работ. Затем вертолет возвращается, чтобы забрать взрывников и готовые заряды и доставить их к месту работ.

Достигнув затора, вертолет (против ветра) снижается над местом, намеченным для заложения зарядов, после чего взрывники в спасательных жилетах на предохранительном ремне, страхуясь веревкой, по веревочной лестнице опускаются на затор. Заряды с вертолета спускают на веревке. Опустив заряды, например, в трещины, взрывники поджигают огнепроводные шнуры и поднимаются по веревочной лестнице в вертолет, который, отлетев на безопасное расстояние (не менее чем на 500 м), зависает для наблюдения за результатами взрывов. Длину огнепроводного шнура ($5 \div 10$ м) необходимо рассчитывать с учетом времени, посадки взрывников и отлета вертолета на безопасное расстояние.

Поскольку заряды ответственных взрывов значительное время находятся в воде, их следует изготавливать только из водоустойчивых ВВ.

При невозможности высадки взрывников на затор или плывущую льдину или при угрозе срыва подводных зарядов применяют наружные заряды ВВ. Их опускают на лед с помощью специального приспособления (рис. 58), когда вертолет снизится надо льдом до 1,5—2 м.

С помощью такого приспособления рекомендуется опускать небольшие заряды весом до 10 кг. Заряды большего веса (часто наружные заряды изготавливают из ВВ в заводской таре — ящиках, мешках) опускают на веревке, к которой привязывают огнепроводный шнур, поджигаемый по сигналу командира корабля непосредственно перед опусканием заряда на лед. По достижении зарядом поверхности льда веревку сбрасывают. При раскладке зарядов с вертолета длину огнепроводного шнура принимают 2—5 м в зависимости от условий работ.

За один заход вертолета закладывают до пяти зарядов в зависимости от их веса, расстояния между ними, размеров затора (плывущей льдины). Заряды следует стараться сбрасывать на затопленные льдины (в воду).

Преимущество ликвидации заторов и раскалывания плывущих льдин с вертолета по сравнению с прочими состоит в возможности укладки зарядов практически в любое намеченное место. По сравнению с бомбометанием этот способ отличается значительно большей точностью раскладки зарядов и, следовательно, большей эффективностью взрывных работ.

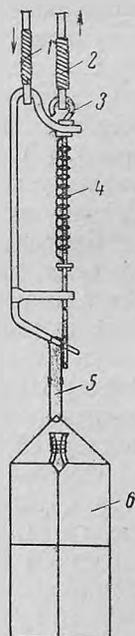


Рис. 58. Приспособление для опускания зарядов на лед с вертолета:

- 1 — веревка для опускания зарядов;
- 2 — веревка для выпергивания чеки;
- 3 — чека;
- 4 — пружина;
- 5 — веревочная петля;
- 6 — заряд весом до 10 кг

§ 23. Ликвидация заторов, сдерживаемых защищаемым объектом

Подготовительные (профилактические) работы и раскалывание льдин на плаву не исключают полностью возможности образования выше защищаемых объектов заторов льда, которые создают опасную ситуацию, требующую принятия срочных мер.

При ледоходе выше защищаемых объектов (опор мостов, ледорезов, труб, опор электропередач, дамб) могут образоваться заторы всех трех видов (мощные, слабые и из отдельного большого ледяного поля). При ликвидации этих заторов необходимо соблюдать особые меры предосторожности, чтобы не повредить взрывом элементы защищаемого объекта.

Бросаемые заряды следует применять только в исключительных случаях, например для раскалывания застрявшей (между ледорезами, опорами моста) льдины при невозможности высадки на нее. Заряд бросают на участок льдины, располагаемый посередине двух смежных элементов защищаемого объекта (ледорезов, устоев, опор моста). Запрещается бросать заряды в воду под льдину во избежание повреждения взрывом подлывшего, неудачно брошенного, заряда подводной части защищаемого объекта.

Обычно же заторы ликвидируют взрывами подледных зарядов. Для этого взрывники высаживаются на затор с берега (ледореза, устоя моста) или с лодки. Если позволяет время, заряды опускают в лунки, подготовленные в ненарушенном участке льдины. Если время ограничено, их опускают через трещины и стыки льдин.

Работу на заторе следует выполнять оперативно, при этом необходимо постоянно следить за его подвижкой, чтобы в случае, если затор придет в движение, взрывники могли своевременно покинуть его. Подводные заряды располагают между ледорезами, устоями и опорами моста, чтобы взрывом зарядов не повредить защищаемый объект. Однако, если затор сдерживается льдиной, незначительно опертой краем в ледорез, опору, устой, то заряд располагают ближе к последним для откалывания края льдины, сдерживающей ее движение.

В тех случаях, когда возможен срыв подледного заряда, угрожающий подводной части защищаемого объекта, взрыв опасен по сейсмическому воздействию и при срочности работ по ликвидации затора заряды укладывают на лед.

Во избежание разброса или повреждения последующих взрываемых наружных зарядов взрывами первоочередных зарядов (при невозможности выдержать безопасные расстояния между ними) заряды располагают в пониженных местах затора (между льдинами) или взрывают одновременно.

Разрешается взрывать: непосредственно выше объекта — по одному подводному или наружному заряду, на расстоянии не менее чем $20 м - 2 \div 3$ заряда одновременно (огневым способом) (рис. 59).

Длину огнепроводных шнуров принимают возможно меньшей, но достаточной для отхода взрывника (отплытия лодки) на безопасное расстояние или в укрытие.

Огнепроводные шнуры зарядов, взрываемых за один прием, должны быть одинаковой длины; их поджигают одновременно по сигналу старшего взрывника.

При ликвидации заторов, сдерживаемых ответственными объектами, особенно при больших скоростях течения воды и перемещении льдин, когда возможны случайные взрывы на тронувшемся заторе, в толще воды, на дне применяют электрический способ взрывания зарядов. Рекомендуется соединять заряды детонирующим шнуром и взрывать его электрическим способом.

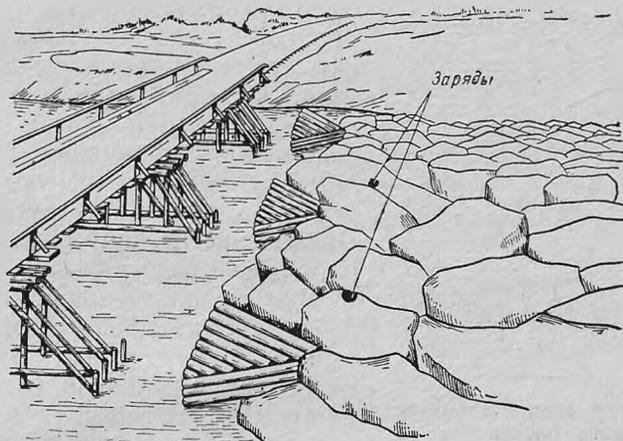


Рис. 59. Расположение зарядов в заторе выше ледорезов

Взрывы производят с таким расчетом, чтобы в заторе напротив наибольшего пролета защищаемого объекта образовался канал. Для этого заряды закладывают обычно в один ряд вдоль затора. На широких реках каналы проводят одновременно напротив нескольких пролетов.

Немалые трудности возникают при ликвидации заторов, сдерживаемых клиновидными ледорезами при небольших пролетах моста, так как вошедшие в суженное пространство льдины прочно расклиниваются в нем. Кроме того, узкие проходы препятствуют также сплыву льда, когда после взрывания он придет в движение (рис. 60).

Чтобы выдержать безопасное расстояние до ледорезов, приходится применять заряды небольшого веса, которые в условиях зажима малоэффективны. Для увеличения эффективности действия взрыва заряды следует закладывать ближе к голове затора. Во избежание повреждения ледорезов взрывами и распора ледяных перемычек смежных пролетов необходимо строго выдерживать безопасные расстояния и не допускать образования сплошных ледяных перемычек, а затем и заторов.

Вес зарядов лимитируется безопасным расстоянием от места их заложения до элементов защищаемого объекта (см. табл. 14) и составляет от нескольких сот граммов до нескольких десятков килограммов. Расстояние, которым определяется максимальный безопасный вес заряда, обычно не превышает половины величины пролета в свету (если заряды закладывают несколько выше середины пролета, т. е. между ледорезами, опорами, устоями).

Взрывные работы следует проводить в светлое время суток. Поэтому при наличии скопления льда, во избежание образования затора, его необходимо пропустить до наступления темноты.

Для облегчения пропуска льда, особенно через объекты с большими пролетами, рекомендуется использовать легкие катера ледокольного типа. Их применяют для раскалывания ледяного покрова и пльвущих льдин, направления последних в пролеты, буксировки плавучих средств и для выполнения других работ. Применение легких судов ледокольного типа вдвое снижает расход ВМ.

При использовании катера для работ по ликвидации затора взрывы зарядов приурочивают ко времени наибольшего волнения, создаваемого катером,двигающимся с максимальной скоростью около головы затора и по образованному каналу. Раскачивание волнами льда положительно

Рис. 60. Затор выше ледорезов треугольного очертания:

1 — ледяные перемычки (затор); 2 — заряд; 3 — ледорезы

сказывается на повышение эффективности взрывных работ. Взрывы производят после отхода катера в безопасное место (за выступ берега, устой, опору моста).

Слабые льдины раскалываются под действием веса зашедшего на них (носовой частью) катера или от столкновения последнего (на максимальной скорости) со льдиной.

§ 24. Откалывание чаши и выбивание льда из-под плавучих средств

Во время ледохода под днище плавучих средств часто набивается много льда, который после убыли воды, когда плавучие средства обсохнут, может причинить им повреждения. Кроме того лед, набитый под днище, затрудняет буксировку и вывод судов в безопасные от ледохода места. Чаша плавучих средств также мешает их буксировке. Кроме того, суда не могут быть приняты в эксплуатацию, пока чаша не оттает. Поэтому лед, набитый под днища плавучих средств, и чашу раскалывают взрывами подводных зарядов (рис. 61). Вес зарядов, лимитируемый безопасным расстоянием от

места их заложения до корпуса судна, при котором последнее не повреждается взрывом (см. табл. 14), составляет 0,1—0,5 кг. Такие заряды рекомендуется изготовлять из стандартных патронов аммонита, учитывая возможность точной дозировки веса зарядов и простоту их изготовления.

Так как вес заряда зависит от прочности и толщины льда, то при толщине льда более 1 м безопасные расстояния, указанные в табл. 14, следует уменьшать: не более чем в полтора раза для деревянных и в двое — для металлических судов.

Заряды погружают на глубину около 0,5 м от нижней поверхности льда и взрывают по одному. При этом лед раскалывается в радиусе 3—10 м в зависимости от его толщины и прочности, веса заряда и его расположения. Чаша, примерзшая к днищу, раскалывается хуже, чем лед, набитый под корпус судна. При взрыве льдины, находящиеся под днищем плавучих средств, выталкиваются из-под

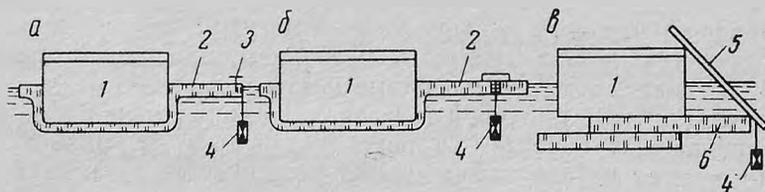


Рис. 61. Способы опускания зарядов при откалывании чаши и выбивании льда из-под плавучих средств:

а — с помощью толстого гвоздя, вбитого у края льдины; *б* — через лунку обычным способом; *в* — на шесте, закрепленном за борт плавучего средства. 1 — плавучие средства; 2 — чаша; 3 — гвоздь; 4 — заряд; 5 — шест; 6 — лед, набитый под днище

них и всплывают. Следующий заряд взрывают на расстоянии 3—4 м от края раскалываемой льдины, располагая его возможно ближе (соблюдая безопасное расстояние) к борту судна.

Во избежание повреждения рулевого устройства и винта взрывные работы производят в направлении от кормы к носу судна.

Применяют несколько способов погружения зарядов в воду. При незатопленной поверхности льда, когда на него можно высадиться, заряд опускают на поддерживающем конце, который закрепляют за толстый гвоздь, вбитый в край льдины (рис. 61, *а*). При этом, если выступающая часть льдины (чаши) находится на расстоянии более 3 м от борта судна, то для экономии ВВ заряд опускают обычным способом через лунку, подготовленную на безопасном расстоянии (рис. 61, *б*).

Если на льдину невозможно высадиться, заряд опускают с помощью шеста, который закрепляют за верхнюю часть борта судна. Такой заряд следует завести за край раскалываемой льдины (рис. 61, *в*). Если же край подводной льдины находится далеко от борта, заряд на шесте опускают непосредственно на льдину. В этом случае огнепроводный шнур поджигают до опускания заряда в воду.

За прием взрывают один заряд, огнепроводный шнур которого должен быть не менее 1 м. В сложной обстановке применяют электрический способ взрывания зарядов.

При сильном течении в направлении от места погружения заряда к борту судна заряды следует опускать на коротких надежных поддерживающих концах или на хорошо закрепленных вертикальных шестах.

При выбивании льдин, на которых стоят плавучие средства, необходимо соблюдать осторожность, учитывая возможность затопления последних из-за большого крена. Льдины следует выбивать сначала со стороны того борта, который поднят более высоко.

Взрывать заряды непосредственно под днищем плавучих средств, даже при соблюдении безопасных расстояний, запрещается.

§ 25. Взрывание плавучих средств, плотов, низководных мостов и деревянных строений

В период ледохода и паводка по реке могут плыть снесенные плавучие средства (баржи, паромные перешрапы, плашкоуты, понтоны и пр.), а также плоты, низководные мосты и деревянные строения, которые могут стать причиной образования заторов льда и повреждения защищаемых объектов, а поэтому подлежат взрыванию. Поскольку многие из них представляют большую материальную ценность, следует прежде всего постараться подчалить их к берегу и надежно закрепить тросами или канатами. В особенности это касается деревянных плавучих средств, которые вследствие большой плавучести могут сплывать по реке и после их повреждения взрывами.

Подчаливание сорванных плавучих средств к берегу, особенно в период ледохода, связано с большими трудностями и обычно осуществляется при помощи катеров или мотолодок. Если почему-либо остановить движение плавучих средств нельзя, их взрывают на безопасном расстоянии от защищаемого объекта, чаще всего с постов, расположенных выше последнего. Под действием взрыва деревянное судно, плот, низководный мост и деревянное строение распадаются на отдельные части, обычно не опасные для защищаемого объекта. Наиболее крупные части взрывают вторично. Малогабаритные плавучие средства и взорванные части судов, плотов, деревянных строений направляют и пропускают через наиболее широкие пролеты защищаемого объекта.

Взрывание плавучих средств. Так как основное назначение взрывов при затоплении сорванных плавучих средств — пробивка их корпусов для того, чтобы плавучие средства затонули на более мелком и удобном для подъема месте, в целях сокращения объема последующего ремонта, им стараются нанести возможно меньшие повреждения. Для этого заряды стремятся расположить между шпангоутами.

Суда взрывают подводными зарядами весом 1—2 кг, опускаемыми на шпигате за борт (рис. 62). Для облегчения ремонта делают только одну пробойну в верхней (ниже ватерлинии) части борта, который при затоплении будет обращен к берегу.

Деревянные суда вследствие большой плавучести не тонут даже будучи заполнены водой, поступающей через пробоину. В случае, если после затопления они продолжают сплывать, их взрывают зарядами весом от 10 до 40 кг (в зависимости от размеров судна), располагаемыми над килем.

Взрывание плотов, низководных мостов и деревянных строений. Снесенные плоты (в том числе и от наплавных мостов), низководные мосты и деревянные строения взрывают подводными зарядами, заводимыми под середину разрушаемого объекта с верхней по течению стороны реки при помощи шестов или шпагата. Если возможно, заряд опускают через отверстие, расположенное примерно в середине самого взрываемого объекта.

Глубина погружения заряда в воду должна быть около 1 м. Вес зарядов в зависимости от размеров разрушаемого объекта, условий взрывания заряда достигает 20 кг.

Деревянные строения рекомендуется взрывать изнутри, особенно если заряд можно опустить в воду хотя бы на 0,5 м.

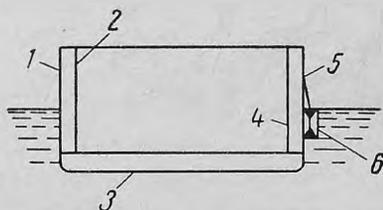


Рис. 62. Образование пробоины в борте судна:

1 — борт судна; 2 — шпангоуты; 3 — днище; 4 — верхняя часть подводного борта; 5 — шпагат; 6 — заряд

§ 26. Ликвидация заторов (заломов) леса

При сплаве леса, особенно молевым, возможны случаи образования заторов (заломов) из древесины, которые обычно возникают выше мостов с небольшими пролетами. Заторы леса могут стать причиной наводнения и обсыхания сплаваемой древесины. Кроме того, прорыв мощного затора представляет опасность для нижерасположенных объектов.

Работы по ликвидации заторов леса следует выполнять не выходя из лодки или не сходя с плота, которые подводят против течения к нижней части затора. При больших скоростях течения воды и заложении зарядов недалеко от головы затора их опускают в воду на шестах. Заряд весом 10—20 кг привязывают к шесту с таким расчетом, чтобы заостренный его конец можно было воткнуть в грунт (при глубине воды до 3—4 м). При этом непроводный шнур (электропровод) привязывают к шесту и выводят наверх. Во избежание повреждения древесины взрывом заряды следует опускать на возможно большую глубину. Заторы леса, образованные в результате зажоров, разрешается взрывать наружными зарядами, располагаемыми поверх древесины, но лучше пропускать их в проемы между бревнами внутри затора.

При невозможности использовать лодку или плот заряды опускают прямо с берега. Так же, как и при ликвидации заторов льда,

заряды следует закладывать в замок, местонахождение которого определяют по выбрасываемым наружу отдельным бревнам.

Способ взрывания зарядов выбирают в зависимости от обстановки (устойчивости и размеров затора). Обычно применяют огневой способ, так как электровзрывная сеть (детонирующий шнур) в результате подвижки льдин и бревен часто разрывается.

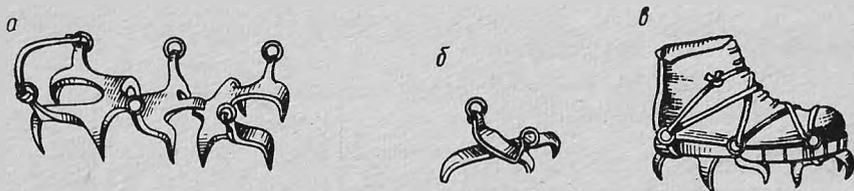


Рис. 63. Снаряжение для предохранения ног от скольжения:
а — кошки; б — упрощенные кошки; в — крепление кошек к ботинку

При ликвидации заторов древесины взрывники должны иметь специальное снаряжение: кошки — фасонные стальные пластины с зубьями (рис. 63) или альпинистские ботинки с пластинчатыми гвоздями для предохранения ног от скольжения и пояс для привязывания веревки, один конец которой подают на берег.

Г л а в а VII

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ И СОХРАННОСТИ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВЗРЫВАХ

При производстве ледокольных работ необходимо уделять особое внимание вопросам безопасности работ и сохранности сооружений при взрывах, так как эти работы выполняются в сложной обстановке, требующей от руководителей работ и взрывников быстрых действий.

Для безопасности людей, сохранности сооружений и механизмов большое значение приобретает четкая организация работ, тщательная предварительная подготовка к их производству по подробно разработанному плану, правильная организация транспорта и связи, своевременный и подробный инструктаж рабочих и взрывников с учетом конкретной обстановки и проверкой их физического состояния (медицинской комиссией). Инструктаж проводит руководитель взрывными работами.

Руководители работ при подборе кадров для среднего командного звена и старших взрывников должны учитывать не только квалификацию и опыт работы по специальности, но и личные качества каждого кандидата: инициативу, дисциплинированность.

Ввиду сравнительно небольшого опыта подготовки лунок и очистки снега с использованием тяжелых механизмов (ледобуров, компрессорных станций) к проведению таких работ следует подходить осторожно.

Запрещается использовать тяжелые механизмы после образования в ледяном покрове больших закраин, сквозных трещин шириной более 5 см, а также на льду игольчатой структуры. Использовать тяжелые механизмы разрешается на ледяном покрове, структура и прочность льда которого характерны для зимних условий.

Рабочие, обслуживающие механизмы, должны иметь спасательные средства (лучше жилеты) и работать при открытых дверцах кабины для быстрого выхода при внезапном провале машины под лед. Рекомендуется, по возможности, работать вне кабины.

Для быстрого извлечения машины при проломе льда она должна быть снабжена зачаленным надежным стальным тросом длиной не менее 25 м.

Перед началом работ устанавливают границы опасной зоны, которую на время взрывных работ ограждают красными флажками, щитами с предупредительными надписями (например: «Стоять! Опасно! Ведутся взрывы!», «Опасно! Проход и проезд запрещен — производятся взрывы!»). Кроме того, на дорогах и тропах, ведущих в опасную зону, выставляют посты охраны из лиц вахтерской службы или хорошо проинструктированных рабочих. Охранники должны иметь свистки и красные флажки. Посты охраны опасной зоны следует располагать в поле зрения смежных с ними постов.

До начала взрывных работ местное население, расположенное в радиусе опасной зоны и вблизи нее, должно быть оповещено о предстоящих взрывных работах, месте и времени их проведения, о границах опасной зоны и значении принятых сигналов. Это делается официально через местные советы и органы милиции. О времени и месте взрывных работ заранее предупреждаются и органы рыбоохраны.

Если в опасную зону попадает автодорожный мост¹, то движение транспорта по нему на время взрывных работ должно быть перекрыто. Регулирование проезда по мосту с интенсивным движением обычно производят работники милиции, дежурящие с каждой стороны моста. Для перекрытия дороги к мосту на границах опасной зоны устраивают временные шлагбаумы.

Если в пределах опасной зоны проходит железнодорожный путь, то время производства взрывов и возможность закрытия перегона согласовываются с диспетчером участка железной дороги или с начальником станции. Как правило, взрывные работы должны производиться только в промежутке между движением поездов и под наблюдением ответственного работника железнодорожного транспорта.

Взрывные работы вблизи линий электропередач, телефонной связи, подводных коммуникаций (трубопроводов, кабелей) следует проводить с разрешения соответствующих организаций, которые могут выделить для наблюдения своего представителя.

Безопасное расстояние до линий электропередач и связи определяется по дальности разлета осколков льда

Для взрывников, находящихся в укрытии, безопасные расстояния для бросаемых зарядов устанавливают по действию воздушной ударной волны. В зависимости от веса бросаемых зарядов принимают следующие безопасные расстояния:

Вес заряда, кг	0.5	2	3
Безопасное расстояние, м	4	7	9

В остальных случаях безопасное расстояние для людей определяется по разлету осколков льда. Его устанавливает руководитель взрывных работ в зависимости от веса зарядов, глубины их погружения в воду и пр.

¹ Взрывные работы следует приурочивать к часам минимального движения.

Безопасные расстояния для разных видов ледокольных взрывных работ при использовании подводных зарядов следующие:

Наименование работ	Безопасное расстояние, м
Ликвидация зажоров	Не менее 50
Раскалывание ледяного покрова	Не менее 100
Ликвидация заторов льда и леса, а также плывущих льдин	Не менее 200
Взрывание плавучих средств, плотов, низководных мостов и деревянных строений . .	Не менее 200

При взрывании льда наружными зарядами безопасное расстояние должно быть не менее 200 м.

Во время проведения взрывов взрывники должны работать в текстиловых или фибровых касках, предохраняющих головы от удара при случайном взлете осколков льда.

Для работы водолазов опасную зону принимают радиусом 1000 м при взрывании зарядов весом до 50 кг и 2000 м — при взрывании зарядов весом более 50 кг.

Запрещается производить взрывы близко от плавучих средств, опор моста, ледорезов, устоев, эстакад и других частей сооружений, так как они могут нарушить крепление между их деревянными элементами и причинить другие повреждения, вплоть до разрушения всей конструкции.

Например, взрыв подводного заряда весом 4 кг на расстоянии 0,5 м перебивает деревянную сваю диаметром 40 см, а заряд весом 8 кг перебивает такую же сваю на расстоянии 0,75 м.

Взрыв подводного заряда весом 0,2 кг, заложенного на расстоянии 0,7 м от борта судна, пробивает его железобетонный корпус толщиной 100 мм.

Во избежание повреждения сооружений, а также остекления находящихся поблизости зданий заряды следует взрывать на безопасных расстояниях, при выборе которых можно руководствоваться табл. 14. Безопасные расстояния для подводных сооружений приведены для случая предварительной околки их от льда (бороздами).

Безопасные расстояния по сейсмическому воздействию взрыва при взрывании зарядов с показателями действия взрыва не менее двух и наличии песчаных грунтов обычно не превышают безопасных расстояний, приведенных в табл. 14 (для взрывов подводных зарядов). Однако при неблагоприятных условиях (например, слабых грунтах) безопасное расстояние по сейсмическому воздействию взрыва является лимитирующим и определяется расчетом согласно Единым правилам безопасности при взрывных работах.

Защищаемый объект	Заряды	Расчетная формула	Безопасные расстояния (м) для зарядов весом, кг									
			0,3	0,5	1	2	3	5	7	10	15	20
Остекление	Наружные	$r = 100 \sqrt{Q}$	50	70	100	140	170	220	260	320	390	450
Плавающие средства ¹	Подводные	$r = 10 \sqrt{Q}$	5	7	10	14	17	22	26	32	39	45
Деревянные опоры, ледорезы, астакады, уступ	Подводные	$r = 7 \sqrt{Q}$	4	5	7	10	12	16	18	22	27	31
То же	Наружные	$r = 4 \sqrt{Q}$	2	3	4	6	7	9	11	13	15	20

¹ За исключением судов с железобетонным корпусом или груженых огнеопасными грузами. Безопасное расстояние в этом случае определяют органы пожарного надзора совместно с Госгортехнадзором и организацией, которой принадлежит судно.

При взрывании вблизи плавающих средств необходимо следить за водотечностью судов, обращая при этом особое внимание на сохранность конопатки и цементных заливок. На случай обнаружения течи необходимо иметь аварийный запас цемента, пакли, досок и гвоздей.

Для защиты остекления от воздействия воздушной ударной волны и разлетающихся осколков льда окна следует закрывать легкими щитами или брезентом. Если по местным условиям остеклению угрожает разлет осколков льда, то заряды следует взрывать на большей глубине и по возможности уменьшать их вес.

Запрещается проводить взрывные работы при недостаточном искусственном или естественном освещении. При сильном тумане, ливне, обильном снегопаде и в пургу производить взрывы разрешается только в неотложных случаях с разрешения руководителя взрывных работ. При этом необходимо соблюдать особые меры, обеспечивающие безопасность работ (усиленная звуковая сигнализация, охрана опасной зоны).

Непосредственно перед работами по взрыву льда необходимо провести инструктаж взрывников и рабочих с учетом конкретной обстановки и проверить знание ими правил безопасности при проведении работ с лодки и на льду.

При работе на непрочном (тонком и слабом) и торосистом льду необходимо соблюдать следующие правила:

1. Передвигаться по непрочному льду разрешается только по доскам, щитам или лестницам с использованием легкого багорика на прочном шесте длиной около 1,5 м (рис. 64), предназначенного для проверки прочности льда, опирания при скольжении ног и удерж-

жания человека на поверхности льда при случайном провале в воду. Вместо багорика разрешается использовать легкую пешню. При провале в воду необходимо держаться за середину горизонтально расположенного багорика (пешни), опертого концами о лед, а при его отсутствии — удерживаться на поверхности воды, опираясь о лед широко раскинутыми руками. Прося о помощи, необходимо без резких движений лечь грудью на кромку льда и постараться вылезти на лед. Выбравшись на лед, следует ползком двигаться в ту сторону, откуда шел потерпевший до провала под лед.

2. Чтобы предотвратить скольжение ног при хождении по скользкому льду рабочие и взрывники должны быть обеспечены соответствующей обувью (см. рис. 63). Взрывники, особенно при работе с лодки, должны иметь спасательные жилеты.

3. Не допускается опускание зарядов под лед через проталины и промоины (из-за слабого льда у их краев).

4. При подготовке лунок в слабом льду рабочий должен стоять на щите, лестнице или на доске длиной не менее 1,5—2,5 м и шириной 0,2—0,3 м.

5. Заряды следует взрывать в направлении от середины реки к берегам, от крутого берега к полоуму или вверх по течению, что обеспечивает большую безопасность при отходе взрывников за пределы опасной зоны — на берег или на прочные участки ледяного покрова.

6. При невозможности своевременного отхода или отъезда на лодке от места заложения зарядов — применять огневой способ взрывания запрещается.

7. При наличии участков свободной от льда воды у места производства работ должна находиться лодка с дежурными рабочими, спасательными принадлежностями и средствами первой помощи.

8. Старший взрывник должен иметь бросательный конец длиной 25—30 м для оказания помощи провалившемуся под лед. В особо опасных местах разрешается передвигаться по льду только в предохранительном поясе, с привязанной к нему веревкой, конец которой должен находиться у опытного рабочего, стоящего на берегу, в лодке или на прочном льду. По слабому льду допускается передвижение на лыжах, крепления которых обеспечивают при необходимости быстрое снятие лыж.

При подноске снаряженных зарядов к лункам следует соблюдать осторожность; общий вес переносимых зарядов не должен превышать 10 кг. Выполнять эту работу имеют право только взрывники. При наличии ровного и крепкого ледяного покрова заряды большого веса разрешается подвозить на санях проинструментированными рабочими, но под наблюдением взрывника.



Рис. 64. Багорик для хождения по льду

При подходе к лункам, образованным взрывами, следует помнить, что их края могут обвалиться.

Перед опусканием заряда в воду необходимо убедиться в надежности прикрепления к нему балласта. Особое внимание на это следует обращать при взрывании зарядов большого веса недалеко от объектов, имеющих большую площадь остекления.

Для беспрепятственного опускания заряда под лед лунка должна иметь достаточное поперечное сечение и быть свободной от льда, снега и шуги; ее не должны перекрывать остановившиеся или плывущие льдины.

При выполнении работ взрывники должны подавать следующие звуковые сигналы, хорошо слышимые на границах опасной зоны даже при работе машин и встречном ветре:

1. «Предупредительный» (один продолжительный). По этому сигналу все лица, не занятые непосредственно на взрывных работах, удаляются за пределы опасной зоны, вокруг которой выставляют охрану. После этого взрывники подносят к лункам заряды, опускают их под лед, монтируют взрывную сеть и выполняют все остальные работы, необходимые для подготовки зарядов к взрыву.

2. «Боевой» (два продолжительных). По сигналу взрывники зажигают огнепроводные шнуры зарядов и немедленно отходят на безопасное расстояние или в укрытие (при электрическом взрывании замыкают электровзрывную сеть).

3. «Отбой» (три коротких). Подается после осмотра взорванного льда, а при обнаружении отказавших зарядов — после их ликвидации. Сигнал означает окончание взрывных работ.

Эти сигналы подают при выполнении массовых взрывов и при взрывании огневым способом за один прием большого числа зарядов, когда подготовка к их взрыванию отнимает много времени.

При взрывании зарядов через короткий промежуток времени и внезапной необходимости в проведении взрыва (например, для ликвидации плывущих льдин) рекомендуется другой порядок подачи звуковых сигналов. «Предупредительный» и «Боевой» сигналы подают обычным порядком, а «Отбой» — не после каждого взрыва, а по окончании всех работ — в конце смены или перед длительным перерывом.

Назначение, способ и время подачи сигналов устанавливает руководитель взрывных работ. Для подачи сигналов обычно используют свисток, а при большом объеме работ — ручную сирену.

При одновременной работе нескольких взрывников зажигание огнепроводных шнуров, отход в безопасную зону (укрытие) и осмотр взорванного льда следует производить по команде старшего взрывника. Если при взрывании применяют контрольную трубку, ее должен поджигать старший взрывник. В этом случае отход в безопасную зону (в укрытие) следует начинать сразу после взрыва контрольной трубки.

При ликвидации заторов льда и раскалывании плывущих льдин взрывники должны отходить на берег или отплывать на лодке. Ре-

комендуется отходить (отплывать) на лодке против ветра и солнца, так как в противном случае они будут мешать при наблюдении за взрывами¹.

Перед зажиганием огнепроводного шнура бросаемого заряда взрывник должен наметить пути отхода к месту укрытия.

Держать в руках более одного бросаемого заряда или заряд с подожженным огнепроводным шнуром, а также бросать заряд с разбега запрещается.

Место укладки заряда на льдине определяется взрывником до поджигания огнепроводного шнура. Во время броска ящик с зарядами должен быть закрыт.

При взрывании зарядов электрическим способом необходимо выполнить следующее.

Подобрать электродетонаторы по сопротивлению в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при взрывных работах и проверить их на проводимость.

Смонтировать электровзрывную сеть из двух проводов (использование воды в качестве второго провода запрещается). Проверить ее с безопасного расстояния или из укрытия после удаления всех людей из опасной зоны. Продолжительность контакта сети с включенным прибором должна быть не более 4 сек.

Проверку электродетонаторов на проводимость, подбор их по сопротивлению, а также проверку исправности и измерение сопротивления электровзрывных сетей разрешается производить приборами, допущенными для этой цели и дающими в цепь ток не более 0,05 а. Эти приборы необходимо проверять не менее одного раза в квартал и после каждой смены батарей.

Электровзрывную сеть монтируют в направлении от места заложения зарядов к источнику тока. При этом концы проводов смонтированной части электровзрывной сети на время до присоединения их к магистральным проводам необходимо замкнуть накоротко и изолировать. Концы магистральных проводов должны быть замкнуты накоротко все время, пока их не присоединят к клеммам рубильника или взрывной машинки для взрыва.

При монтаже электровзрывной сети все электроустановки и провода, находящиеся в пределах опасной зоны, следует обесточить.

Ключи от взрывных машинок должны храниться у руководителя взрывных работ или взрывника. Передавать их кому-либо запрещается.

Если при подаче тока взрыва не произошло, необходимо отсоединить магистральные провода от источника тока, концы их накоротко замкнуть, взять с собой ключ от источника тока и после этого пойти выяснять причины отказа. При обнаружении проводов (детонаторных, концевых) их следует немедленно замкнуть накоротко. Ликвидацию

¹ При сильном ветре дальность разлета осколков льда в направлении ветра на 25—50% больше, чем при его отсутствии. Еще дальше относятся ветром брызги воды.

отказавших зарядов производят повторным взрыванием после восстановления целостности электровзрывной сети.

При взрывании зарядов детонирующим шнуром запрещается резать шнур, введенный в заряд. Соединение между собой двух отрезков детонирующего шнура разрешается производить способами, указанными в инструкции, находящейся в ящике с детонирующим шнуром.

Нельзя туго натягивать детонирующий шнур и перегибать его под прямым или острым углом. Все перегибы должны быть плавными. Присоединение ответвлений должно совпадать с направлением распространения детонационной волны по магистральному шнуру.

Запрещается применение капсюлей-оживителей, так как они увеличивают опасность и осложняют ликвидацию отказов.

Для определения числа отказов взрывники должны считать, сколько произведено взрывов (при поджигании зажигательных трубок ведется счет числа зарядов).

Возвращение к месту взрывания разрешается в том случае, если счет числа взрывов подтверждает, что все заряды взорвались, но не ранее чем через 5 мин, считая с момента последнего взрыва. После взрыва всех зарядов возвращение на затор льда для подготовки к взрыванию следующей серии разрешается не ранее чем через 10 мин с момента предыдущего взрыва.

В случае отказов или при ошибке в счете к месту взрывания при огневом способе разрешается подходить не ранее чем через 15 мин, считая с момента последнего взрыва, а при электрическом — не ранее чем через 5 мин при использовании электродетонаторов мгновенного и короткозамедленного действия и не ранее чем через 15 мин — при использовании электродетонаторов замедленного действия.

Если при огневом способе взрывания зарядов число взрывов окажется меньше числа зарядов, то это еще не значит, что заряды взорвались не все, так как могут быть случаи одновременного взрыва двух зарядов. Последнее устанавливают при осмотре места их заложения.

Осмотр отказавших зарядов должен производить только один взрывник.

Для ликвидации отказавшего заряда к нему привязывают новый заряд весом не менее 25% веса отказавшего заряда. Оба заряда вновь опускают в воду и взрывают. Запрещается разряжать отказавшие заряды и выдергивать из них электродетонаторы, огнепроводные или детонирующие шнуры.

Если отказ произошел в результате отрыва заряда, то при небольшой глубине и отсутствии течения воды он может быть ликвидирован взрывом заряда, опущенного в ту же лунку.

Для ликвидации отказавшего наружного заряда разрешается осторожное снятие руками части забоечного материала, который восстанавливают после ввода в заряд новой зажигательной трубки или боевика.

Ликвидацию отказавших зарядов производит взрывник по указанию и под наблюдением руководителя взрывных работ.

К работам по ликвидации отказавших зарядов следует относиться особенно внимательно при взрывании зарядов из тола и других водостойчивых ВВ на распахиваемой пойме и в местах возможного производства дноуглубительных работ.

Ликвидация отказавших зарядов в период ледохода (на плывущих льдинах, тронувшихся заторах) не производится, поскольку она связана с большими трудностями. В этих случаях заряды следует заготавливать из ВВ, теряющих под водой взрывные свойства.

При использовании для подъезда (отъезда) к месту заложения зарядов лодки в ней должен находиться комплект спасательных принадлежностей.

Запрещается пользоваться лодкой, не имеющей следующего оборудования: полного комплекта весел с уключинами (в том числе нары запасных), якоря-кошки, багра, ковша (ведра) для отлива воды, причальной цепи, рупора и пакли. Запрещается пользоваться водотечными непригодными лодками недостаточной грузоподъемности и остойчивости. Лодка должна иметь бортовой леер и надпись о допустимой грузоподъемности и пассажировместимости.

Не разрешается грузить в лодку более 20 зарядов, вес которых не должен превышать 40 кг. Заряды следует укладывать ближе к корме и накрывать брезентом.

Состав команды в лодке не должен превышать 5 человек. В лодке необходимо иметь двух опытных гребцов на отдельных парах весел, на случай поломки весла при отплытии на безопасное расстояние.

Перегружать лодку категорически запрещается. Высота сухого борта лодки при отсутствии ветра должна быть не менее 20 см, а при выезде во время волнения — не менее 35 см. В гребной лодке запрещается без надобности стоять или перемещаться. Не разрешается плавание в лодке при волнении и ледоходе свыше 4 баллов¹, при молевом сплаве леса и во время сильного дождя, тумана, снегопада или пурги. В этих случаях при крайней необходимости выезд на лодке разрешает только руководитель взрывных работ. При этом у берега наготове должна находиться дежурная лодка с гребцами и спасательными принадлежностями.

При выезде в лодке во время волнения необходимо соблюдать особые меры предосторожности: лодку следует направлять носом навстречу волнам, спасательные принадлежности размещать вблизи находящихся в лодке людей и держать их в готовности к немедленному применению.

Подводные взрывные работы (с лодки) разрешается проводить при волнении до 2 баллов и силе ветра до 4 баллов.

При плавании на лодках запрещается пользоваться веслами для отталкивания от берега или льдин, а также для передвижения по мелководью. При пользовании багром не следует опираться на него

¹ Сила волнения определяется по сводкам метеослужбы. При волнении 4 балла волны принимают хорошо выраженную форму с гребешками и имеют высоту 1,25—2 м.

телом, так как при поломке древка это может привести к несчастному случаю.

Место взрывника в лодке — на корме впереди зарядов. Он должен сидеть так, чтобы не мешать работе гребцов и рулевого. Для предотвращения посадки лодки на мель до начала взрывных работ необходимо проверить глубину воды в месте их проведения и на пути отхода на безопасное расстояние. Заряд следует опускать в воду сразу же после поджигания огнепроводного шнура на расстоянии не менее 1 м от борта лодки в направлении, противоположном ее движению. При этом необходимо следить, чтобы заряд не зацепился за лодку.

При опускании зарядов за их положением следят по поднимающимся на поверхность воды пузырькам газа, образующимся при горении огнепроводного шнура.

За один заезд с лодки обычно опускают не более 5 зарядов. Отъезжать от места погружения зарядов по возможности следует поперек или вверх по течению воды (если скорость течения невелика).

В случае всплытия заряда на поверхность необходимо отъехать от него как можно дальше, дыша при этом открытым ртом, чтобы от воздействия ударной волны на уши не лопнули барабанные перепонки.

Запрещается производить взрывные работы с газохода или мотора, а также с лодки, буксируемой самоходным судном, так как в случае остановки двигателя исключается возможность их отплытия на безопасное расстояние. Однако для облегчения труда гребцов и сокращения времени подъезда к месту заложения зарядов буксировку гребной лодки следует применять.

Члены команды взрывников должны уметь грести, управлять лодкой, плавать, спасать утопающих и оказывать им первую медицинскую помощь.

При перевертывании лодки в пределах видимости с соседних лодок, следует, держась за леер, привлечь к себе внимание криком и ждать помощи. Влезать на опрокинутую лодку запрещается. Если помощь не предвидится, следует, держась одной рукой за лодку, подгребать свободной рукой по направлению к берегу или мели.

Попавший в воду должен немедленно освободиться от одежды и обуви. Их надо снимать двумя руками, предварительно набрав в легкие как можно больше воздуха. Если воздуха не хватает, нужно, отталкиваясь ногами и руками, поднять голову над водой и, набрав в легкие воздуха, продолжить раздевание.

При снятии обуви шнурки нужно рвать. Рубашку следует снимать скатывая ее в жгут. Нескатанная рубашка может закрыть лицо пострадавшего и тогда освободиться от нее будет труднее.

Тело человека имеет большую плавучесть, когда грудная клетка расширена (легкие наполнены воздухом). Поэтому, чтобы не потонуть, нужно дышать спокойно и глубоко. Плавучесть больше проявляется тогда, когда большая часть тела погружена в воду. Легче всего держаться на воде без движения, лежа на спине и раскинув руки. Из воды следует выставлять лишь лицо.

Чтобы не опрокинуть подплывшую для оказания помощи лодку, нужно ухватиться за ее бортовой леер.

Человек, заметивший упавшего в воду, должен немедленно бросить ему спасательные средства (спасательный круг, шары, бросательный копец), а при отсутствии их — доску, отрезок бревна, весло или любой другой плавающий предмет.

При бросании спасательных средств необходимо учитывать направление течения воды и ветра. Спасательные средства надо бросать, как правило, ниже по течению от пострадавшего, но так, чтобы он мог легко к ним дотянуться. Бросать спасательные средства следует осторожно, чтобы не ударить ими спасаемого.

Если пострадавшего можно достать багром, его надо подать спасаемому в руки. При необходимости следует захватить багром одежду пострадавшего. При этом следует соблюдать осторожность, чтобы не нанести ему ранение. Спасающий не должен перегибаться через борт лодки, так как он сам может упасть в воду. Пострадавшего подтаскивают к корме, откуда его поднимают в лодку. Для этого достаточно двух человек, которые должны стоять на настиле лодки в кормовой ее части.

При отсутствии лодки или невозможности бросить пострадавшему спасательные средства следует спасать его впасть. Оказывать такую помощь может только человек, умеющий хорошо плавать и знакомый с приемами спасания. Попытка спасти утопающего неопытным и недостаточно хорошо плавающим человеком приводит иногда к несчастному случаю.

При оказании помощи человеку, провалившемуся под лед, нельзя подходить к нему стоя. К пострадавшему нужно приближаться ползком с раскинутыми в сторону руками и ногами. При наличии веревки следует обвязаться ею, а свободный конец закрепить на берегу, прочном льду или передать его в руки товарища. Необходимо взять с собой веревку, шест или доску для подачи пострадавшему. В крайнем случае с этой целью можно использовать поясной ремень.

После того как человек, оказывающий помощь, подползет к пострадавшему на расстояние 3—5 м, он должен передать пострадавшему конец веревки и, отползая назад, постепенно вытащить его на лед.

При необходимости следует вызвать скорую помощь или подготовить транспорт для доставки пострадавшего в ближайшую больницу.

После доставки пострадавшего на берег его нужно перенести в теплое помещение, снять одежду и обувь и, если это необходимо, приступить к искусственному дыханию. Одновременно нужно согреть пострадавшего (растереть спиртом или обложить грелками), а когда он придет в сознание — уложить в постель и дать возбуждающие средства (горячий крепкий чай или кофе).

Для предупреждения несчастных случаев места взорванного и непрочного льда необходимо ограждать замороженными в лед ветками хвойных деревьев, вешками, красными флажками, щитами с предупредительными надписями (например: «Стоять! Опасно! Полынья!») и другими знаками, а в ночное время — освещать красными

фонарями. О наличии таких мест, особенно вблизи дорог, и знаках их ограждения следует предупредить местное население.

Опыт ледокольных взрывных работ показывает, что несчастные случаи чаще всего происходят от следующих причин: неосторожного обращения с капсулями-детонаторами, просовывания заряда в лунку недостаточного сечения, взрыва всплывшего заряда вследствие отрыва балласта, недостаточной длины огнепроводного шнура зажигательной трубки, взрывания зарядов без счета числа взрывов, недостаточной прочности шпатага или плохого крепления шеста, поддерживающего заряд и т. д.

При инструктаже рабочих и взрывников на причины возникновения несчастных случаев необходимо обращать особое внимание. Подсобные рабочие должны быть ознакомлены также со свойствами применяемых ВМ и мерами предосторожности при работе с ними.

Несчастные случаи при взрывных работах происходят, как правило, от нарушения Единых правил безопасности при взрывных работах, поэтому выполнение их строго обязательно. Последствия от нарушения правил безопасности усугубляются при работе с лодки и со льда, иногда слабого и имеющего ограниченную площадь.

Ниже приведен разбор наиболее типичных несчастных случаев, имеющих место при ледокольных взрывных работах.

1. При введении в дульце капсуля-детонатора огнепроводного шнура у взрывника в руке взорвался капсуль-детонатор, в результате чего он лишился трех пальцев левой руки. Причина несчастного случая — наличие в дульце капсуля-детонатора посторонних частиц — сора, который попал туда при хранении детонаторов в кратковременном складе ВВ в открытых коробках. Посторонние частицы могут находиться внутри дульца и из-за нарушения технологии изготовления капсулей-детонаторов и по ряду других причин, поэтому при изготовлении зажигательных трубок следует проверять каждый капсуль-детонатор.

2. Вместо того чтобы после поджигания огнепроводного шнура сразу бросить заряд на льдину, взрывник стал определять место укладки заряда. Это промедление послужило причиной несчастного случая, происшедшего в результате взрыва заряда в руках взрывника. При разборе несчастного случая выяснилось, что длина огнепроводного шнура была недопустимо малой (10 см, вместо 15 ÷ ÷ 25 см), а место укладки заряда не было определено заранее до поджигания огнепроводного шнура.

3. Взрывник, не проверив лунки, поджег огнепроводный шнур и стал опускать заряд в воду. Однако лунка была забита льдом и заряд в нее не проходил. Проталкивая его, взрывник потерял много времени и не смог своевременно отойти от лунки на безопасное расстояние, в результате чего был травмирован.

При разборе выяснилось, что взрывник применил короткий огнепроводный шнур (0,4 м вместо 1 м) и не проверил лунку, которая была забита льдом, выброшенным предыдущими взрывами. Во избежание подобных несчастных случаев необходимо выдерживать

установленную длину огнепроводных шнуров и перед опусканием зарядов в воду проверять лунки.

4. При раскалывании льда взрывник за прием взрывал по 2 заряда, длины огнепроводных шнуров которых составляли по 0,5 м вместо положенных 1 м. Однажды, отбегая на безопасное расстояние, он провалился в воду, в результате чего при взрыве заряда получил ранение в плечо осколком льда. Несчастный случай произошел из-за применения коротких огнепроводных шнуров, что в свою очередь вызвало необходимость поспешного отхода после их поджигания. Отбегать от места заложения зарядов, особенно по слабому льду, после поджигания огнепроводного шнура — запрещается.

5. Взрывник поджег огнепроводный шнур заряда, опустил его сравнительно глубоко в воду и отошел от лунки на расстоянии 50 м, ожидая, что разлет осколков льда при такой глубине погружения заряда будет незначительный. Однако в результате отрыва ненадежно закрепленного балласта заряд всплыл и взорвался у нижней поверхности льда, что вызвало большой разлет его осколков — примерно в радиусе 80 м. Взрывник получил ранение ног. Несчастный случай произошел из-за отрыва балласта, который следует крепить к заряду достаточно надежно, и нарушения Единых правил безопасности при взрывных работах, согласно которым взрывник должен был отойти от места погружения заряда в воду на расстояние не менее 100 м.

6. При выполнении ледокольных взрывных работ недостаточное внимание обращалось на охрану опасной зоны, в которой находились посторонние люди, собирающие оглушенную взрывами рыбу. Один из них, приблизившийся к месту заложения заряда, при взрыве получил ранение в ногу. Несчастный случай произошел из-за нарушения элементарных правил безопасности — вывода за пределы опасной зоны всех посторонних лиц.

7. Ликвидируя затор льда, взрывник бросал заряды, не пользуясь укрытием (щитом с навесом), защищающим от осколков льда. В результате он получил ранение лица.

8. При раскалывании плывущих льдин взрывами укладываемых на них наружных зарядов весом 10 кг в доме, расположенном на расстоянии 200 м, была выбита оконная рама, осколками стекла которой ранен в лицо житель этого дома. Несчастный случай произошел из-за несоблюдения безопасного расстояния до застекленного объекта, которое в данном случае должно быть не менее 320 м (см. табл. 14).

9. Уничтожая коробку с капсулями-детонаторами взрывник пользовался зажигательной трубкой длиной 0,3 м; при этом коробка не была закрыта и зарыта в снег. При зажигании огнепроводного шнура спичкой искра попала в дульце капсуля-детонатора в результате чего он взорвался и вызвал преждевременный взрыв всех капсулей-детонаторов. Взрывник получил ранение. Несчастный случай произошел из-за нарушения правил уничтожения капсулей-детонаторов, которые должны взрываться зарытыми в землю (снег) с применением зажигательной трубки достаточной длины.

Глава VIII

ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ЗАЩИТЕ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЛЕДОХОДА

Для того чтобы правильно организовать работу, часто бывает полезно обратиться к опыту аналогичных работ прошлых лет. Учитывая это, ниже приводятся примеры, взятые из практики взрывных работ по защите сооружений от ледохода.

I. Автодорожный мост с фермами Гау-Журавского на деревянных пространственных опорах расположен на прямолинейном участке реки шириной 120 м (рис. 65). Мост имеет 6 предопорных и 3 аванпостных ледореза шатрового типа. Ширина пролетов: в русловой части 30 м, в пойменных 9—20 м. Длина моста по настилу 240 м, высота 14 м.

Толщина льда на реке колебалась от 50 до 70 см, в озере, откуда ожидалось появление ледяных полей, — от 70 до 90 см. Скорость течения воды при ледоходе в зависимости от подпора уровней основной реки составляла от 0,4 до 1 м/сек.

Для уменьшения давления ледяного покрова при его подвижках и во избежание образования заторов льда его раскалывали на следующих участках: выше моста длиной 2500 м, ниже — 500 м, всего на площади около 300 тыс. м².

Из-за быстрого подъема уровней воды (до 80 см в сутки) и большого объема работ к взрыванию ледяного покрова приступали до появления закраин и заканчивали их не позднее 1 апреля, когда ширина образовавшихся закраин достигала 30 м. До начала взрывных работ в течение 8—10 дней с помощью механизированного ледобура подготавливали 2,5—3 тыс. штук лунок, которые располагали друг против друга в 9—10 рядов вдоль реки в зависимости от ширины ледяного покрова и количества снега у берегов.

Вес зарядов составлял 2—2,5 кг ($K = 0,5 \text{ кг/м}^3$), расстояние между зарядами в ряду — 10 м (около 6W).

Взрывные работы по раскалыванию ледяного покрова (при наличии готовых лунок и патронированного водоустойчивого аммонита) производила команда взрывников в составе 20 человек, присланная из войсковой части. Расход ВВ в зависимости от толщины и ширины

ледяного покрова составлял $5 \div 7$ т. Способ взрывания — огневой. На проведение взрывных работ затрачивалось 8 суток.

Особенно большую опасность для моста представляло ледяное поле озера, расположенного на правой пойме в $1,5$ км выше моста, площадью — около 30 тыс. m^2 . Озерный лед из-за высоких отметок поймы срывал вниз по реке при уровне воды более 7 м (при благоприятном ветре), т. е. после прохождения основного ледохода. Поэтому после раскалывания речного льда приступали к дроблению озерного. Для этого взрывали 300 зарядов весом около 6 кг в заранее подготовленных лунках. Работу выполняли при наличии закраин, увеличивающих эффективность действия взрывов. Заряды распо-

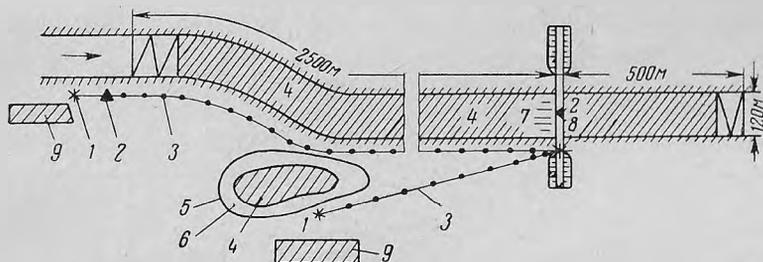


Рис. 65. Ситуационный план местности в районе мостового перехода:

1 — наблюдательный пост; 2 — дежурная команда взрывников; 3 — линия телефонной связи; 4 — ледяной покров, раскалываемый взрывами; 5 — озеро; 6 — закраина; 7 — ледорезы; 8 — мост; 9 — населенный пункт

лагали на расстоянии друг от друга $15 \div 20$ м ($8 \div 10$ м). Расход ВВ составлял $1,5 \div 2$ т.

Для предупреждения о начале движения озерного льда был организован наблюдательный пост (в поселке на берегу озера), имеющий телефонную связь с мостом.

Для раскалывания больших плывающих по реке льдин и предупреждения о их появлении в селе, расположенном в 3 км выше моста, были созданы дежурная команда взрывников и телефонизированный наблюдательный пост.

Пропуск ледохода осуществлялся в течение примерно 3 суток. Все это время круглосуточно дежурила команда взрывников. Расход ВВ на раскалывание льдин и ликвидацию заторов составлял $1 \div 2$ т. При этом применяли заряды разного веса, вплоть до 20 кг.

Места взрывных работ у моста освещались тремя прожекторами, установленными около русловых опор, и лампами накаливания большой мощности. Завоз ВМ с центрального склада для пополнения суточного запаса, хранящегося на месте работ, производили ежедневно.

Общий расход ВВ составлял $8 \div 10$ т, стоимость взрывных работ — около 5 тыс. руб.

Этот пример характерен для тяжелых условий пропуска ледохода у уязвимых мостов, расположенных в средней полосе европейской части Советского Союза.

II. Наплавной мост через реку шириной 120 м, состоящий из 12 металлических барж, грузоподъемностью по 60 ÷ 90 т каждая, расположен в конце излучины радиусом 500 м. Длина моста 130 м, в том числе разводной части 90 м. Ширина проезжей части моста 7 м (рис. 66). Толщина льда около моста достигает 80 см. Она уменьшается от левого берега к правому, у которого составляет 10—20 см, вследствие чего, а также интенсивного движения тяжелого транс-

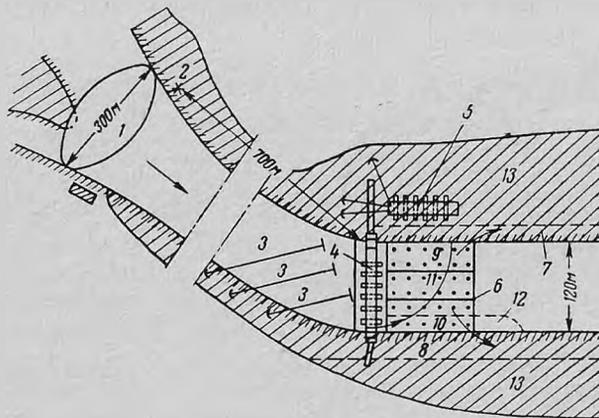


Рис. 66. Схема вывода разводной части наплавного моста в пойму:

1 — большое ледяное поле; 2 — наблюдательный пост; 3 — стальные тросы; 4 — наплавной мост во время эксплуатации; 5 — разводная часть наплавного моста, выведенная в пойму; 6 — проруби (борозды); 7 — левобережная закраина; 8 — правобережная закраина; 9 — карта льда, спускаемая в левобережную закраину; 10 — то же, в правобережную закраину и полынью; 11 — карта льда, взрываемая перед разводом моста; 12 — полынья; 13 — пойма

порта, мост эксплуатируется в течение всего года, за исключением периодов осеннего и весеннего ледоходов и весеннего паводка.

Раньше до применения взрывных работ разводную часть моста перед весенним ледоходом разбирали, а понтоны вытаскивали на берег. При этом понтоны получали повреждения, после чего они часто нуждались в ремонте. После пропуска ледохода и спада воды разводную часть моста собирали. Ежегодная разборка, ремонт и сборка моста требовали больших затрат и, кроме того, надолго прерывали движение по мосту. В настоящее время с применением взрывных работ разводную часть моста на период весеннего ледохода не разбирают, а разводят и заводят в пойму на левую (по течению) сторону реки, где закрепляют тремя стальными тросами за «мертвяки» и якоря. Это производят незадолго до первой подвижки льда — при уровне затопления правого устья (300 см над низким уровнем воды).

Для вывода разводной части моста в пойму ниже него взрывами создавали майну размером 180 × 120 м. Для этого по периметру

будущей майны и в двух местах вдоль ледяного поля пробивали вручную проруби (борозды) с таким расчетом, чтобы образовать 3 карты льда, соединенные с основным покровом ледяными «пробками», длиной 2 м каждая (на этих участках проруби не пробивают), с тем чтобы разводная часть моста не сплывала, а опиралась на ледяной покров. Затем крайние (береговые) карты льда раскалывали взрывами. Полученные льдины сносились из майны в образовавшиеся к этому времени лево- и правобережную закраины.

Расход ВВ для образования майны составил $100 \div 150$ кг, вес зарядов $3 \div 5$ кг. Лушки для опускания зарядов пробивали заранее.

Для увеличения ширины левобережной закраины ее кромки на участке длиной около 300 м взрывали подводными зарядами весом $5 \div 8$ кг, расположенными друг от друга на расстоянии $10 \div 15$ м. Расход ВВ при этом составлял $100 \div 150$ кг.

Непосредственно перед выводом разводной части моста в пойму одновременным взрывом $6 \div 8$ зарядов раскалывали среднюю карту льда, после чего мост заводили на левую сторону реки за эстакаду. Завод моста требует оперативной и слаженной работы всех участников этой работы.

Иногда случается, что вышележащее ледяное поле площадью в несколько гектаров отрывается от основного массива ледяного покрова и начинает давить на мост. Чтобы уменьшить это давление, ледяное поле сдерживают тремя стальными тросами диаметром 32 мм.

При задержке и разводе моста сдерживающие тросы могут лопнуть, поле начнет сплывать и воздействовать на мост.

По мере прибыли воды разводную часть моста заводили в пойму как можно дальше (на $150 \div 200$ м от левой эстакады), чтобы обезопасить ее от подвижек льда в начале ледохода, особенно опасных при низких уровнях воды. Если разводная часть моста заведена недостаточно, для защиты ее от возможных повреждений ледяным полем, его кромку отшибают взрывами подводных и бросаемых с моста зарядов.

В начале ледохода, особенно при низких уровнях воды, возможно раскантивание (развертывание) больших льдин, упирающихся в правый, еще не затопленный, берег напротив стоянки разводной части моста. Такие явления крайне опасны. Для предотвращения возникновения подобной ситуации большие льдины взрывали заранее выше моста.

Большую опасность для моста представляло также ледяное поле (размером в поперечнике около 300 м), сплывающее из вышележащего затона. Это ледяное поле обычно останавливается в 700 м выше моста, где его раскалывают взрывами подводных зарядов весом до 20 кг.

В период ледохода при неблагоприятном ветре (направленном в сторону стоянки моста) для ликвидации угрозы повреждения его разводной части большими льдинами их встречали выше моста на лодке и раскалывали преимущественно взрывами подводных

зарядов. В тех случаях, когда не позволяло время, льдины раскалывали взрывами наружных зарядов, укладываемых на лед и бросаемых с лодки и разводной части моста.

Для защиты разводной части моста от ударов льдин в переднюю часть моста ставили наиболее прочные баржи. От удара больших льдин баржи хорошо предохраняла широкая (1,5 ÷ 2 м) ледяная чаша, амортизирующая удары льдин, в результате чего они приходились на большую площадь поверхности, чем при ударе непосредственно о баржи.

После раскалывания чаши плывущими льдинами переднюю баржу защищали от повреждения льдом деревянными щитами длиной 10 м, высотой 1 м, толщиной 120 мм (из досок толщиной 60 мм в два слоя), опускаемыми по ее борту.

В период ледохода у моста находился катер БМК-90, используемый для отжатия небольших льдин, передвижения команды взрывников и пр.

Расход ВВ для раскалывания больших льдин и ликвидации заторов льда составлял около 200 кг. Общий расход ВВ — 400 ÷ 500 кг.

ВМ хранили на наплавной части моста в наиболее удаленном и безопасном месте.

В течение всего периода ледохода (около 3 суток) на мосту круглосуточно дежурила команда из 10 человек, в составе которой было 2 взрывника. После ледохода и спада воды до уровня устоев разводную часть моста вводили в линию перехода, соединяли с эстакадами, и мост снова начинал функционировать.

Стоимость работ по защите моста от ледохода с применением взрывных работ составляла 2 тыс. руб. (в отличие от старого способа с разборкой и вытаскиванием понтонов на берег — около 6 тыс. руб. (включая ремонт). Кроме большой экономии взрывной способ борьбы с ледоходом позволил значительно сократить перерыв в движении по мосту.

III. Гидроузел. Состоит из гидроэлектростанции мощностью 2000 *квт*, разборной плотины типа Поаре с напором 4 м, однокамерного деревянного шлюза, левобережной земляной сопрягающей дамбы и направляющих земляных незатопляемых дамб, расположенных по обе стороны верхнего подходного канала (рис. 67).

Шлюз имеет весеннее ограждение, расположенное в 5 м выше верхних ворот.

Устои плотины и голов шлюза — ряжевые, на деревянном свайном основании. Их площадки, а также откосы земляных дамб замощены камнем. Основание плотины деревянное шириной 55 м. Длина ее водосливного отверстия 90 м. Ширина ледяного покрова выше плотины достигает 150 м. К началу первых подвижек толщина его составляет 50—100 см в зависимости от характера зимы и пр.

Перед пропуском весеннего паводка и ледохода плотину разбирают и укладывают. Подвижки льда, ледоход и паводок, как правило, проходят при затопленных устоях плотины и сопрягающей дамбе. Однако в отдельные годы ледоход и тем более подвижки льда воз-

можно при более низких уровнях воды. В этом случае ледяные поля представляют большую опасность.

Как показала практика прошлых лет, в период подвижек и льда ледохода могут быть повреждены:

1. Весеннее заграждение шлюза. Причины повреждения: высокие уровни воды в период ледохода, прорыв близлежащего мощного затора.

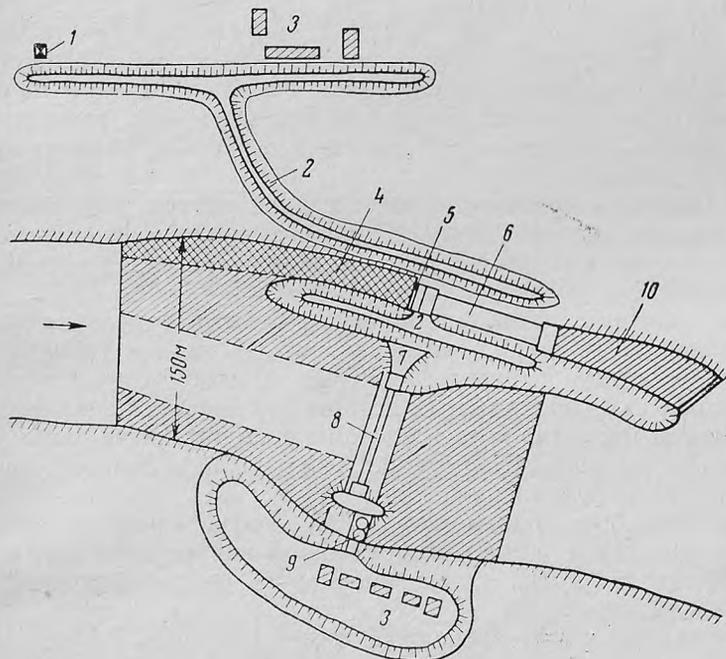


Рис. 67. Ситуационный план местности в районе гидроузла:

1 — кратковременный склад ВМ; 2 — направляющие земляные незатопляемые дамбы; 3 — рабочий поселок; 4 — верхний — подходный канал; 5 — весеннее заграждение; 6 — однокамерный деревянный шлюз; 7 — сопрягающая земляная затопляемая дамба; 8 — уложенная плотина Шоаре; 9 — гидроэлектростанция; 10 — нижний подходный канал.

Ледяной покров, раскалываемый взрывами, заштрихован

2. Ряжевые устои плотины и каменное покрытие сопрягающей дамбы. Причины повреждения: низкие уровни воды в период подвижек льда и ледохода, особенно при толстом ледяном покрове и прорыве близлежащего мощного затора.

3. Опоры электропередач. Причина повреждения: озерный лед, сплывающий по правобережной пойме в период стояния высоких уровней воды.

4. Рабочий поселок на левом берегу. Затопливается при высоких уровнях воды в период ледохода в результате дополнительного подъема уровня, вызванного нижерасположенным мощным затором льда или прорывом вышерасположенного.

Для предотвращения этих повреждений ежегодно проводят следующие взрывные работы¹, к которым приступают при уровне воды на 1 м ниже отметки устоев плотины.

До подвижки ледяного покрова, для того чтобы лед в верхнем и нижнем подходных каналах (к шлюзу) не мешал пропуску ледохода, его раскалывают на площади около 4 тыс. м². Кроме того, в верхнем подходном канале это необходимо для образования смягчающей ледяной подушки (см. § 17), защищающей весеннее загрязнение шлюза от давления ледяного покрова при его подвижках и ледоходе. Здесь, при снижении уровня воды верхнего бьефа (в связи с укладкой плотины), когда ледяной покров опускается на откосы и дно подходного канала, возможно и естественное раскалывание, однако потом образовавшиеся льдины все равно взрывают, превращая их в ледяную «кашу».

Раскалыванию подлежит также ледяной покров, расположенный ниже плотины. Это способствует предотвращению возможного образования заторов, так как расположенный в нижнем бьефе (из-за наличия наледей) лед достигает толщины 1 м.

Выше плотины ледяной покров раскалывают для уменьшения давления ледяных полей (при подвижках на низких уровнях воды) на ряжевые устои плотины и сопрягающую дамбу и предотвращения образования заторов в створе плотины при первых подвижках. Лед раскалывают напротив устоев плотины и сопрягающей дамбы на отдельные полосы, вдоль русла реки. Общая площадь ледяного покрова, подлежащего раскалыванию, около 30 тыс. м².

Кроме того, для защиты опор линий электропередач от повреждения озерным льдом раскалывают ледяной покров двух озер, общей площадью около 25 тыс. м², расположенных на правобережной пойме в 1 км выше гидроузла.

В период ледохода, продолжающегося около 2—3 суток, объектами взрывных работ могут быть заторы льда, которые образуются ежегодно в 2,5 км выше гидроузла и в 1,5 км ниже, и большие льдины в верхнем подходном канале, оказывающие давление на весеннее загрязнение.

Для раскалывания ледяного покрова и отдельных льдин применяют заряды ВВ весом 1—3 кг, для ликвидации заторов льда — весом до 20 кг.

Общая потребность ВВ, определенная многолетней практикой с учетом высоты стояния зимних уровней воды, толщины льда и прогнозов по ледоходу, 300—500 кг.

Расход ВВ во многом зависит от того, была или не была плотина под напором в зимний период, поскольку в первом случае в верхнем бьефе образуется в 1,5 раза больше ледяного материала, что, естественно, затрудняет пропуск ледохода.

¹ Взрывные работы по защите сооружений, у которых возможно образование заторов льда, следует проводить согласно «Правилам технической эксплуатации судоходных гидротехнических сооружений», Транспорт, 1966.

При выполнении взрывных работ особое внимание следует уделять сохранности сооружения от действия взрывов. Во избежание взрывов оторвавшихся зарядов на основании плотины, взрывание подледных зарядов производят не ближе: выше сооружения — 20 м, ниже — 40 м.

Для выполнения взрывных работ привлекают взрывников из войсковой части. ВМ хранят в кратковременном складе, расположенном на левом берегу реки.

В период ледохода устанавливается круглосуточное дежурство. Освещение места проведения взрывных работ — прожекторное. Связь — телефонная. Стоимость взрывных работ 0,5—1 тыс. руб.

Приложение

Утверждаю:

1. II. 196 г.

Технический расчет на производство взрывных работ при пропуске ледохода 196... г. у моста через реку *N*

1. Краткая характеристика моста. Деревянный с фермами Гау-Журавского на деревянных пространственных опорах, расположен на прямолинейном участке реки. Построен в 1943 г. Ширина пролетов: на пойме 6—10 м, в русле 20 м; длина моста по настилу 202 м, высота 9 м. Мост имеет 10 шатровых и 2 плоских предопорных ледореза (рис. 68).

Ширина ледяного покрова 40 м; ожидаемая его толщина 0,55 м. Глубина воды при производстве работ — около 3 м.

В местах производства взрывных работ подводных коммуникаций нет. Расстояние от границы опасной зоны до ближайших жилых домов 200 м. Освещение рабочих мест — прожекторное и лампами накаливания. Хранение ВМ производится в кратковременном складе на месте работ.

2. Характер и объемы ледокольных взрывных работ. Практикой прошлых лет установлено, что для снижения давления ледяного покрова и предотвращения образования заторов необходимо до первой подвижки льда произвести раскалывание его участков шириной 40 м и длиной: выше моста — 1500 м ниже — 200 м, т. е. на площади 68 000 м².

Для защиты моста от повреждения озерным льдом необходимо также произвести раскалывание ледяного покрова в двух близлежащих озерах, общей площадью 7000 м², при толщине льда 0,6 м.

В период ледохода предполагается проведение взрывных работ по раскалыванию больших льдин и ликвидации заторов льда на повороте реки и выше ледорезов.

3. Определение веса зарядов, места их заложения и безопасных расстояний. В качестве ВВ применяют аммонит № 6ЖВ в патронированном виде. Вес подводного заряда определяем по формуле

$$Q = eKW^3$$

при $e = 0,85$;

$K = 0,5 \text{ кг/м}^3$ (для образования майны, забитой льдом);

$W = 1,6 \text{ м}$ (см. табл. 10).

Отсюда $Q = 0,85 \cdot 0,5 \cdot 1,6^3 = 1,8 \text{ кг}$.

Вес заряда принимаем 2 кг, т. е. равным весу целой пачки ВВ.

Практика прошлых лет показала, что заряды необходимо закладывать на расстоянии 10 м (около 6W) друг от друга. При этом расход ВВ на раскалывание 100 м² ледяного покрова составляет 2 кг.

Принимаем четырехрядную схему заложения зарядов с расположением их в рядах друг против друга (рис. 69).

Способ взрывания — огневой с зажиганием огнепроводного шнура до опускания зарядов под лед.

Безопасное для людей расстояние по разлету осколков льда при взрывании ледяного покрова принимаем равным 100 м.

Для ликвидации заторгов льда и раскалывания больших льдин, как и в прошлые годы, применяем заряды различного веса — от 0,5 до 15 кг. Безопасное для людей расстояние (по разлету осколков) — 200 м.

В зоне моста взрывные работы следует производить в часы минимального движения — преимущественно рано утром. Проезд по мосту в период проведения взрывных работ должен быть закрыт шлагбаумами.

Опасную зону необходимо оградить красными флажками и щитами с предупредительными надписями, а на ведущих к ней дорогах и тропях выставить охрану из проструктурированных рабочих.

Безопасные расстояния до опор моста, ледорезов и застекления следует определять по табл. 14.

4. Расчет потребности во взрывчатых и вспомогательных материалах. Для раскалывания 75 000 м² ледяного покрова (включая озерный лед) необходимо

$$\frac{75\,000 \cdot 2}{100} = 1500 \text{ кг аммонита}$$

Отсюда расход капсюлей-детонаторов (при весе заряда 2 кг) $1500 : 2 = 750$ шт. При длине зажигательной трубки 1 м потребность в огнепроводном шнуре составляет 750 м.

Для ликвидации заторгов льда и раскалывания больших льдин, по опыту прошлых лет, необходимо: ВВ 800 кг, капсюлей-детонаторов 500 шт. и огнепроводного шнура 200 м.

Учитывая возможность отказов, испытания ВМ расход ВМ принимаем с запасом 10%. Тогда общая потребность в ВМ на производство взрывных работ по пропуску ледохода составит: аммонита $(1500 + 800) \cdot 1,1 = 2500$ кг; капсюлей-детонаторов $(750 + 500) \cdot 1,1 = 1400$ шт.; огнепроводного шнура $(750 + 200) \cdot 1,1 = 1050$ м.

Расход вспомогательных материалов следующий: шпатага $2500 \cdot 0,015 = 38$ кг; изоляционной ленты $1400 \cdot 0,001 = 1,4$ кг; зажигательного фитиля $1400 \cdot 0,015 = 21$ м; балласта $2500 \cdot 1 = 2500$ кг (см. стр. 21).

5. Затраты труда и сроки выполнения работ. По ориентировочным нормам расхода рабочей силы (табл. 4), для раскалывания 100 м² ледяного покрова необходимо около 0,3 чел.-дней.

Следовательно, для выполнения взрывных работ в предледоходный период необходимо $\frac{75\,000}{100} \cdot 0,3 = 225$ чел.-дней.

Принимаем следующий состав команды: взрывников — 4, рабочих — 12 человек. При таком количестве рабочих на проведение взрывных работ необходимо $225 : 16 = 14$ рабочих дней. Учитывая, что первые подвижки льда возможны 5 апреля, к работам следует приступить не позднее 18 марта. Срок начала работ уточняется по прогнозу метеослужбы.

Во время ледохода на мосту необходимо организовать круглосуточное дежурство. В этот период должны работать две команды взрывников (при общей численности 16 человек).

Для предупреждения о приближении больших льдин, образовавшихся в заторах на повороте реки, находимемся выше моста на расстоянии 1 км, необходимо создать наблюдательный пост, оборудованный временной телефонной связью с мостом. Образовавшиеся здесь заторы, а также большие льдины на плаву ликвидирует команда взрывников, дежурящая на повороте реки.

Взрывные работы следует выполнять в строгом соответствии с Едиными правилами безопасности при взрывных работах и Техническими правилами ведения взрывных работ на дневной поверхности (Союзвзрывпрома).

Расчет составил

25. I. 196 г.

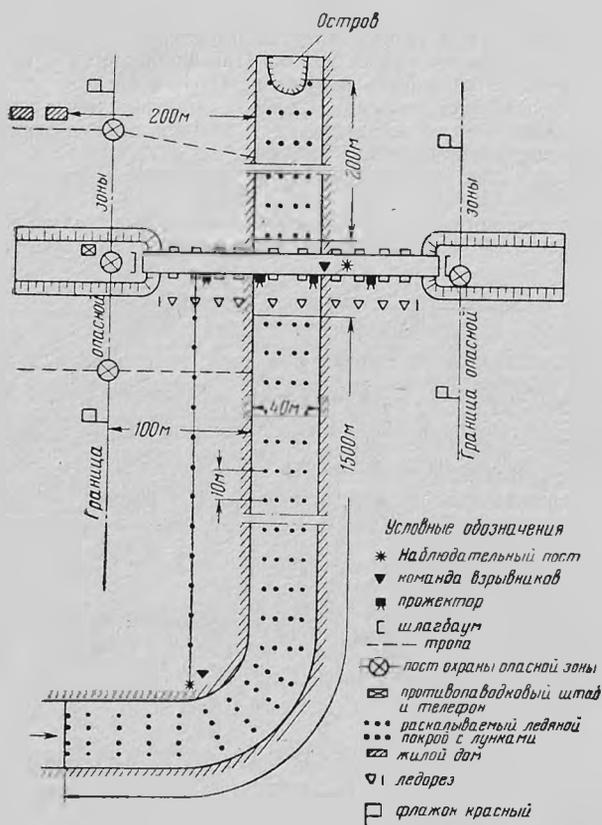


Рис. 68. Ситуационный план местности в районе мостового перехода

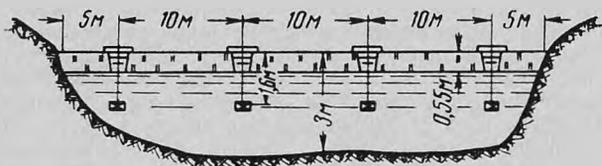


Рис. 69. Схема расположения зарядов

ЛИТЕРАТУРА

Аргутинский В. Н. Взрывные работы в лесной промышленности. Всекоопиздат, 1953.

Ассонов В. А. и др. Буровзрывные работы. Госстройиздат, 1960.

Антипин В. А. и Карабаш Д. Т. Подрывные работы при ледоходе. Трансжелдориздат, 1944.

Ахметов Р. Опыт применения отбойных молотков для устройства лунок во льду. «Военно-инженерный журнал», 1955, № 3.

Борьба с заторами льда. Труды Ленинградского института водного транспорта. Вып. 30. Речиздат, 1962.

Вайхельт Ф. Руководство по промышленным взрывным работам. Госстройиздат, 1960.

Горошников Е. А. Мероприятия по борьбе с заторами льда на реках. «Военно-инженерный журнал», 1959, № 2.

Гаккель Я. Я. Производство взрывных работ с корабля при плавании во льдах. Главсевморпуть, 1945.

Давыдов С. А. Как бороться с ледоходом. «Автомобильные дороги», 1959, № 10.

Докучаев М. М. и др. Справочник по буровзрывным работам на строительстве. Госстройиздат, 1962.

Единые правила безопасности при взрывных работах. Госгортехиздат, 1963.

Заболоцкий Д. и Гаврилин В. Некоторые вопросы устройства мостовых переправ зимой. «Военно-инженерный журнал», 1958, № 2.

Захаров В. Н. и Чижев О. П. О борьбе с ледяными заторами на р. Сыр-Дарье путем взрывных работ. «Метеорология и гидрология», 1956, № 1.

Иголкин Н. И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. Авто-трансиздат, 1963.

Коул Р. Подводные взрывы. Изд-во иностр. лит., 1950.

Коновалов И. М. и др. Мероприятия по предупреждению заторов льда на Малой и Большой Северной Двине. «Речной транспорт», 1962, № 2.

Коновалов И. М. и др. Основы ледотехники речного транспорта. Речиздат, 1952.

Коржавин К. Н. Воздействие льда на инженерные сооружения. Новосибирское книжное изд-во, 1962.

Кубалов Б. Г. Пути развития взрывного дела в СССР. «Взрывное дело», № 43. Промстройиздат, 1948.

Лившиц И. С. Защита от ледохода и высоких вод. Гослесбумиздат, 1961.

Марченко Д. Наш опыт борьбы с ледоходом. «Военно-инженерный журнал», 1951, № 1.

Наставление по производству взрывных работ при пропуске ледохода у инженерных сооружений железных дорог. Трансжелдориздат, 1961.

Песчанский И. С. Ледоведение и ледотехника. Изд-во Морской транспорт, 1963.

ПЭУ Союзвзрывпрома. Временная инструкция по электровзрыванию, 1961.

П а т о ц к и й В. Защита мостов от ледохода. «Военный вестник», 1961, № 3.

Р о з о в И. Из опыта защиты мостов от ледохода. «Военно-инженерный журнал», 1957, № 3.

Союзвзрывпром. Технические правила ведения взрывных работ на дневной поверхности. Промстройиздат, 1956.

Союзвзрывпром. Нормативный справочник по буровзрывным работам на дневной поверхности. Стройиздат, 1964.

Т а в р и з о в В. М. Взрывные работы на водных путях. Речиздат, 1956.

Т а в р и з о в В. М. Защита мостов от ледохода. Стройиздат, 1964.

Т а в р и з о в В. М. Из практики взрывных работ в период ледохода. «Военно-инженерный журнал», 1959, № 2.

Т а в р и з о в В. М. Ускоренный способ взрывания льда. «Транспортное строительство», 1965, № 2.

Т а в р и з о в В. М. Защита земляной дамбы от разрушения льдом. «Гидротехническое строительство», 1965, № 4.

Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог. Авто-трансыздат, 1963.

Ш у л я к о в с к и й Л. Г. О заторах льда и заторных уровнях воды при вскрытии рек. «Метеорология и гидрология», 1951, № 7.

Э с т е р о в Я. Х. и др. Буровзрывные работы на транспортном строительстве. Изд-во «Транспорт», 1966.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Г л а в а I. Общие сведения о ледяном покрове и ледоходе	5
§ 1. Образование и свойства ледяного покрова	5
§ 2. Вскрытие рек в весенний ледоход	7
Г л а в а II. Организация ледокольных работ	15
§ 3. Рекогносцировочные работы	15
§ 4. Определение расхода взрывчатых материалов и затрат труда	19
§ 5. Организация команд взрывников и связи	25
§ 6. Получение, завоз и хранение ВМ	28
Г л а в а III. Производство подготовительных работ	32
§ 7. Ледобуры	32
§ 8. Подготовка лунок и колодцев	37
§ 9. Изготовление зарядов	43
Г л а в а IV. Общие сведения о ледокольных взрывных работах	53
§ 10. Действие взрыва на лед	53
§ 11. Определение веса зарядов и расстояния между ними	57
§ 12. Правила выполнения взрывных работ	60
Г л а в а V. Производство ледокольных работ до начала ледохода	71
§ 13. Оковка льда вокруг защищаемых объектов	71
§ 14. Раскалывание ледяного покрова	74
§ 15. Образование майн	79
§ 16. Вскрытие дворов	83
§ 17. Дробление льдин, примерзших к берегу. Создание ледяной подушки	85
§ 18. Ликвидация закоров внутриводного льда	87
§ 19. Выколка древесины, вмерзшей в лед	89
§ 20. Взрывание льда в условиях полярного плавания	91
Г л а в а VI. Производство ледокольных работ в период ледохода	96
§ 21. Раскалывание плавучих льдин	96
§ 22. Ликвидация затворов льда за пределами защищаемого объекта	101
§ 23. Ликвидация затворов, сдерживаемых защищаемым объектом	110
§ 24. Откалывание чаш и выволакивание льда из под плавучих средств	112
§ 25. Взрывание плавучих средств, плотов, низководных мостов и деревянных строчий	114
§ 26. Ликвидация затворов (задомов) леса	115
	143

Г л а в а VII. Обеспечение безопасности работ и сохранности сооружений при взрывах	117
Г л а в а VIII. Примеры организации работ по защите сооружений от ледохода	130
Приложение	138
Литература	141

Тавризов Владимир Михайлович
ЛЕДОКОЛЬНЫЕ ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

Ведущий редактор *С. Р. Ашитков*
Технический редактор *Э. А. Болдырева*, Корректор *Т. Я. Хомутова*

Т-08311. Сдано в набор 14/XII 1966 г. Подписано к печати 29/V 1967 г.
Формат бумаги 60×90 ¹/₁₆. Печ. л. 9. Бумага № 2. Уч.-изд. л. 9,40.
Тираж 7300 экз. Цена 62 коп. Заказ № 362/1781—9. Индекс 1—3—1.

Издательство «Недра». Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Ленинградская типография № 14 «Красный Печатник» Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР. Московский проспект, 91.