ВОЕННО-МОРСКОЙ ФЛОТ

РУКОВОДСТВО
ПО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГРУПП ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ВМФ

РПД ГПТР-2009

Часть II

ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ВМФ

Практическое пособие

gost.e-ecolog.ru

ВОЕННО-МОРСКОЙ ФЛОТ

РУКОВОДСТВО
по деятельности групп
подводно-технических работ ВМФ

РПД ГПТР-2009

Часть II

Подводно-технические работы ВМФ

Практическое пособие

Москва
2009

Рубрикатор НТИ ВМФ:
78.25.25.37.33.23
УДК: 626. 027. (047)
№ Госрегистрации 1602743

Настоящее пособие предназначено для специалистов подразделений УПАСР ВМФ в качестве справочно-технологического документа при планировании и выполнении подводно-технических работ. В нем содержатся справочные материалы по техническим средствам и оборудованию, применяемым при подводно-технических работах.

Авторский коллектив: к.т.н. Краморенко А.В., Авдеев С.В., Банников С.П., Бурькова Е.С., Буцкалев А.Н., к.т.н. Ерохин А.Г., Курилец С.С., Молчанов В.А., Чумаров Р.И.

Под наблюдением Шестеркина А.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. Организация и планирование подводно-технических работ ... 6
1.1. Общие положения ... 6
1.2. Организация и планирование ПТР ... 7
1.3. Отчетность по ПТР ... 11
Глава 2. Технология выполнения подводно-технических работ ... 13
2.1. Подготовка к проведению подводно-технических работ ... 13
2.1.1. Инженерная подготовка ПТР ... 13
2.1.2. Водолазное обследование объектов ПТР ... 22
2.1.3. Обследование объектов ПТР с использованием подводных аппаратов ... 35
2.1.4. Особенности выполнения ПТР в зимних условиях и на течении ... 39
2.2. Расчистка акваторий и фарватеров ... 43
2.2.1. Назначение и основные методы расчистки акваторий и фарватеров ... 43
2.2.2. Разделка подводных объектов с использованием средств сварки и резки ... 44
2.2.3. Разделка подводных объектов взрывами ... 52
2.2.4. Разделка подводных объектов с помощью механических усилий ... 75
2.2.5. Разборка завалов разрушенных гидротехнических сооружений ... 81
2.3. Прокладка и ремонт подводных трубопроводов и кабелей ... 86
2.3.1. Выбор способа прокладки и заглубления трубопроводов ... 86
2.3.2. Укладка подводных трубопроводов способом протаскивания ... 88
2.3.3. Укладка трубопроводов с регулированием плавучести и использованием плавтехсредств ... 110
2.3.4. Прокладка трубопроводов в зимних условиях ... 116
2.3.5. Ремонт подводных трубопроводов ... 127
2.3.6. Укладка и ремонт подводных кабелей ... 136
2.4. Подводно-технические работы при строительстве и ремонте гидротехнических сооружений ... 142
2.4.1. Устройство подводного основания под сооружение ... 142
2.4.2. Подводное бетонирование ... 146
2.4.3. Установка и ремонт плавучих причалов ... 159
2.4.4. Очистка и окраска подводных элементов сооружений ... 167

Приложения ... 170
1. Расчет облегченной горизонтальной опоры ... 171
2. Расчет гравитационной опоры незаглубленного типа ... 176

3. Расчет гравитационной опоры полузаглубленного типа 179
4. Акт обследования объекта подводно-технических работ 182
5. Характеристики источников сварочного тока 185
6. Основные технические характеристики электродов для ручной подводной сварки и электрокислородной резки 188
7. Режимы электрокислородной резки под водой 189
8. Формулы расчета электровзрывных сетей 190
9. Основные характеристики взрывчатых веществ и имущества, используемых при подводных взрывных работах 195
10. Описание специализированного оборудования для резки крупногабаритных объектов механическим способом в направлении сверху вниз 198
11. Состав, назначение и основные технические характеристики гидравлического инструмента «Станлей» 202
12. Основные технические характеристики систем гидроабразивной резки 209
13. Комплекты оборудования для спуска трубопроводов с рельсового пути ОСД-2 и ОСД-3 213
14. Методика расчета усилий протаскивания трубопровода по грунту в момент стрягивания 215
15. Методика определения количества поддерживающих средств, их грузоподъемности и мест расстановки при погружении трубопроводов с использованием плавкранов 216
16. Типовой перечень материально-технических ресурсов, плавсредств и оборудования для производства работ по подводному бетонированию 220
17. Акт на постановку (приемку) плавучего причала в эксплуатацию ... 221
18. Карточка учета плавучего причала 223
19. Технические характеристики инструментов для механической очистки поверхностей под водой 224
20. Состав лакокрасочных покрытий, изготавливаемых на основе битума БН-III и применяемых для подводной окраски 228
21. Состав покрытий, изготовленных на основе эпоксидных смол и применяемых для подводной окраски 229
22. Характеристики и состав этиленовых красок, изготавливаемых на основе этиленового лака и применяемых для подводной окраски . 230
23. Технические характеристики установки для центробежной окраски поверхностей под водой 231

ФГУ «40 ГНИИ МО РФ»

Утверждаю
Зам. начальника ФГУ «40 ГНИИ МО РФ»
кандидат технических наук
старший научный сотрудник
капитан 1 ранга

В. Илюхин
“____”_____ 2008 г.

РУКОВОДСТВО
по деятельности групп
подводно-технических работ ВМФ

часть II

Подводно-технические работы ВМФ

Практическое пособие

Начальник отдела ФГУ «40 ГНИИ МО РФ»
кандидат технических наук
старший научный сотрудник
капитан 2 ранга

А. Краморенко

г. Ломоносов, 2009

Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

1.1. Общие положения

1.1.1. Настоящее Руководство (РПД ГПТР-ВМФ-2005, часть II) определяет общие требования к организации, планированию, техническим средствам и способам производства подводно-технических работ (ПТР), выполняемых подразделениями УПАСР флота.

К основным видам ПТР, к выполнению которых могут привлекаться подразделения УПАСР флота, относятся:

– строительство и ремонт гидротехнических и специальных подводных сооружений ВМФ;

– расчистка дна акваторий гаваней и фарватеров от подводных препятствий;

– прокладка и ремонт подводных трубопроводов и кабелей, которые выполняются с использованием водолазного труда или подводными аппаратами.

Выполнение ПТР, как правило, производится в плановом порядке.

1.1.2. ПТР проводятся в целях обеспечения деятельности сил флота (флотилии, ВМР, ВМБ) при нахождении их в базе (пункте дислокации) в интересах поддержания благоприятного оперативного режима.

1.1.3. Выполнение подразделениями УПАСР флота работ по заявкам командиров соединений кораблей, частей и бюджетных организаций Минобороны России производится бесплатно. Оформление и подача заявок на ПТР должны выполняться в соответствии с требованиями действующего «Наставления по поисково-спасательному обеспечению Военно-Морского Флота» (раздел «Организация использования морских поисково-спасательных судов и спасательных катеров ВМФ»).

1.1.4. ПТР в интересах коммерческих предприятий Минобороны России, других министерств и ведомств, предприятий и организаций различных форм собственности (сторонних организаций) выполняются по договорам. Рекомендации по оформлению таких договоров на выполнение работ приведены в действующем «Наставлении по поисково-спасательному обеспечению Военно-Морского Флота» (раздел «Организация использования морских поисково-спасательных судов и спасательных катеров ВМФ»).

1.1.5. Порядок и способы выполнения ПТР определяются техническим проектом, технической и технологической документацией, предоставляемой Заказчиком работ.

Разработка проекта производится специализированными проектными организациями, имеющими соответствующую лицензию.

1.1.6. В техническом проекте должны быть приведены необходимые расчеты и обоснования, технические указания по технологии выполнения работ и по технике безопасности, мероприятия по охране природной среды, гидрометеорологическая характеристика района работ, календарный план-график работ, перечень необходимых технических средств и имущества.

Технический проект должен быть согласован с УПАСР флота (СПАСР флотилии или ВМБ), а также с соответствующими территориальными учреждениями, которые контролируют производственную деятельность, например, Госгортехнадзор, органы рыбоохраны и охраны окружающей среды и т.д.

1.1.7. По решению Заказчика при выполнении работ, состоящих из типовых технологических операций, вместо технического проекта специалистами УПАСР флота может быть разработан сокращенный комплект технологической документации, включающий описание технологии работ, меры безопасности, перечень необходимых технических средств и имущества, календарные сроки начала и окончания работ и др.

1.2. Организация и планирование ПТР

1.2.1. Организация проведения ПТР включает их планирование, подготовку, выполнение и обеспечение.

Предусматривается годовое и текущее планирование ПТР.

1.2.2. Годовое планирование ПТР (на предстоящий год) организует начальник УПАСР флота (СПАСР флотилии, ВМБ).

1.2.3. В годовой план включают ПТР по заявкам командиров соединений кораблей, частей, бюджетных и хозрасчетных организаций Минобороны России, а также других министерств и ведомств, предприятий и организаций различных форм собственности.

Годовой план ПТР флота (флотилии) представляется для утверждения в УПАСР ВМФ вместе с ежегодным отчетом о деятельности сил ПСО.

1.2.4. В годовом плане ПТР указывают:

– вид и примерный объем ПТР;

– Заказчика ПТР или стороннюю организацию, в интересах которой выполняются работы;

– ориентировочную стоимость работ, сроки выполнения;

– привлекаемые плавучие и технические средства УПАСР и Заказчика.

Типовая форма годового плана ПТР (на примере ЛенВМБ) приведена в табл. 1.2.1.

В целях сокращения количества разрабатываемых документов допускается включение ПТР в годовой план судоподъемных работ флота (флотилии, ВМБ) отдельным разделом.

1.2.5. Текущее планирование производится после утверждения начальником УПАСР ВМФ годового плана ПТР на флотах (флотилиях, ВМБ). Его организует главный инженер УПАСР флота (заместитель начальника СПАСР флотилии, ВМБ). Текущее планирование ПТР производится с целью обеспечить:

– целесообразную последовательность подготовки и выполнения работ;

– согласование сроков разработки технического проекта (комплекта технологической документации), изготовления необходимой оснастки, устройств и приспособлений;

– подготовку плавучих и технических средств, получение расходных материалов;

– выполнение ПТР в кратчайшие сроки при наиболее эффективном использовании имеющихся сил и средств;

– выполнение требований действующих Правил охраны природной среды;

– эффективное взаимодействие привлекаемых сил и технических средств (при выполнении сложных ПТР – различных служб и ведомств).

1.2.6. В период текущего планирования объем и характер выполняемых ПТР уточняются по результатам водолазного обследования. При выполнении договорных работ стоимость проведения водолазного обследования определяется отдельным договором или входит в общий договор по ПТР отдельным платежным этапом.

1.2.7. Текущее планирование ПТР, выполняемых по заказу хозрасчетных организаций Минобороны России, а также других министерств и ведомств, предприятий и организаций различных форм собственности, производится после заключения договоров. В текущем плане указывается номер договора и дата его подписания, уточняются данные по срокам выполнения, объему ПТР и их стоимости.

1.2.8. В зависимости от продолжительности проведения ПТР разрабатываются месячные, недельные и суточные планы, которые составляются на основании календарного плана-графика работ и служат для уточнения задач на соответствующий период времени.

Основным рабочим планом является суточный план работ, который составляется в произвольной форме за сутки и утверждается руководителем работ. В плане должны быть отражены планируемые мероприятия, ответственные лица за их выполнение, время выполнения, используемый наряд сил и привлекаемые технические средства, меры безопасности.

1.2.9. Подготовка ПТР включает в себя формирование группы ПТР, уточнение (корректировку) технического проекта, подачу заявок, получение необходимого имущества и материалов, подготовку судов, плавучих и технических средств для решения поставленной задачи.

Состав группы, формируемой для выполнения конкретной ПТР, определяется приказом командира соединения (бригады, дивизиона), в котором указывается вид работ, назначается руководитель работ, выделяемый наряд сил с указанием плавучих и технических средств, сроки и допустимую продолжительность проведения работ, а также порядок донесений о ходе выполнения работ.

1.2.10. В ходе выполнения ПТР на объекте руководитель работ или его заместитель должны вести журнал подводно-технических работ. Журнал заполняется ежедневно после подведения итогов выполненных работ и планирования на следующие сутки. В журнале отмечается начало и окончание технологических этапов, ход выполнения работ, замечания по работе технических средств и технологии работ, срывы плановых сроков, неполадки и аварии, их причины и меры, направленные на устранение, прекращение работ по различным причинам (шторм, авария и т.д.), работы, планируемые на следующие сутки.

1.2.11. При проведении водолазных работ кроме журнала ПТР ведется журнал водолазных работ в соответствии с требованиями действующих «Правил водолазной службы Военно-Морского Флота».

1.2.12. При выполнении ПТР ежедневно проводятся подведение итогов и текущее планирование, в ходе которых:

– определяются результаты работы за истекшие сутки, оценивается полнота выполнения суточного плана;

– определяется объем работ, и ставятся задачи руководителям рабочих смен, командирам кораблей и капитанам судов обеспечения на следующие сутки;

– планируется расстановка и перестановка плавучих и технических средств;

– уточняется количество необходимого личного состава, потребного имущества и расходных материалов.

1.2.13. Обеспечение ПТР необходимыми техническими средствами и имуществом осуществляется в соответствии с техническим проектом. Имущество и расходные материалы при проведении ПТР по заявкам командиров соединений, частей и бюджетных организаций Минобороны России обеспечиваются довольствующими органами ВМФ.

Имущество и расходные материалы при проведении ПТР по договорам закупаются Заказчиком работ. Вопрос снабжения топливом и ГСМ в договоре оговаривается отдельно.

Таблица 1.2.1

Образец

Утверждаю
Начальник УПАСР БФ

_____
(воинское звание, подпись, фамилия и инициалы)

«___» _____ 20___ г.

Годовой план ПТР на 20___ г.

Наименование и местоположение объекта ПТР	Заказчик, наличие технического проекта ПТР	Сроки выполнения ПТР		Краткая характеристика планируемых работ	Необходимые плавучие и технические средства	Ориентировочная стоимость
		начало	окончание			
1. Оголовок для нефтепровода, бухта Батарейная, глубина 10,0 м	ОАО «Газпром». Работы выполняются по Техническому проекту	май 20___ г.	июнь 20___ г.	Установка оголовка на грунте, подсоединение трубопроводов, подводное бетонирование	РВК – 1 ед.; ПК-75008 – 1 ед.; МБ – 1 ед.; плашкоут – 1 ед.	600 тыс. руб.
2. Северный участок дамбы, глубины 0–6,0 м	ГП «Ленгидроэнергоспецстрой». Работы выполняются по техническому заданию	июнь 20___ г.	июль 20___ г.	Водолазное обследование дна прилегающей акватории, общая площадь 40 000 м^0	РВК – 1 ед.; ПРСВ-ВМ – 1 ед.	800 тыс. руб.
3. Секция плавучего причала ПМ-61М, г. Кронштадт, глубина 6,0 м	ОМИС Лен.ВМБ. Технический проект отсутствует	апрель 20___ г.	апрель 20___ г.	Остропка и подъем оконечности секции, заделка пробоины, откачка воды, постановка на плав	ПК-75008 – 1 ед.; РВК – 1 ед.; МБ – 1 ед.	190 тыс. руб.

Начальник СПАСР Лен.ВМБ

_____
(воинское звание, подпись, фамилия и инициалы)

«___» _____ 20___ г.

1.3. Отчетность по ПТР

1.3.1. После выполнения ПТР в произвольной форме оформляется двухсторонний акт об окончании работ между Заказчиком и Исполнителем. Акт должен отражать:

– пункт или координаты места выполнения работ;

– время начала и окончания работ;

– краткий перечень выполненных работ;

– использованные плавучие и технические средства с указанием их количества и продолжительности использования;

– участие специалистов (инженеров, водолазов, мотористов, такелажников и др.) с указанием их количества и продолжительности работы;

– израсходованные материалы и имущество;

– израсходованные горючее и смазочные материалы для плавучих и переносных технических средств;

– общие выводы по объему (полноте) и качеству выполненных работ, их соответствие техническому проекту и договору.

1.3.2. Акт об окончании работ служит основным документом для определения фактической стоимости выполненных работ. В стоимость включаются:

– стоимость работы личного состава, а также привлекаемых специалистов УПАСР флота, УПАСР ВМФ и 40 ГосНИИ МО РФ. Рассчитывается по трудозатратам и в соответствии с плановой стоимостью часа привлекаемых к работам военнослужащих и гражданского персонала, величину которого целесообразно запросить у привлекаемых организаций. Плановая стоимость часа военнослужащих и лиц гражданского персонала рассчитывается, исходя из затрат на их содержание, баланса рабочего времени одного работающего и полезного фонда рабочего времени. Кроме фонда оплаты труда в стоимость работы входят и другие расходы в соответствии с действующими законами РФ;

– эксплуатационная стоимость (суточная или почасовая) плавучих и технических средств за период с момента выхода на выполнения ПТР до возвращения в базу или начала выполнения следующего задания;

– эксплуатационная стоимость (суточная) плавучих и технических средств, дополнительно приданных из состава (запасов) подразделений УПАСР флота;

– издержки по найму или аренде у третьих лиц специалистов или плавучих и технических средств;

– расходы по устранению повреждений плавучих и технических средств (в том числе приданных), полученных в период проведения ПТР не по вине обслуживающего персонала из числа личного состава подразделений УПАСР флота;

– стоимость материалов и имущества, израсходованных в ходе ведения ПТР, включая горючее и смазочные материалы, не входящие в эксплуатационную стоимость привлекаемых плавучих и технических средств;

– расходы на оплату портовых, лоцманских и других сборов, связанных с выполнением ПТР;

– расходы на оплату услуг третьих лиц, если эти расходы вызваны особыми требованиями к выполнению ПТР (технологические, радиационной безопасности, экологические и т.п.);

– расходы, связанные с выплатой заработной платы за сверхурочные работы и особые условия труда, премиальных, а также командировочных денежных средств;

– прочие расходы и убытки, возникшие в результате выполнения ПТР.

1.3.3. Для обобщения и накопления опыта выполнения сложных ПТР в месячный срок после их окончания специалистами УПАСР флота составляется технический отчет, который высылается в УПАСР ВМФ и 40 ГосНИИ МО РФ.

Отчет, как правило, должен состоять из следующих разделов:

– введение, в котором указывается в соответствии с какими приказами, распоряжениями или другими документами выполнялись ПТР. Приводятся номера и содержания договоров с Заказчиком ПТР;

– общие данные об объекте ПТР, данные первоначального водолазного обследования (если оно проводилось), основные положения проекта ПТР и изменения, внесенные в проект в ходе работ, гидрометеорологические условия района работ;

– описательная технологическая часть, содержащая подробное описание хода выполнения работ по этапам, работы отдельных плавучих и технических средств с оценкой их пригодности для выполнения данного вида работ, приводятся сведения о произошедших авариях, поломках и их причинах;

– выводы о проведенной работе, содержащие общую оценку всей работы, начиная с обследования, проектирования и кончая завершением работы.

Глава 2. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

2.1. Подготовка к проведению подводно-технических работ

2.1.1. Инженерная подготовка ПТР

2.1.1.1. Инженерная подготовка предназначена для оборудования места производства ПТР и включает в себя установку временных водомерных постов, створных и запрещающих знаков, реперов, временных зданий и сооружений.

2.1.1.2. Временный водомерный пост оборудуют с целью измерения характеристик гидрологического режима (уровня и температуры воды, скорости течения, толщины льда) в тех случаях, когда во время выполнения подводно-технических работ не представляется возможным использовать данные постоянных водомерных постов из-за их отдаленности.

2.1.1.3. Временный водомерный пост устраивают вблизи места производства ПТР вне зоны работ. При наличии поблизости гидротехнических сооружений и мостов пост может быть оборудован с использованием их элементов (свай, вертикальных стенок, ряжей, устоев), что сокращает затраты на устройство поста.

2.1.1.4. В общем случае водомерный пост состоит из нескольких деревянных свай диаметром 0,20–0,25 м и длиной 3–5 м (рис. 2.1.1). Длина свай зависит от берегового рельефа и качества (группы) грунтов. В створе водомерного поста оборудуют постоянные и временные реперы, привязанные в высотном отношении к реперам государственной нивелирной сети.

Верх береговой сваи должен быть выше предполагаемого максимального уровня воды на 0,25–0,5 м, а верх нижней сваи – настолько же ниже минимального уровня. Превышение промежуточных свай друг над другом для удобства наблюдений должно быть 0,2–0,6 м.

2.1.1.5. Расположение временного водомерного поста должно удовлетворять следующим требованиям:

– обеспечение возможности наблюдения за водой в течение всего периода выполнения ПТР с учетом условий соответствующего времени года;

– защищенность от волнения, от размыва паводковыми водами, от оползней участка берега.

2.1.1.6. Створные знаки устанавливают при выполнении ПТР с целью точного переноса и закрепления на местности проектных осей сооружаемых подводно-технических объектов, а также выполнения детальных разбивок участков местности и соблюдения их размеров.

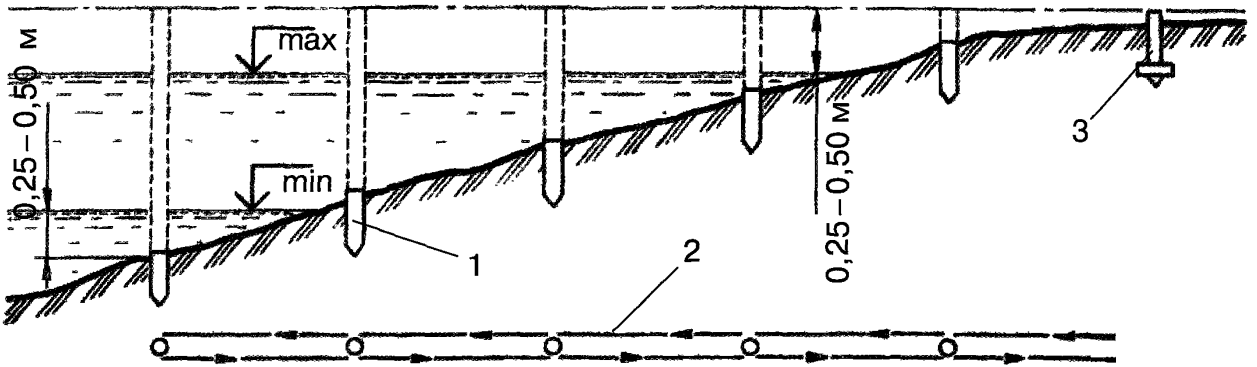


Рис. 2.1.1. Схема оборудования временного водомерного поста:
1 – сваи; 2 – нивелировочный ход; 3 – репер

2.1.1.7. Места расположения створных знаков должны быть четко видны с акватории и противоположных берегов и не должны мешать работам. Расстояния между створными знаками зависят от величины предельно допустимого сноса промерной лодки или катера со створа.

Контрольные показатели по установке створных знаков представлены в табл. 2.1.1. Если створные знаки устанавливают на одном берегу, то приведенные в таблице расстояния удваивают.

Таблица 2.1.1

Рекомендуемые расстояния между створными знаками, м

Ширина реки, м	Предельно допустимый снос лодки или катера, м			
	0,5	1,0	1,5	2,0
До 100	12,5	Не менее 6	Не менее 5	Не менее 5
101 – 200	12 – 25	7 – 15	5 – 10	5 – 10
201 – 500	25 – 60	15 – 35	10 – 25	10 – 20
501 – 1000	60 – 120	35 – 70	25 – 50	20 – 40

2.1.1.8. Размеры и форма створного знака зависят от ширины реки или водной акватории (залив, озеро, водохранилище). При ширине до 300 м створными знаками могут служить шесты с флагами, а при большей ширине – щиты из легких досок, закрепляемых на столбах с подкосами высотой до 5 м. Створные знаки окрашивают в яркие, хорошо видимые цвета.

2.1.1.9. Столб (стойку) створного знака заглубляют в грунт в зависимости от высоты знака. При длине надводной части стойки до 5 м заглубление должно составлять 1,5 м. Диаметры стойки и подкосов принимают равными соответственно 0,2 и 0,12 м.

2.1.1.10. Реперы в районе подводного сооружения, привязанные к государственной нивелирной сети, устанавливают для обозначения и соблюдения его проектных высот или высот отдельных элементов.

Репером называется знак, закрепляющий точку земной поверхности, высота которой относительно исходной уровненной поверхности определена путем нивелирования. Реперы подразделяются на фундаментальные и рядовые. Фундаментальные и грунтовые реперы, размещенные на территории страны, образуют государственную нивелирную сеть.

2.1.1.11. В случае отсутствия постоянных сооружений, пригодных для устройства реперов, на время строительства гидротехнического сооружения устанавливают постоянные и временные (рабочие) реперы, привязанные к государственной нивелирной сети.

2.1.1.12. Реперы устанавливают за пределами зон строительных работ, подъездных путей и участков интенсивного обрушения и подмыва бере-

говой линии. Желательно устанавливать реперы на фундаментах опор линий электропередач и других капитальных сооружений.

2.1.1.13. На участке подводного перехода устанавливают постоянные реперы (не менее двух на каждом берегу реки). Постоянный репер устанавливают в виде металлической трубы на бетонном основании.

2.1.1.14. Временные (рабочие) реперы изготавливают из бревен диаметром 0,18–0,20 и длиной 1,0 м или металлических трубок диаметром 0,04–0,05 м. Временным репером может служить достаточно крепкий корень дерева, стоящее рядом устойчивое сооружение и др.

2.1.1.15. Запрещающие знаки устанавливают с целью доведения до окружающих информации о запрете тех или иных действий, препятствующих выполнению ПТР или функционированию объектов ПТР. Наиболее распространенными являются знаки с надписями: «Якоря не бросать – подводный переход!», которые служат для обозначения на дне акватории зоны, где судам запрещено отдавать якоря, опускать цепи, волокуши, лоты.

2.1.1.16. Согласно Правилам плавания по внутренним судоходным путям запрещающий знак «Якоря не бросать!» устанавливают на обоих берегах судоходных рек на расстоянии 100 м выше и ниже по течению от створа подводного перехода на местах, хорошо видимых с проходящих судов. На каналах допускается установка одного запрещающего знака по оси перехода.

2.1.1.17. Створные знаки и реперы устанавливают перед началом строительства подводного сооружения. Запрещающие знаки устанавливает владелец сооружения по согласованию с органами, регулирующими судоходство.

2.1.1.18. Строительные площадки при производстве ПТР оборудуют с целью создания наиболее благоприятных условий для работы, размещения технических средств, складирования расходных материалов и обеспечения соответствующих мер безопасности.

2.1.1.19. Строительная площадка должна удовлетворять следующим требованиям:

– иметь ровный рельеф;

– находиться вне зоны подтопления при сезонных колебаниях уровня акватории;

– обеспечивать по своим размерам достаточно места для размещения необходимых подсобных и временных сооружений.

2.1.1.20. На территории строительной площадки для нужд строительства прокладывают временные дороги с максимальным использованием для этого местных материалов. Для перегрузочных операций и перевозки людей через водные преграды сооружают временные причалы или паромные переправы.

2.1.1.21. Электроснабжение ПТР осуществляют от имеющихся источников энергии. Если этих источников нет или подключение к ним нецелесообразно, применяют передвижные электростанции.

2.1.1.22. К временным сооружениям, размещаемым на строительной площадке, относятся материальные склады, укрытия для техники, склады горючего и изоляционных материалов, механическая мастерская, бытовые помещения. В качестве временных сооружений целесообразно использовать палатки, фургоны, навесы, передвижные вагончики, брандвахты. Затраты на устройство временных зданий и сооружений должны быть минимальными. Этого достигают путем использования зданий, подлежащих сносу, существующих путей сообщения, инженерных сетей и энергосиловых линий.

2.1.1.23. Между сооружениями на строительной площадке должны быть оставлены проезды, удовлетворяющие требованиям пожарной безопасности и обеспечивающие свободный проезд транспорта к любому сооружению на площадке.

2.1.1.24. Площадки для складирования горючих материалов и склады для хранения легковоспламеняющихся материалов и жидкостей должны располагаться с противопожарными разрывами между ними в соответствии с действующими нормами (ГОСТ 12.1.004–85) и требованиями Правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ.

2.1.1.25. Строительные площадки для производства ПТР, расположенные в черте населенного пункта, должны иметь защитные ограждения.

2.1.1.26. Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с Инструкцией по проектированию электрического освещения строительных площадок. Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приборов на работающих людей. Проходы, имеющие уклон более 20 градусов, должны быть оборудованы трапами или лестницами с ограждениями.

2.1.1.27. Временные склады материалов, взрывчатых веществ и другие временные сооружения располагают на свободных площадках так, чтобы можно было пользоваться этими зданиями в течение всего периода строительства без их разборки и передвижки.

2.1.1.28. При расположении временных зданий и сооружений относительно строящихся объектов, сторон света и господствующих ветров следует учитывать наиболее благоприятные условия для естественного освещения и проветривания помещений. Сооружения, по возможности, нужно располагать компактно, на ограниченной территории, в целях сокращения протяженности внутрипостроечных коммуникаций, облегчения управления строительством и его удешевления. Кроме того, должно

быть исключено неблагоприятное в санитарном отношении воздействие одного объекта вспомогательного назначения на другой.

2.1.1.29. Потребную площадь временных объектов складского назначения (складов, навесов, кладовых) определяют на основании сводного графика потребности в строительных конструкциях, деталях, материалах и оборудовании с учетом установленных нормативов и коэффициентов. Тип временных зданий и сооружений подбирают с учетом продолжительности основных этапов и всего строительства, количества и размещения на площадке строящихся объектов, требуемой мощности или площади временных объектов, а также сроков эксплуатации их на одном месте.

2.1.1.30. Анкерные опоры и якоря предназначены для раскрепления технических средств и тросовой оснастки при выполнении ПТР.

По конструктивному исполнению различают горизонтальные, свайные, винтовые и гравитационные опоры, а также опоры во льду.

2.1.1.31. Горизонтальные опоры представляют собой заглубленные, расположенные горизонтально несущие элементы из бревен, обрезков стальных труб или бетонных плит прямоугольного сечения с выводом на поверхность каната или тяжа, изготовленного из профильной стали. Горизонтальные опоры бывают двух видов: облегченные и усиленные.

2.1.1.32. Облегченные горизонтальные опоры (для нагрузок до 20 тс) укладывают непосредственно в котлован. При расчете облегченной опоры определяют ее устойчивость от вырывания при действии вертикальных сил, давление на грунт от горизонтальных сил, сечение элементов. Расчет облегченной горизонтальной опоры представлен в приложении 1.

2.1.1.33. Усиленные горизонтальные опоры (для нагрузок более 20 тс) укладывают в котлован, вертикальная стенка которого укреплена щитами из бревен. Порядок расчета усиленной опоры аналогичен расчету облегченной опоры.

2.1.1.34. Свайная опора представляет собой одну или несколько деревянных или металлических свай, вбитых в грунт и связанных между собой канатом. В качестве материала для свай используют трубы, швеллеры или балки двутаврового сечения.

2.1.1.35. Схему конструкции бревенчатой свайной опоры (рис. 2.1.2) выбирают в зависимости от действующего усилия. Основные конструктивные размеры ее элементов определяют по табл. 2.1.2. Металлические якоря выбирают по данным табл. 2.1.3.

2.1.1.36. Винтовые опоры применяют на песчаных и глинистых грунтах.

Анкерная опора винтового типа представляет собой винтовую лопасть, закрепленную на стволе (рис. 2.1.3). В желоб ствола уложен бридель, соединяющий корпус анкера с муфтой. На ствол анкера надет ворот.

Таблица 2.1.2

Размеры свайных опор (якорей), мм

Нагрузка, кН	c1	d1	c2	d2	c3	d3
9,8	400	180	–	–	–	–
14,7	400	200	–	–	–	–
19,6	400	260	–	–	–	–
29,4	400	200	900	220	–	–
39,2	400	220	900	250	–	–
49,0	400	240	900	260	–	–
58,9	400	200	900	220	900	280
78,5	400	220	900	250	900	300
98,1	400	240	900	260	900	330

Примечание. Для всех нагрузок размеры свайных опор a, b одинаковы (a = 300 мм, b = 1500 мм).

Таблица 2.1.3

Характеристики стальных свайных якорей из труб, швеллеров или двутавров (сваренных полками)

Профиль	Номер профиля	Длина сваи, м	Нагрузка, кН
Труба	219/8 *	2,50	29,4
Швеллер	22 27	2,40 2,65	29,4 49,0
Двутавр	18 22	2,50 2,95	29,4 49,0

* **Примечание**. В числителе указан диаметр, в знаменателе – толщина стенки трубы, мм.

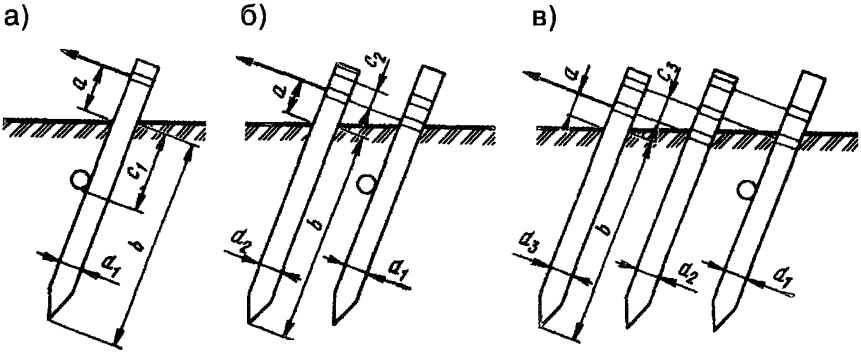


Рис. 2.1.2. Схемы конструкций свайных опор с указанием линейных размеров:
а) на нагрузку до 19,6 кН; б) на нагрузку до 49,0 кН;
в) на нагрузку до 98,1 кН

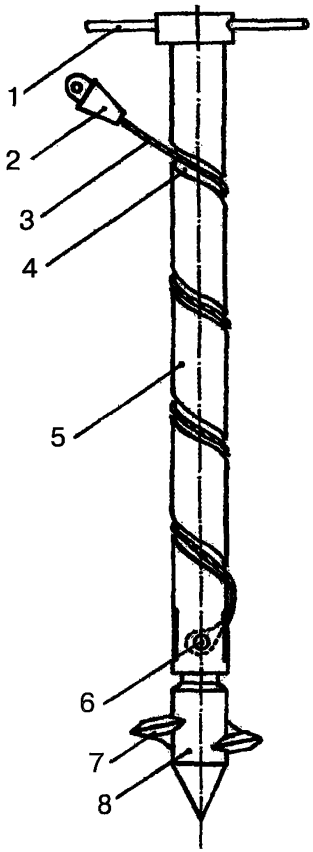


Рис. 2.1.3. Схема винтового анкера: 1 – ворот; 2 – патрон; 3 – бридель; 4 – желоб; 5 – ствол; 6 – узел крепления бриделя; 7 – винтовая лопасть; 8 – корпус опоры

При использовании ствол анкера приводят в вертикальное положение, а его лопасть погружают в предварительно выкопанный шурф глубиной 0,5 м. Вращением ворота по часовой стрелке анкер погружают в грунт на необходимую глубину. Максимальная расчетная держащая сила анкера составляет 245 кН, масса – 252 кг, наибольшая глубина погружения в грунт – 3,5 м.

2.1.1.37. Анкерные опоры гравитационного типа представляют собой железобетонные или ряжевые массивы различных размеров, количество которых зависит от воспринимаемой нагрузки. Опоры по конструктивному исполнению делятся на два типа: незаглубленные и полузаглубленные.

Схемы и расчет опор незаглубленного и полузаглубленного типа представлены в приложениях 2 и 3, соответственно.

2.1.1.38. Незаглубленные гравитационные опоры состоят, как правило, из железобетонных блоков и устанавливаются непосредственно на грунт.

Установка незаглубленных опор не требует выполнения значительных земляных работ, их использование исключает безвозвратную потерю материала. Незаглубленные опоры выдерживают любые нагрузки и позволяют изменять направление приложенного усилия по вертикали и горизонтали до 90 град. Такие опоры можно использовать как в наземном, так и в полузаглубленном вариантах.

2.1.1.39. Полузаглубленные гравитационные опоры состоят из железобетонных блоков размером, как правило, 900×900×400 мм, часть из которых заглубляется в грунт. Тягу прикрепляют непосредственно к заглубленным блокам.

2.1.1.40. Опора во льду конструктивно представляет собой прямое бревно длиной около 4 м и диаметром 0,3–0,4 м с закрепленным на нем канатом, которое опущено через небольшую майну под лед и развернуто перпендикулярно к направлению тягового каната (рис. 2.1.4). При толщине льда 0,5–0,6 м такая опора способна выдерживать горизонтальную нагрузку до 400 кН.

При передаче больших тяговых усилий на опору рекомендуется в каждом отдельном случае проверять воспринимаемое ею усилие опытным путем. Следует также делать поверочный расчет на срез бревна канатом. Если прочность одной опоры недостаточна для того, чтобы воспринять необходимое тяговое усилие, устраивают несколько опор.

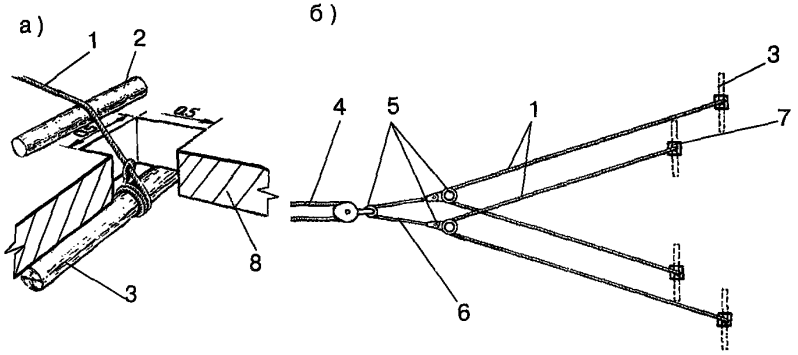


Рис. 2.1.4. Анкерные опоры во льду:
а) одинарная опора; б) анкерный куст с уравнительными блоками; 1 – анкерный канат; 2 – подкладка под канат; 3 – бревно; 4 – тяговый канат; 5 – уравнительные блоки; 6 – уравнительный канат; 7 – майны; 8 – лед

2.1.2. Водолазное обследование объектов ПТР

2.1.2.1. В круг вопросов водолазного обследования входит осмотр:

– дна акватории;

– подводных частей эксплуатируемых, строящихся и восстанавливаемых сооружений;

– подводных магистралей трубопроводов и кабелей.

2.1.2.2. Водолазное обследование производится опытными водолазами, а для наиболее ответственных мест оно должно проводится дважды разными водолазами. В случае, когда результаты обследования двумя водолазами совпадают, то они заносятся в акт. При несовпадении результатов обследования оно выполняется третьим водолазом высокой квалификации (водолазным специалистом).

Подводное обследование может производиться визуально, с использованием подводных фото- и видеокамер, телевизионных установок и приборов (толщиномера, трассоискателя и др.).

2.1.2.3. Водолазное обследование дна акватории порта, фарватера канала, русла реки и других водоемов производится с целью определения характера грунта, что необходимо при выполнении строительных работ, для выявления предметов и каменных глыб, препятствующих нормальной эксплуатации акватории, для расчистки дна от различных посторонних предметов.

2.1.2.4. Обследование акватории с привлечением водолазов должно осуществляться только в тех случаях, когда это невозможно выполнить другими средствами (с использованием необитаемых телеуправляемых подводных аппаратов, тралением, акустическими средствами, гидролокаторами бокового и секторного обзора).

Водолазное обследование акватории производится при наличии подводного освещения и подводной связи.

2.1.2.5. В зависимости от характера обследуемого объекта, условий среды и наличия технических средств применяются следующие основные способы водолазного обследования:

– круговой;

– галсовый;

– по ходовому концу.

2.1.2.6. Круговое обследование (рис. 2.1.5) производится на небольшой площади акватории при известном расположении находящихся на дне предметов.

2.1.2.7. Поиск по ходовому концу (рис. 2.1.6) выполняется при тщательном обследовании грунта в условиях плохой видимости, на течении, при обследовании удлиненных участков дна, фарватеров.

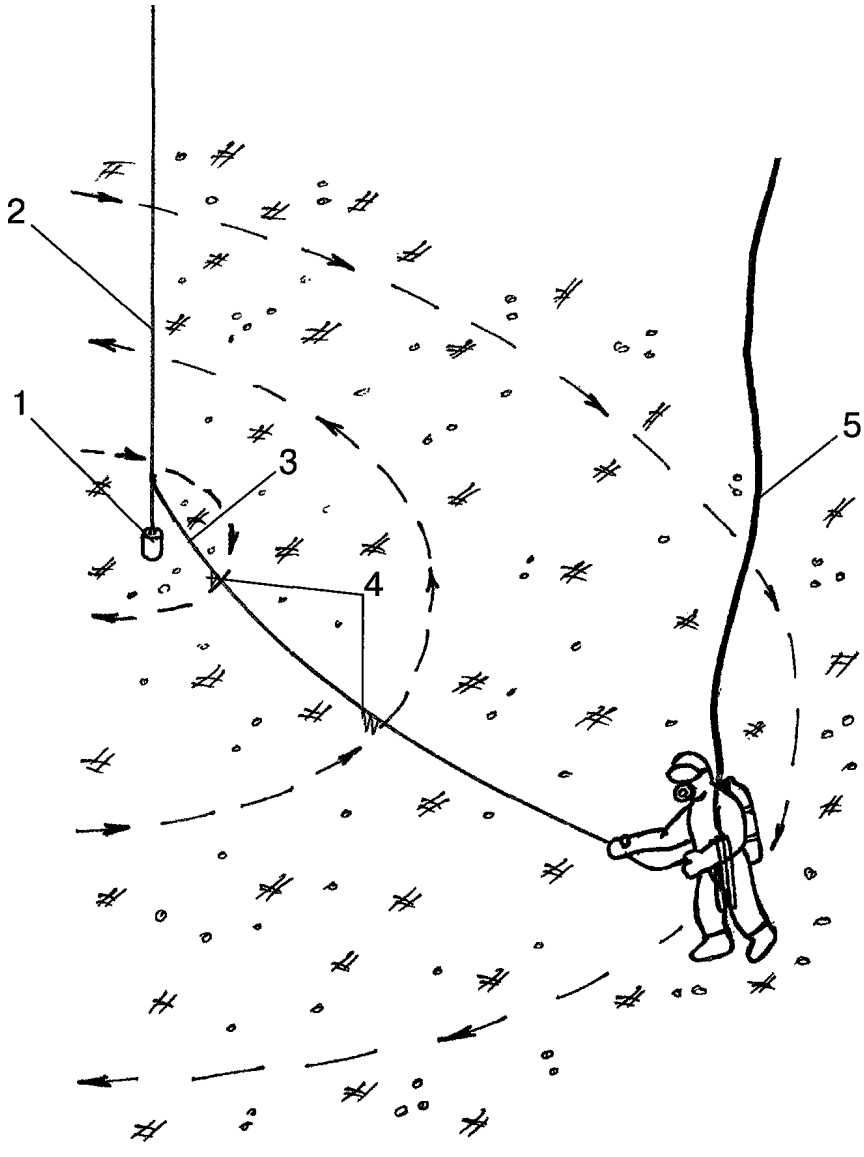


Рис. 2.1.5. Круговой способ водолазного обследования:
1 – балласт; 2 – спусковой конец; 3 – ходовой конец; 4 – марки;
5 – водолазный шланг

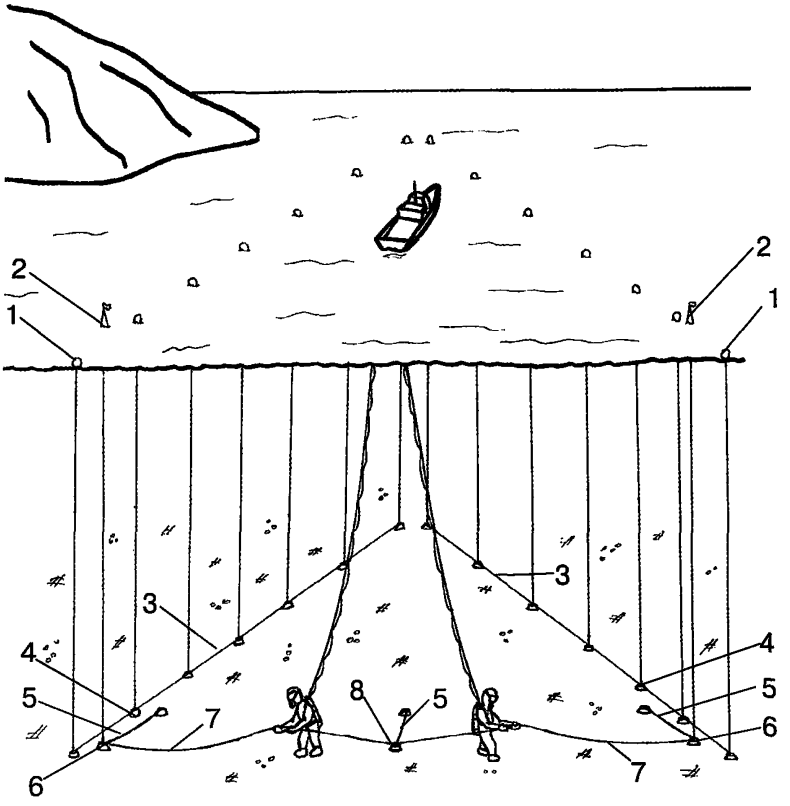


Рис. 2.1.6. Водолазный поиск по ходовому концу:
1 – буйки направляющего конца; 2 – буйки ходового конца;
3 – направляющие концы; 4 – груз; 5 – дистанционный конец;
6 – крайние балластины; 7 – ходовой конец; 8 – средняя балластина ходового конца

2.1.2.8. Водолазное обследование на больших площадях дна акватории может осуществляться галсовым способом, в том числе с использованием подводных средств движения (ПСД). Ориентирование на грунте выполняется с использованием компаса.

2.1.2.9. Большие площади дна акватории часто обследуют посредством придонных тралов. Водолазные работы при этом сводятся к определению места зацепившегося на грунте трала, его осмотру и освобождению тралящей части. Водолазная станция, обеспечивающая такое обследование, размещается на одном из тралящих кораблей.

2.1.2.10. При использовании тралов спуск водолаза возможен лишь после того, как тральщики застопорят ход, и тот из них, на котором раз-

мещена водолазная станция, подтянется к зацепившемуся тралу, выбирая тральные буксиры. Спустившийся водолаз должен тщательно осмотреть место, где трал зацепился, а также близлежащий грунт. Затем на глаз или замерами он должен определить размеры и форму обнаруженного препятствия (предмета или глыбы). Если окажется, что необходимы разделка или уборка препятствия, то водолаз должен установить у найденного препятствия веху или буек. Для этого у места появления пузырей воздуха, вытравливаемого водолазом, осторожно опускают груз с концом от вехи. Водолаз, отыскав спущенный груз, должен уложить его среди выступающих частей предмета или грунта. После этого он вручную или с помощью шкентеля освобождает трал, а затем выходит наверх.

2.1.2.11. Малые площади дна акватории обследуют с водолазного катера. Предварительно обвеховывают границы намеченного района обследования, затем район разбивают на участки шириной в 3, 5 или 10 м (в зависимости от видимости в воде). На берегу или на стенке устанавливают парные вехи, по створам которых прокладывают галсы водолазного катера. С катера, установленного в начале обследуемого района, бросают буек. После спуска водолаза катер передвигают с помощью завозимого якоря по линии установленных вех. Водолаз следует за водолазным катером зигзагообразно в направлении шланга-сигнала, осматривает поверхность грунта и докладывает по связи об обнаруженных предметах. Катер, сделав один галс, ложится на второй, а за ним на новую полосу обследования переходит и водолаз. Рядом с обнаруженными предметами или неровностями водолаз устанавливает веху, место которой наносят на планшет.

2.1.2.12. Для тщательного обследования небольших площадей иногда применяют узкоколейный рельс, а при его отсутствии – металлический угольник, спущенный к грунту в горизонтальном положении на концах троса, идущих с обоих бортов водолазного судна. Рельс служит для водолаза ориентиром при поперечных галсах. Осмотрев грунт вдоль рельса, водолаз сообщает по связи о необходимости переставить водолазное судно, которое продвигают вперед на 3–5 м и стопорят. Так повторяется до тех пор, пока судно не достигнет границы обследуемого района. Затем оно ложится на новый галс, и обследование продолжают.

2.1.2.13. При обследовании дна водоема небольшой ширины с одного берега на другой заводят ходовой конец и с помощью балласта притапливают его по линии установленных на берегу вех. Спустившийся водолаз, проходя от одного берега к другому, обследует грунт справа и слева от конца в пределах видимости; затем конец переносят на новое место.

2.1.2.14. Особенно тщательно водолазы должны обследовать акватории непосредственно у причалов, набережных, молов, волноломов, батопортов, эллингов и других гидротехнических сооружений. При этом следует обращать внимание на подмыв каменной кладки или выпячивание

грунта. При оползнях или подмыве необходимо замерять нависающую над грунтом часть каменной кладки (по ширине и длине). Кроме того, нужно осматривать грунт на всем протяжении сооружения и сообщать по связи о его характере, рельефе и захламленности. Полоса тщательного обследования устанавливается шириной в 30–50 м.

2.1.2.15. При обследовании дна акватории у батопортов, эллингов и плавучих доков водолаз должен обращать внимание на торчащие из грунта предметы, которые могут нанести повреждения подходящим кораблям. Обнаруженные предметы водолаз остропливает для подъема или закрепляет за них буйреп.

2.1.2.16. Водолазное обследование сооружений из массивовой кладки производят с целью определения технического состояния их подводной части. По данным обследования устанавливают сроки профилактического ремонта или восстановления отдельных частей сооружения.

К гидротехническим сооружениям из массивовой кладки относятся причальные сооружения (набережные стенки, пирсы) и оградительные сооружения (молы, волноломы).

2.1.2.17. Обследуемое сооружение условно разбивают на равные части, с тем, чтобы каждую из них водолаз мог просмотреть за один проход. Обследование производится в вертикальном или горизонтальном направлении (рис. 2.1.7). Водолаз, самостоятельно передвигаясь по вертикальному ходовому концу или перемещаясь в беседке в горизонтальном направлении, без пропусков осматривает сооружение. Водоросли или ракушки на поверхности сооружения расчищают скребком в нескольких местах для определения толщины наросшего слоя.

2.1.2.18. Обнаружив белые пятна на поверхности обследуемого сооружения из бетона, водолаз должен растереть их. Если вода при этом взмучивается и появляется крошка, то крепость бетона считается нарушенной.

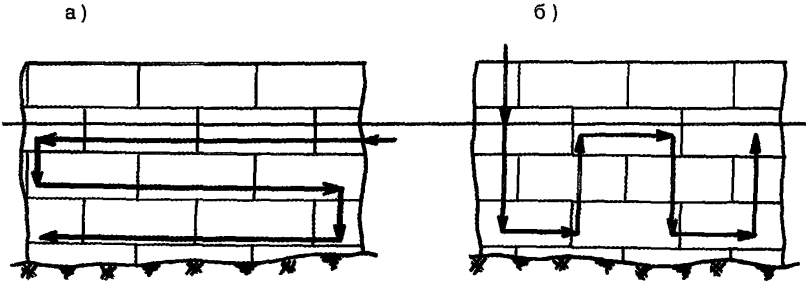


Рис. 2.1.7. Способы обследования гидротехнических сооружений:
а) горизонтальные ходы; б) вертикальные ходы

2.1.2.19. Каверны и выбоины в бетоне водолаз должен измерить и определить расстояние от них до поверхности воды и до спущенного контрольного вертикального конца. Расстояние водолаз измеряет мерительной линейкой или же подсчитывает массивы кладки.

2.1.2.20. В случае если отдельные массивы сдвинулись один по отношению к другому, водолаз должен замерить величину сдвига. Перед каждым замером необходимо точно определять расстояния от поверхности воды и от контрольного конца до сдвинувшегося массива кладки.

2.1.2.21. При наклоне обследуемого сооружения в сторону акватории водолазу опускают гирю лота до легкого касания ее о грунт (рис. 2.1.8). Водолаз мерной линейкой должен измерить расстояние между основанием сооружения и линем лота и по подводной связи передать полученный результат наверх. Такие измерения следует повторять через каждые 3–5 м по всей длине наклонившегося сооружения, так как способ дает 20–25 % погрешности.

2.1.2.22. При наклоне сооружения в сторону берега степень наклона измеряют сверху. Водолаз при этом должен только сообщить, когда гиря лота приблизится вплотную к основанию сооружения.

2.1.2.23. Обследуя сильно разрушенные и подлежащие восстановлению сооружения, водолаз должен установить, имеются ли сдвиги массивов и их размеры, характер разрушения и положение массивов, сброшенных с профиля сооружения, характер разрушений и размеры сохранившихся в кладке массивов, характер и размеры разрушений в креплении массивами откосов грунта у основания сооружения. Способы восстановительных работ определяются на основании данных обследования.

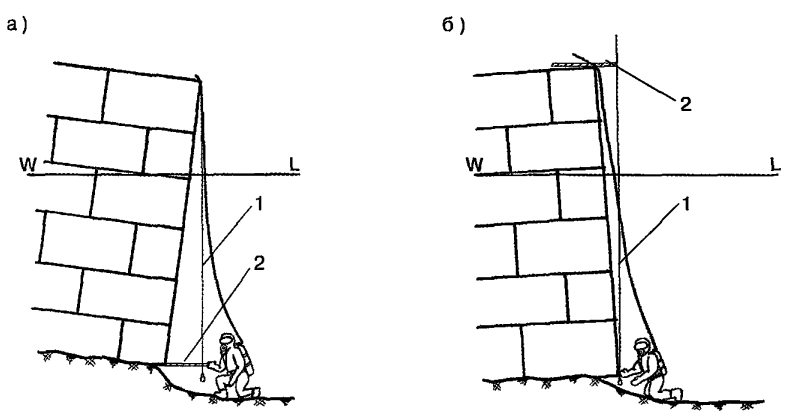


Рис. 2.1.8. Замер наклона сооружения:
а) – при наклоне в сторону акватории; б) – при наклоне в сторону берега; 1 – отвес; 2 – мерная линейка

2.1.2.24. Обследование сильно разрушенных сооружений начинают после определения границ района обследования, в исходной точке которого опускают балласт с ходовым концом для водолаза. Водолаз, передвигаясь по концу, начинает обследование с верхних курсов уцелевших в кладке массивов. У сдвинувшихся массивов водолаз измеряет величину свисающей части и ломом определяет, прочно ли они удерживаются в кладке. Если появляется опасение, что массив может упасть, обследование прекращают и возобновляют только после удаления ненадежно стоящего массива. После верхнего курса массивов водолаз обследует следующие за ним курсы.

2.1.2.25. При обследовании положения и степени повреждения массивов, упавших на грунт, водолаз определяет, можно ли завести под них подъемные стропы. Если сооружение разрушено до самого грунта, то необходимо осмотреть откосы грунта у основания и степень завала грунта элементами сооружения.

2.1.2.26. Водолазное обследование строящихся сооружений из массивовой кладки сводится к осмотру подготовленного основания и к контролю укладки массивов. Основание под сооружение обследуют после наброски каменной постели. Водолаз штертом замеряет ширину постели и проверяет наклон откосов каменной наброски. Измеряя ширину постели, водолаз кладет груз штерта на одну из ее кромок и, перепуская руками штерт, переходит на противоположную сторону постели. После этого следует туго обтянуть штерт, завязать на нем узел у кромки постели, а затем подать его наверх для промера. Если штерт разбит на метры, то нужно подсчитать, сколько их между кромками постели, и сообщить водолазу результат по телефону.

2.1.2.27. Правильность откосов проверяют угломером или ватерпасом. Для этого водолаз кладет на откос рейку и устанавливает на нее угломер. Сняв показания, водолаз сообщает результат по подводной связи и переходит на новое место. Для измерений откоса ватерпасом рейка должна иметь угольник под ватерпас с заданной величиной угла.

2.1.2.28. При обследовании поверхности постели водолаз определяет, насколько недосыпан или пересыпан камень, а также имеются ли на откосах вымоины и оползни.

2.1.2.29. При возведении сооружения необходимо проверять правильность укладки массива. Массивы, как правило, укладывают поясами, ширина которых по мере приближения к поверхности уменьшается. При этом пояса образуют ступени. Проверку начинают с момента укладки первого пояса и до выхода кладки на поверхность воды. Укладка первого пояса массивов является наиболее ответственной частью работы. Допущенные при этом ошибки в укладке могут отрицательно сказаться на всем сооружении в целом.

Сначала водолазы проверяют разбивку постели, сверяя ее с намеченными габаритами сооружения. После укладки первого пояса массивов водолаз проверяет положение каждого массива, а также величину зазоров между массивами. Если сооружение имеет две омываемые стороны (пирс, мол, волнолом), то замеряют величину ступенек с обеих сторон сооружения. После возведения каждого пояса сооружения производится контрольное водолазное обследование для проверки правильности укладки массивов.

После завершения работ производят контрольное обследование построенного сооружения для определения готовности его к эксплуатации. При этом с помощью отвесов проверяют правильность укладки отдельных массивов и возведения всего сооружения в целом, а также осматривают основание, чтобы убедиться, что ни одна из его частей не осела.

2.1.2.30. Водолазное обследование сооружений ряжевой конструкции, таких как причальные стенки, пирсы и др. (рис. 2.1.9 б) производят, передвигаясь в вертикальном направлении. При этом водолаз осматривает каждый венец, углы и сжимы ряжа с целью обнаружения различного рода повреждений, включая вмятины, переломы отдельных венцов и сжимов, расхождения венцов ряжа, оползни и смывы засыпки через щели венцов.

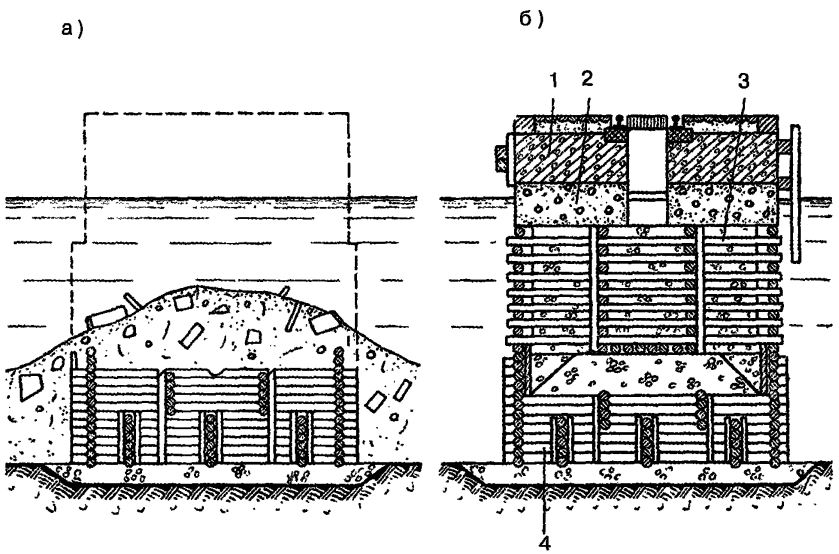


Рис. 2.1.9. Характер разрушений и схема восстановленного мола из ряжевой конструкции:
а) характер разрушения; б) схема конструкции мола после восстановления; 1 – бетон; 2 – массив; 3 – новый ряж; 4 – старый ряж

2.1.2.31. Обнаружив место повреждения, водолаз измеряет расстояние до ближайшей поперечной стенки ряжа и подсчитывает количество венцов до поверхности воды. Дополнительно проверяют в каком состоянии находятся болтовые, хомутовые и другие крепления ряжа. Устанавливают также степень коррозии металла и насколько прочно обтянуты болты, забиты скобы и насажены хомуты. Степень разъедания древесины древоточцами определяют, делая надрубы в нескольких местах.

2.1.2.32. Водолазное обследование разрушенного или непригодного для эксплуатации ряжевого сооружения производят с целью определения возможности его восстановления. Одновременно оценивают целесообразность сноса разрушенного сооружения и возведения на его месте нового.

2.1.2.33. Обследование ряжевых сооружений производят в той же последовательности, что и обследование сооружений из массивовой кладки. Основное внимание уделяют исследованию состояния уцелевших элементов сооружения. Водолаз также должен осмотреть грунт и определить, насколько он загрязнен древесиной, отломившимися частями сооружения и т.п.

2.1.2.34. Водолазное обследование вновь строящихся сооружений ряжевой конструкции проводят для контроля их установки на подготовленное основание. При этом осматривают отдельные части сооружения, а после завершения строительных работ осматривают подводную часть всего сооружения в целом.

2.1.2.35. Обследование сооружений свайной конструкции производят с целью проверки технического состояния свайных элементов и грунта под ними. К сооружениям на деревянных, железобетонных и металлических свайных основаниях относятся набережные, пирсы, эстакады, спусковые устройства и др. Обследованию подлежат все сваи в отдельности и узлы сопряжения свай с другими элементами конструкции.

2.1.2.36. В начале обследования водолаз кренометром или отвесом определяет степень отклонения свай от вертикальной оси. Если при проверке окажется, что направление сваи не совпадает с нитью отвеса, то водолаз определяет направление и приблизительный угол наклона и сообщает об этом наверх.

2.1.2.37. Важным элементом является обследование состояния, в котором находится материал свай. Если деревянные сваи расслоены или разрушены древоточцами, то водолаз по связи сообщает порядковый номер сваи, считая от начального места обследования. После этого он должен осмотреть узлы сопряжения деревянных свай с подкосами, схватками и элементами верхнего строения. Характерными повреждениями являются расколы древесины болтами, изгиб болтов, хомутов, всякого рода вмятины. Водолаз сообщает о них наверх и, получив гирю лота, подводит

ее к обнаруженному повреждению. По лоту определяется расстояние от поверхности воды до повреждения и делается вертикальная отметка на стенке сооружения.

2.1.2.38. При использовании во время осмотра подводного телевидения или видеокамеры водолаз должен зафиксировать на пленке сведения о месте обнаруженного повреждения. Для этого могут использоваться водостойкие планшеты с цифрами, обозначающими порядковый номер сваи, а также показания наручного глубиномера. Водолаз, производя видеосъемку, располагает планшет с цифрами рядом с повреждением, а также снимает на видеокамеру находящийся на руке глубиномер, который он располагает на уровне повреждения. Продолжительность и качество съемки цифровой информации и показаний глубиномера должны позволять различить их при просмотре видеоролика в обычном режиме (без пауз). Целесообразно одновременно с записью видеосигнала записывать на кассету телефонные переговоры с водолазом, производящим обследование.

2.1.2.39. В период обследования железобетонных свай водолаз должен обратить внимание на наличие оголенных мест, коррозии и белых пятен, которые являются признаками разрушения бетона, а также установить степень обрастания свай ракушками.

2.1.2.40. При обследовании разрушенных сооружений свайной конструкции водолаз дополнительно определяет величину изгибов свай, глубину над изломанными сваями, размеры всего разрушенного участка сооружения, состояние элементов упавших на грунт.

2.1.2.41. Обследуя грунт под свайным сооружением, водолаз тщательно осматривает состояние каменной отсыпки между сваями. Обнаружив оползни или вымоины в отсыпке, определяют между какими сваями произошло разрушение и устанавливают его размеры. При сильном разрушении сооружения свайной конструкции водолаз дополнительно определяет величину изгибов свай, замеряет глубина над изломанными сваями, определяет размеры всего разрушенного участка сооружения, а также состояние элементов сооружения, упавших на грунт.

2.1.2.41. При осмотре подводных свайных конструкций соблюдают необходимые меры предосторожности. Водолазу запрещается:

– проходить под нависшими над грунтом частями сооружения;

– производить осмотр опор или сооружений эстакадного типа без рукавиц;

– просовывать руки или ноги в щели между конструкциями сооружения для определения зазоров между ними.

Водолаз должен держать шланг и сигнал чистыми, не давая им большой слабины, и оберегать иллюминаторы, чтобы не разбить их стекла о торчащие обломки.

2.1.2.42. Водолазное обследование подводных трубопроводов производится с целью обнаружения их неисправностей и повреждений, к числу которых относятся:

– разрывы;

– повреждение изоляции;

– разрушение креплений;

– размывы грунтовой засыпки с оголением поверхности трубопровода или образованием провисающих участков.

2.1.2.43. Вновь проложенный трубопровод водолазы обследуют для определения правильности его положения в траншее или на открытом грунте. По окончании прокладки производится контрольное водолазное обследование трубопровода с определением глубины замыва его в траншее или для проверки прочности креплений на открытом грунте.

2.1.2.44. Обследование заглубленного в грунт трубопровода начинают с определения его направления по береговым ориентирам. Затем над трубопроводом в месте предполагаемого повреждения на линии створа устанавливают плавсредство, с которого производят спуски водолазов. Спустившийся водолаз щупом разыскивает трубопровод, продвигается вдоль него, ориентируясь по указаниям сверху. По мере продвижения водолаза передвигают и обеспечивающее плавсредство.

2.1.2.45. При обнаружении размыва грунта или разрушения засыпки водолаз замеряет его длину и ширину, определяет степень повреждения трубопровода. Полученные данные водолаз по подводной связи передает наверх. Одновременно производится съемка поврежденного участка подводной видеокамерой. При этом водолаз обязан выбрать наиболее выгодные ракурсы, позволяющие составить полную картину повреждений.

2.1.2.46. При обследовании трубопровода открытого типа водолаз движется вдоль трубопровода, проверяет исправность его креплений, целостность изоляции и замеряет места провисания. Видеодокументирование производится на всем протяжении осмотра с более тщательной съемкой поврежденных участков.

2.1.2.47. Поиск на трубопроводе мест утечки водолаз производит по внешним признакам. Если трубопровод находится под напором, то место повреждения можно проследить по завихрениям воды, каплям горючего, пузырькам газа и т.д. При необходимости для тщательного осмотра трубопровода водолаз размывает грунт по всему намеченному для обследования участку.

2.1.2.48. Повреждения трубопроводов обычно встречаются в местах фланцевых и сварных соединений труб, которые следует осмотреть в первую очередь.

2.1.2.49. Обнаруженное место повреждения трубопровода водолаз обозначает установкой буйка или вехи. При этом в непосредственной

близости от места повреждения укладывают балласт, к которому закреплен буйреп или конец вехи.

2.1.2.50. При смене выполняющих обследование водолазов с целью обозначения конца осмотренного участка трубопровода устанавливают буек или веху. Водолаз следующей смены возобновляет обследование, ориентируясь по вехе или спускаясь по буйрепу.

2.1.2.51. Водолазное обследование подводных электросиловых кабелей и кабелей связи производят для поиска разрывов и повреждений, а также для определения заглубления кабелей в грунт.

2.1.2.52. Поиск кабеля производят с обеспечивающего плавсредства, устанавливаемого на трассе и снабженного гидромонитором. Водолаз размывает грунт по направлению перпендикулярному линии кабеля. Направление размыва указывают водолазу сверху.

При розыске действующих электросиловых кабелей водолазу запрещается пользоваться металлическими щупами и другими острыми предметами.

2.1.2.53. При обследовании оголившегося участка кабеля водолаз должен обратить особое внимание на наличие на нем скруток.

2.1.2.53. Поиск разрыва кабеля водолаз производит, передвигаясь вдоль кабельной трассы. Обнаружив место разрыва, водолаз отмечает буйком конец кабеля. Поиск второго конца осуществляется визуально в непосредственной близости от первого. Если обнаружить второй конец кабеля не удается, необходимо вывести водолаза на кабель с другой стороны разрыва и дать команду перемещаться вдоль кабеля в соответствующую сторону. Концы кабелей для ремонта водолаз подает наверх, закрепляя к ним подъемный строп.

2.1.2.54. При обследовании кабелей, уложенных в траншею и засыпанных грунтом, водолаз должен определить качество засыпки. Кабели, лежащие на открытом грунте, проверяют на наличие скруток, а также на отсутствие в непосредственном соприкосновении с ними посторонних предметов. Особое внимание уделяется на состояние узлов крепления кабеля к подводным якорям.

2.1.2.55. Водолазное обследование водозаборных сооружений (рис. 2.1.10 и 2.1.11) производится с целью обнаружения повреждений трубопроводов и оголовков, удаления препятствующих нормальному забору воды предметов, отложений и наносов грунта.

Водозаборные сооружения установлены, как правило, в районе береговой черты и представляют собой уложенные на грунте трубопроводы различного диаметра, которые проложены от береговой станции. На конце трубопроводов установлены оголовки с защитными решетками, препятствующими попаданию в них посторонних предметов.

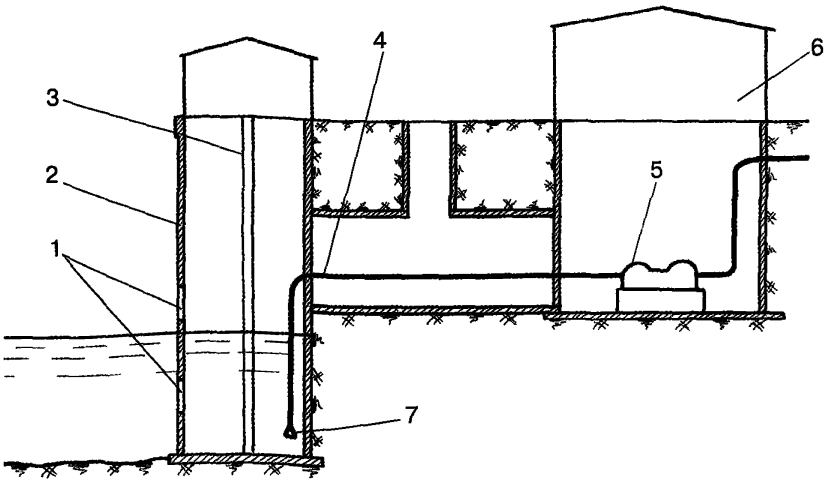


Рис. 2.1.10. Водозаборное сооружение берегового раздельного типа:
1 – окна водоприемника; 2 – водоприемник; 3 – плоские сетки;
4 – всасывающие трубы; 5 – насосы; 6 – насосная станция; 7 – фильтр

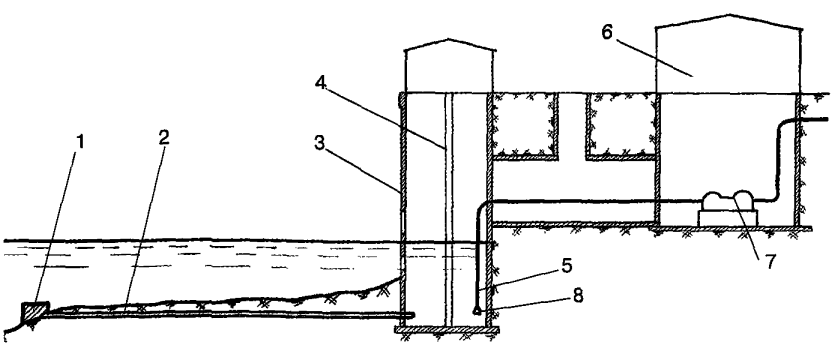


Рис. 2.1.11. Водозаборное сооружение с самотечными линиями:
1 – оголовок; 2 – самотечные тубы или галерея; 3 – береговой колодец;
4 – плоские сетки; 5 – всасывающие трубы; 6 – насосная станция;
7 – насос; 8 – фильтр

2.1.2.56. Водолаз спускается к осматриваемому водоприемнику водозаборного сооружения либо вдоль трубы, идущей с берега, либо с плавсредства, установленного над местом работ. Осмотру и очистке от всевоз-

можных посторонних предметов подвергаются решетки, сетки, самотечные линии и галереи.

2.1.2.57. Обнаруженные дефекты или изменения в конструкциях водолаз осматривает, снимает подводной теле- или видеокамерой, делает необходимые замеры и сообщает полученные результаты на поверхность, где они заносятся в журнал.

2.1.2.58. Очистку решеток или сеток водоприемника от обнаруженных посторонних предметов и мусора водолазы производят вручную или с применением грузоподъемных средств, установленных на обеспечивающем плавсредстве.

2.1.2.59. Очистка самотечных галерей от песка и ила производится грунтососом эжекторного типа. При незначительном количестве наносной грунт удаляется вручную с использованием бадьи, подаваемой с поверхности.

2.1.2.60. Документирование результатов подводного обследования производится с целью его юридического оформления. По окончании водолазного обследования составляется акт, в котором должно быть отражено положение обследуемого объекта на грунте, его состояние, выявленные повреждения и неисправности. Образец акта обследования приведен в приложении 4.

2.1.2.61. Акт водолазного обследования подписывают его непосредственные участники, а утверждает руководитель работ. На акте могут быть предусмотрены согласующие подписи представителей организации, владеющей гидротехническим сооружением или осуществляющей его эксплуатацию.

В качестве приложений к акту могут быть предусмотрены видео- и фотоматериалы, выписки из журнала выполнения работ, в который заносятся результаты обследования.

2.1.3. Обследование объектов ПТР с использованием подводных аппаратов

2.1.3.1. Обследование объектов ПТР с использованием обитаемых и необитаемых (телеуправляемых) подводных аппаратов производится в соответствии с руководствами по их использованию, а также с инструкциями по эксплуатации технических средств. Подводные аппараты могут привлекаться для выполнения внешнего обследования объектов ПТР, осмотра грунта, видеофотосъемки грунта и объектов ПТР. С использованием подводных аппаратов также проводятся рекогносцировочные работы в целях получения достоверных данных по глубинам, рельефу и грунту дна (съемка рельефа дна, взятие проб грунта, стереофотосъемка подводных объектов).

2.1.3.2. Перечень вопросов по состоянию объекта ПТР, подлежащих выяснению в ходе обследования, в каждом конкретном случае определя-

ется командиром судна-носителя подводных аппаратов и согласовывается с руководителем подводно-технических работ.

Обследование объекта ПТР начинается после погружения подводного аппарата по команде с судна-носителя.

2.1.3.3. Визуальное обследование объекта может выполняться следующими способами:

– с использованием видеопросмотрового устройства телеустановки;

– через перископ;

– через иллюминаторы.

Одновременно с визуальным обследованием может производиться съемка подводного объекта:

– подводной телекамерой с записью показаний на видеомагнитофон;

– фотокамерой с экрана гидролокатора;

– подводной фотоустановкой (как в одиночном, так и в непрерывном режиме).

2.1.3.4. Курсовой угол, крен и дифферент обследуемого подводного объекта определяются с помощью приборов после посадки на него подводного аппарата. При этом посадка подводного аппарата производится вдоль или поперек диаметральной плоскости объекта. Эти же параметры могут быть оценены приближенно при зависании подводного аппарата над объектом вдоль или поперек его диаметральной плоскости.

2.1.3.5. Характерные геометрические размеры объекта при его съемке определяют с использованием эталона, который представляет собой масштабную линейку, закрепляемую с помощью манипулятора подводного аппарата на объекте или перед ним на определенном расстоянии. Размеры объекта по имеющимся фотографиям могут быть установлены с помощью формул:

а) *при использовании линейки, закрепленной непосредственно на* объекте (рис. 2.1.12а),

$$H = \frac{A \cdot h}{a},$$

где A – истинный размер линейки, м;

a – размер изображения линейки на фотографии, мм;

h – размер изображения объекта на фотографии, мм;

б) при использовании линейки, закрепленной перед объектом (рис. 2.1.12б),

$$H = \frac{A \cdot h \cdot f_h}{a \cdot f_a},$$

где f_h – расстояние от места фотографирования до объекта, м;

f_a – расстояние от места фотографирования до линейки, м.

2.1.3.6. Масштабную линейку следует устанавливать так, чтобы она не затеняла изображение объекта на фотографии. При близком расположении линейки к объективу фокусировку необходимо корректировать вручную, добиваясь четкого изображения в видоискателе самого объекта.

2.1.3.7. При простой визуальной оценке размеров необходимо учитывать, что из-за преломления света изображение объекта в воде кажется больше в 1,25 раза.

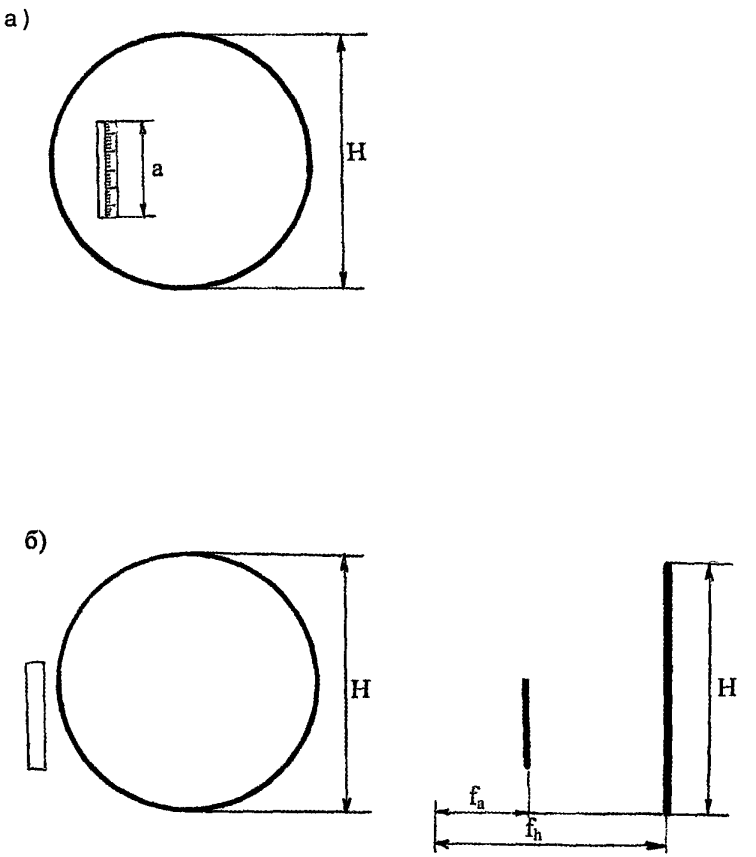


Рис. 2.1.12. Схема к расчету размеров объекта с использованием мерной линейки:
а – линейка закреплена непосредственно на объекте;
б – линейка закреплена перед объектом

2.1.3.8. Характер грунта с использованием подводного аппарата определяется:

– визуально при посадке аппарата на грунт;

– путем опускания носового якоря обитаемого аппарата до грунта;

– визуальным осмотром при передвижении подводного аппарата у грунта.

2.1.3.9. Результаты обследования объекта ПТР докладываются на судно-носитель подводных аппаратов и одновременно записываются на магнитофон. При необходимости местонахождение объекта ПТР обозначается буем и координируется всеми возможными средствами.

2.1.3.10. После всплытия подводного аппарата и подъема на борт судна-носителя производится сопоставление данных, полученных средствами гидроакустического поиска, визуального обследования и видеофотосъемки. По результатам анализа сравниваемых данных делается заключение о местонахождении, положении и состоянии объекта ПТР.

2.1.3.11. Обследование телеуправляемыми аппаратами производится при перемещении аппарата над объектом и вокруг него.

Оператор, управляющий телеуправляемым аппаратом, при проведении обследования должен учитывать направление течения, общее расположение объектов на грунте с целью недопущения запутывания кабеля аппарата или его повреждения.

2.1.3.12. При наличии в воде взвесей качество обследования снижается, так как взвешенные частицы нарушают прозрачность воды, рассеивают освещение и засвечивают изображение. Оператор должен так управлять аппаратом, чтобы, по возможности, не допускать замутнения воды частицами грунта, поднятыми вследствие работы гребных винтов аппарата. В случае если требуется работать непосредственно возле грунта, целесообразно для проведения обследования выбирать периоды, когда действуют приливно-отливные течения, уносящие поднятые частицы в сторону от места работ.

2.1.3.13. Документирование видеоинформации производится с помощью видеомагнитофона. Помимо изображения объекта полученная видеозапись, как правило, содержит передаваемую аппаратом информацию о глубине и курсе движения, что при известном местоположении судна-носителя позволяет определить пространственное положение объекта на грунте и уточнить его размеры.

2.1.3.14. *Эффективность необитаемых подводных аппаратов* вследствие их большей маневренности и меньших эксплуатационных затрат при обследовании объектов ПТР выше, чем у обитаемых аппаратов. Использование необитаемых телеуправляемых аппаратов предполагает поиск объекта с помощью гидролокатора секторного обзора. После получения отметки от цели на экране монитора оператор направляет аппарат в

ее сторону до момента осуществления визуального контакта. Использование аппарата только в режиме визуального поиска не эффективно.

2.1.3.15. Планшет глубин составляют по данным глубиномера аппарата при нахождении его у грунта в характерных точках. Эскиз общего расположения и положения объекта работ на грунте делается на основе анализа полученных видеозаписей и имеемой конструкторской документации объекта (чертежей, схем).

2.1.3.16. Обнаруженные на обследуемом объекте повреждения следует отобразить в виде эскизов. Эскизы обнаруженных повреждений должны позволять четко определить их размеры и местоположение на объекте. Для этого эскиз повреждений целесообразно совместить с эскизом общего расположения и положения объекта на грунте.

2.1.3.17. По результатам обследования подводными аппаратами составляется акт по форме, представленной в приложении 4, в котором в разделе 2.11 указывают тип применяемого аппарата.

Акт обследования подписывается руководителем работ, оператором, управлявшим аппаратом, и лицами, производившими анализ полученных материалов обследования.

2.1.4. Особенности выполнения ПТР в зимних условиях и на течении

2.1.4.1. Подводно-технические работы в зимних условиях имеют ряд технологических особенностей, которые необходимо учитывать при разработке технического проекта и планирования ПТР. Наличие ледяного покрова усложняет проведение водолазного обследования, подводных земляных и ряд других работы. В то же время в зимних условиях облегчаются некоторые производственные процессы, связанные с перемещением и опусканием под воду тяжелых и громоздких подводных конструкций, поскольку в этом случае можно использовать грузоподъемность ледяного покрова. К благоприятным факторам, способствующим проведению ПТР зимой относится также отсутствие судоходства.

2.1.4.2. При выборе строительной площадки на льду необходимо обращать особое внимание на оборудование удобного спуска с берега на лед и подъездных путей. Предварительно следует изучить климатические условия района строительства и ледотермический режим акватории:

– возможные даты начала замерзания и вскрытия водоема;
– предполагаемый график колебания зимних температур воздуха;
– скорость ветра;
– влажность воздуха.

2.1.4.3. Тяжелые предметы, установленные на льду, со временем погружаются в него и могут провалиться. Время безопасного нахождения на одном месте установленных на льду технических средств определяют по эмпирической формуле:

$$t = 200 \cdot \left[\frac{(M_д - M_ф)^2}{M_д \cdot M_ф} \right]^3,$$

где $M_д$ – максимально допускаемая масса груза при транспортировке его по льду заданной толщины, т (табл. 2.1.4);

$M_ф$ – фактическая масса груза, для которого подсчитывается допустимое время стоянки, т.

2.1.4.4. При определении несущей способности ледяного покрова в расчет принимают только слой кристаллического льда. При этом учитывается наименьшая толщина льда из всех замеров. Измерение толщины льда должно производится зимой один раз в 10 дней. Осенью, весной, а также зимой при температуре воздуха 0°С и выше измерения выполняются ежесуточно. Результаты измерения толщины льда заносят в суточный журнал ПТР или в журнал водолазных работ.

При появлении признаков разрушения льда водолазные спуски в данном месте должны быть прекращены, а технические средства выведены на берег.

Таблица 2.1.4

Допустимая толщина льда при различных нагрузках

Масса груза, т	Толщина льда, м		Предельное расстояние до кромки льда, м
	морского	пресноводного	
0,1	0,15	0,10	5
0,8	0,25	0,20	11
3,5	0,30	0,25	19
6,5	0,45	0,35	25
10,0	0,50	0,40	26
20,0	0,70	0,55	30
40,0	1,0	0,95	38

Примечания. 1. При появлении воды на льду под действием прилива или нагона воды ветром нагрузка на лед должна быть снижена на 50–80 %.

2. При расчете нагрузки на лед следует учитывать, что прочность льда весной уменьшается вдвое.

3. При наличии сухих нескользких трещин шириной менее 3 см и глубиной не более половины толщины льда нагрузка на лед должна быть снижена на 20 %.

2.1.4.5. При кратковременных водолазных работах необходимая толщина льда при сплошном покрове может быть ориентировочно определена по формуле:

$$h_л = 15 \cdot \sqrt{P},$$

где $h_л$ – толщина сплошного ледяного покрова, см;

P – масса установленного на льду груза, т.

При расположении груза у края порубки расчетная толщина льда должна быть увеличена на 30%.

2.1.4.6. Спуски водолазов при проведении ПТР в зимних условиях не допускаются:

– при температуре воздуха ниже –10°С и скорости ветра более 14 м/с;

– при температуре воздуха ниже –15°С и скорости ветра более 8,5 м/с;

– при температуре воздуха ниже –20°С.

2.1.4.7. Для спуска водолазов в ледяном покрове делают прорубь (майну) размером 2×2 м, края которой обкладывают досками. В проруби устанавливают водолазный трап и закрепляют спусковой конец с балластиной.

2.1.4.8. Для обогревания личного состава, работающего на водолазном посту, а также для одевания и раздевания водолаза, сушки и ремонта водолазных рубах и гидрокомбинезонов, а также для производства других работ в непосредственной близости к проруби устанавливают отапливаемую будку или палатку.

2.1.4.9. С целью сокращения теплопотерь при спусках в зимних условиях водолазы надевают на себя по два комплекта водолазного белья и меховые чулки. Другие необходимые меры против переохлаждения водолазов устанавливаются в каждом конкретном случае руководителем работ.

2.1.4.10. Наибольшую опасность для водолазов во время спусков при отрицательной температуре воздуха представляет замерзание шланговых соединений. Поэтому при появлении признаков этого явления (резкое повышение давления в шланге, наблюдаемое по манометру, доклад водолаза об уменьшении подачи воздуха и т.д.) следует поднять водолаза на поверхность и устранить причины, вызвавшие замерзание. Как правило, ледяные пробки в шланговых соединениях удаляются путем обогрева их горячей водой.

2.1.4.11. Спускать водолаза при наличии движущегося битого льда, как правило, запрещается. Если обстоятельства вынуждают спустить водолаза, необходимо принять меры, чтобы кромками льдин не были повреждены сигнальный конец (кабель-сигнал) или шланг, а также чтобы под напором движущегося льда не оторвался водолазный бот.

2.1.4.12. Для поддержания майны в незамерзающем состоянии по ее периметру рекомендуется установить трубопровод с отверстиями для выхода сжатого воздуха, подаваемого от компрессора. Диаметр отверстий принимают равным 1,0–2,5 мм и располагают с нижней стороны трубопровода. Благодаря этому, увеличивается ширина водовоздушного факела, а, следовательно, его эффективность. Если дно водоема состоит из глинистых, легко взмучиваемых грунтов, трубопровод следует размещать не ближе 0,5 м от дна.

2.1.4.13. К подводно-техническим работам на течении свыше 1,0 м/с допускаются опытные и специально подготовленные водолазы. При этом место работы водолаза по возможности должно ограждаться специальными приспособлениями и защитными устройствами, обеспечивающими безопасность водолазных работ. Изготовление таких устройств и приспособлений должно быть предусмотрено проектом производства работ.

2.1.4.14. Перед началом водолазных работ на течении руководитель водолазных спусков должен ознакомиться с гидрологическим режимом на месте проведения работ, определить скорость течения, измерить глубину водоема в месте предстоящих спусков. При наличии приливно-отливных течений следует иметь график приливов и отливов на весь период водолазных работ и установить постоянную связь с ближайшими постами гидрометеорологической службы.

2.1.4.15. При работе на течении на глубинах до 20 м плавсредства, с которых производятся водолазные спуски, должны устанавливаться на якорях с таким расчетом, чтобы после его постановки место работы водолаза на грунте находилось за кормой плавсредства на расстоянии 5–10 м.

При работе на глубинах свыше 20 м для установки судна должно предусматриваться рейдовое оборудование.

Во всех случаях при работах на течении у места спуска водолазов должна находиться обеспечивающая шлюпка с гребцами.

2.1.4.16. При спусках на течении свыше 1,5–2,0 м/с в вентилируемом водолазном снаряжении должны применяться длинномерные или спиральные шланги, а на водолаза надевают грузы и галоши увеличенной массы. При спусках на течении в легководолазном снаряжении должны использоваться утяжеленные грузы.

2.1.4.17. Водолазу запрещается всплывать или выбрасываться на поверхность. Спуск и подъем водолаза может производиться только по спусковому концу с грузом массой 70–140 кг. Груз должен быть оборудован канифас-блоком, через который пропускается ходовой конец длиной не менее трех глубин места спуска.

Водолаз не должен выпускать ходовой конец из рук, пока не возвратиться к спусковому концу и не возьмется за него руками.

2.1.4.18. Для выполнения работ на постоянном течении скорости свыше 1,5–2,0 м/с необходимо использовать водоотбойные щиты. Щит представляет собой каркасное устройство, обшитое стальными листами (рис. 2.1.13). Две стороны щита сведены под углом 56° в одну точку – вершину треугольника, задняя сторона треугольника открытая. Внутри вершины может размещаться заколочная свая. Внизу щита размещается пригрузочный балласт, массу которого определяют расчетом исходя из скорости течения. Ширину щита принимают 2,5–5,5 м с учетом возможности работы водолаза и размеров подводного сооружения.

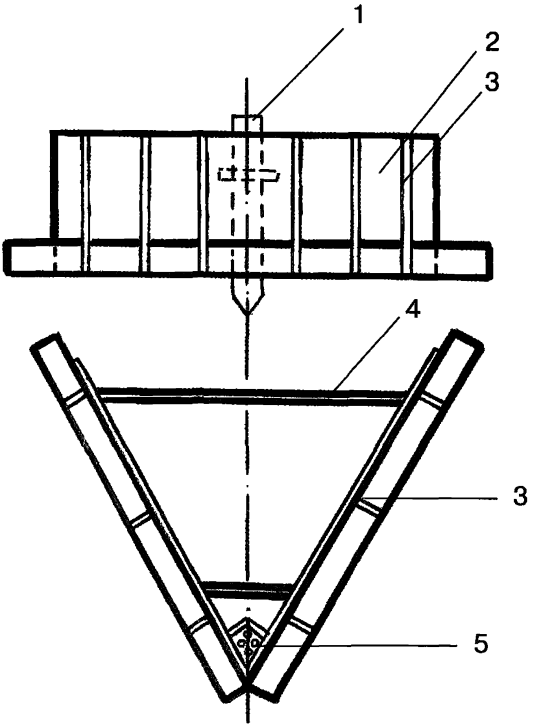


Рис. 2.1.13. Водолазный отбойный щит:
1 – заколочная свая; 2 – обшивка; 3 – ребра жесткости (каркас);
4 – распорка; 5 – пригрузочный балласт

2.2. Расчистка акваторий и фарватеров

2.2.1. Назначение и основные методы расчистки акваторий и фарватеров

2.2.1.1. Расчистка акваторий гаваней, портов, фарватеров и мелководных рейдов от подводных объектов (затонувших кораблей, судов, образцов вооружения и военной техники, конструкций гидротехнических сооружений, обрушенных мостов и других подводных препятствий), представляющих угрозу для кораблевождения, производится в целях обеспечения безопасности судоходства и возобновления эксплуатации портов и гаваней.

2.2.1.2. Основными методами расчистки акваторий и фарватеров от подводных объектов являются подъем объекта целиком или его разделка на части с последующим подъемом или уничтожением на грунте.

2.2.1.3. Разделка производится при наличии у подводного объекта значительных повреждений корпусных конструкций, что делает невозможным подъем его целиком в результате нарушения общей продольной прочности. Кроме того, разделка может быть применена при отсутствии в районе работ судоподъемных средств требуемой грузоподъемности, а также в случае, если затонувший объект не представляет ценности и не подлежит восстановлению.

2.2.1.4. Разделку подводных объектов выполняют следующими основными способами:

– с использованием средств подводной сварки и резки;

– взрывами;

– с использованием механических усилий.

2.2.1.5. Способ разделки подводного объекта выбирают, исходя из его индивидуальных конструктивных особенностей, характера повреждений корпуса, оперативной необходимости расчистки акватории или фарватера, наличия технических средств, гидрологических особенностей района работ, местонахождения близлежащих гидротехнических сооружений и т.п.

2.2.2. Разделка подводных объектов с использованием средств сварки и резки

2.2.2.1. Подводную электродуговую, электрокислородную и экзотермическую резку для разделки подводных объектов применяют преимущественно в сочетании с разделкой взрывами. Как самостоятельное средство перечисленные виды резки применяются для разделки подводных объектов малого водоизмещения и простых конструкций, а также когда другие способы неприемлемы, причем предпочтение отдается экзотермической резке, как более эффективной и универсальной. Другие известные способы резки под водой такие, как бензокислородная и плазменная, имеют ограниченное применение.

2.2.2.2. Основным преимуществом применения средств подводной сварки и резки является возможность производить разделку подводных объектов ограниченным количеством сил и средств.

2.2.2.3. Порядок разделки и удаления подводного объекта определяется планом, который составляют после его детального обследования. В плане должны быть учтены вопросы техники безопасности, а также меры по предотвращению загрязнения водоемов и охраны окружающей природной среды.

2.2.2.4. Масса и габариты отделяемых частей (секций) подводного объекта зависят от цели выполнения работ, а также технических возмож-

ностей применяемых подъемных и других средств (плавучих кранов, судоподъемных понтонов, гиней и пр.).

2.2.2.5. При определении возможности разделки подводного объекта на части следует тщательно изучить его конструкцию и характер полученных повреждений, установить размеры элементов набора и обшивки корпуса, фундаментов и креплений главных механизмов. Указанные сведения могут быть получены как из рабочей конструкторской документации, так и по результатам подводного обследования.

Особое внимание обращают на состояние корпуса и возможность доступа к участкам, где намечается проводить разделку, наличие и расположение цистерн с топливом и маслом, а также взрывоопасных предметов.

2.2.2.6. Перед началом разделки все горюче-смазочные материалы из подводного объекта откачивают в специальные емкости. Цистерны и емкости, в которых они находились, заполняют водой. Взрывоопасные предметы выгружают.

2.2.2.7. При составлении плана работ по разделке подводного объекта учитывают:

– степень подготовки личного состава и технических средств к работам в соответствующих условиях, характеризуемых глубиной, освещенностью, прозрачностью воды, характером грунта, течением;

– способ, технологию и последовательность разделки в зависимости от типа подводного объекта, его положения на грунте, характера повреждений и имеющихся в наличии средств разделки.

2.2.2.8. Выбор линий реза осуществляют с учетом следующих требований:

– обеспечения минимальной длины, для чего линии реза должны проходить через грузовые люки, вырезы или пробоины;

– доступности места работ для водолазов;

– обеспечения безопасности работы водолазов, для чего четко определяют очередность реза, препятствующую обрушиванию перерезаемой конструкции;

– получения заданных масс и габаритов отделяемых частей объекта, не превышающих возможности используемых грузоподъемных средств. Для этого расстояние между линиями реза принимают из расчета, чтобы масса отделяемой конструкции составляла 70–80 % от грузоподъемности крана, а габариты соответствовали высоте подъема гаков и величине вылета грузовых стрел.

2.2.2.9. В план разделки включают эскизы отдельных узлов с указанием контуров резки и ее последовательности. При этом все секции и узлы должны иметь поперечные переборки или другие прочные связи, не допускающие появления больших деформаций при их подъеме или вытаскивании на берег.

2.2.2.10. Основными объектами, подвергающимися разделке группами ПТР с помощью средств подводной сварки и резки, являются затонувшие суда.

2.2.2.11. Затонувшие суда небольшого водоизмещения разделывают в направлении от оконечностей к миделю, последовательно отделяя секции по всему поперечному сечению корпуса. При этом рекомендуется приступать к отделению последующей секции только после извлечения ранее отрезанной части корпуса. При разделке судов, как правило, в начале перерезается днище, затем линия реза проходит по бортам снизу вверх. В последнюю очередь разрезается палуба.

2.2.2.12. Затонувшие суда большого водоизмещения, имеющие несколько палуб, надстройки и механизмы значительных габаритов и масс, разделывают в несколько этапов. В первую очередь отделяют и поднимают надстройки судна, палубные механизмы и другие конструкции. Затем вскрывают палубы и извлекают основные механизмы. Последующая разделка бортов производится отдельными частями по ярусам. После отделения бортов от днища и их удаления приступают к разделке днища. При разделке корпуса по ярусам поперечные резы должны быть только снизу вверх.

2.2.2.13. При разделке судов, имеющих крен, сначала перерезают днище, борт и палубу со стороны крена, и только потом оставшуюся часть с противоположного борта. Чтобы предотвратить сползание отделяемых частей судна в сторону крена, следует при разрезании оставить несколько прочных связей, а затем перебить их одновременным взрывом.

2.2.2.14. При положении судна вверх килем разделку начинают с палубы и бортов.

2.2.2.15. Спуск водолаза-резчика производят после его подробного ознакомления с характером участка реза и последовательностью выполнения работ, доведения инструкций и правил техники безопасности.

2.2.2.16. Места резов очищают от грязи, ржавчины и окалины до металлического блеска. На зачищенной поверхности с помощью водостойкой краски размечают расчетные линии реза, намечают проходы в палубах и в обшивке корпуса для обеспечения доступа во внутренние помещения разделываемого объекта.

2.2.2.17. Резку профильного металла, особенно в местах перехода толщин от меньших к большим, регулируют скоростью перемещения электрода так, чтобы не оставалось не разъединенных участков в виде металлических перемычек (мостиков).

При увеличении толщины разрезаемого металла необходимо соответственно регулировать режимы тока и подачу режущего кислорода.

2.2.2.18. Для выполнения работ по сварке и резке металла под водой электродуговым способом комплектуют водолазную станцию в составе

не менее трех водолазов. Одного из водолазов назначают для работы под водой. Второй водолаз является обеспечивающим. Третий водолаз, одновременно являясь страхующим, обслуживает средства связи, следит за показаниями электроизмерительных приборов и по команде работающего водолаза включает и выключает ток.

2.2.2.19. При резке металла электрокислородным способом дополнительно назначают четвертого водолаза, который следит за показаниями манометров кислородных баллонов, регулирует редуктором давление кислорода, проверяет работу электрододержателя и подготавливает электроды для работающего водолаза.

2.2.2.20. Количественный состав водолазной станции увеличивают, если этого требуют характер и объем выполняемых под водой работ. Дополнительно могут быть привлечены рабочие для подноски баллонов с газами, для подачи металлических заплат, переноски беседок и др.

2.2.2.21. В зависимости от места проведения работ оборудование для сварки и резки размещают или на судне, или на берегу. Сварочный агрегат устанавливают не ближе 6–7 м от места работ, но, как правило, не более 10–15 м. Располагать сварочный агрегат на большом расстоянии не рекомендуется, так как удлинение сварочной цепи ведет к потере электроэнергии.

Баллоны с кислородом надежно закрепляют на палубе. Всю контрольно-измерительную аппаратуру и рубильник размещают в непосредственной близости от страхующего водолаза.

2.2.2.22. Перед началом работ проверяют исправность сварочного агрегата (приложение 5), надежность контактных соединений сварочных кабелей, один из которых идет к изделию, а другой к электрододержателю, герметичность шланговых соединений. Отрезок кабеля, соединенный с электрододержателем, тщательно изолируют. Место присоединения кабеля к свариваемой детали зачищают до металлического блеска, а конец кабеля надежно прижимают к детали струбцинами, болтами или другими приспособлениями. Сварочный агрегат перед началом работы надежно заземляют.

2.2.2.23. К выполнению работ по сварке и резке под водой допускают водолазов, прошедших соответствующее обучение, имеющих квалификационное свидетельство и допущенных к этим работам приказом командира части.

2.2.2.24. Дуговая резка в подводных условиях, как правило, производится стальными электродами со специальной обмазкой, которые обеспечивают устойчивость дуги за счет выделения большого количества газов из электродной обмазки (приложение 6).

2.2.2.25. При электродуговой резке водолаз-резчик выполняет следующие технологические операции:

– плотно закрепляет (зажимает) оголенный конец электрода в электрододержателе;

– ставит электрод под прямым углом к плоскости разрезаемого металла и дает команду по телефонной связи «Дать ток»;

– возбуждает электрическую дугу;

– производит резку одним электродом;

– по окончании резки дает команду по связи «Снять ток» и после получения доклада о его выполнении («Ток снят») удаляет огарок электрода из головки электрододержателя. Длина огарка должна быть не менее 60 мм.

2.2.2.26. Резку дуговым способом начинают от кромки листа. Для этого сначала оплавляют нижний край листа, а затем переходят к верхней поверхности листа. Если это не представляется возможным, то сначала прожигают отверстие и от него ведут резку. Ширину реза при этом способе поддерживают на 2–3 мм больше диаметра электрода, включая обмазку.

2.2.2.27. При резке металла в нижнем положении электрод необходимо держать под углом 50–70° в сторону, обратную направлению резки. Производя давление на электрод, медленно перемещают его от верхней поверхности металла к нижней. После того как электрод будет доведен до нижней поверхности, не обрывая дуги, быстро поднимают его к верхней поверхности и т.д., производя пилообразные движения. Это особенно важно, если производится резка металла толщиной более 15 мм. Металл небольшой толщины (до 10–15 мм) можно разрезать с большой скоростью непрерывным и прямолинейным перемещением конца электрода вдоль линии реза.

2.2.2.28. Резку вертикальных листов и конструкций производят в направлении сверху вниз при наклоне электрода к горизонту под углом 40–50°. Наиболее сложной является резка конструкций в потолочном положении. Угол наклона электрода в этом положении должен составлять 70–75° к горизонту.

2.2.2.29. Электрокислородная резка в подводных условиях получила большее распространение по сравнению с электродуговой резкой. Оборудование для подводной электрокислородной резки состоит из транспортного 40-литрового баллона с кислородом, кислородного редуктора, кислородных шлангов, электрододержателя и сварочных кабелей. Для электрокислородной резки используются электроды со специальной обмазкой. Источниками питания служат сварочные агрегаты.

2.2.2.30. Перед началом резки электрокислородным способом проверяют исправность и правильность сборки оборудования. Кислородные баллоны должны быть прочно установлены и закреплены, а вентили продуты. Кислородный шланг перед присоединением к электрододержателю предварительно продувают, присоединяют к нему минусовой кабель от

источника питания сварочной цепи, а плюсовой к подводному объекту, подлежащему резке. Подачей давления в кислородный шланг проверяют на герметичность всю систему. После установки электрода производят проверку электрододержателя на герметичность, опуская его вместе с электродом в сосуд с водой и подавая под давлением кислород. При этом не должно быть просачивания кислорода (пузырей). Также не должно быть утечки кислорода и при нажатии на рычаг подачи кислорода с одновременным зажатием пальцем торца трубчатого электрода. Перед погружением водолаза под воду проверяют электрическую цепь, для чего запускают сварочный агрегат и зажигают дугу на поверхности.

2.2.2.31. Перед началом электрокислородной резки регулируют силу тока и устанавливают требуемое давление кислорода. Сила тока должна быть в пределах 250–350 А, а давление кислорода устанавливают в зависимости от толщины разрезаемого металла и глубины погружения водолаза. При толщине металла 8–10 мм давление кислорода должно равняться 1,5–2,0 кгс/см^2, а при толщине 50–60 мм оно составляет 6,7–7,0 кгс/см^2. Давление кислорода увеличивают на 1 кгс/см^2 на каждые 10 м глубины. Резку трубчатыми электродами можно проводить в любых направлениях. Время горения электрода составляет около одной минуты.

2.2.2.32. Режимы электрокислородной резки под водой указаны в приложении 7.

2.2.2.33. Экзотермическая резка обладает более высокими техническими характеристиками по сравнению с электродуговой и электрокислородной резками. Экзотермическими электродами можно резать любые конструкционные материалы, за исключением резины, при горении которой образуется шлак, препятствующий продуванию струей кислорода линии реза.

2.2.2.34. Комплект оборудования для подводной экзотермической резки включает электрододержатель, кислородный редуктор и экзотермические электроды.

Экзотермический электрод поджигается от любого источника питания как постоянного, так и переменного тока. На спасательных и водолазных судах для этого успешно могут быть использованы сварочные агрегаты, а также любые аккумуляторные батареи мощностью не менее 1,0 кВт.

2.2.2.35. При разрезании токопроводящих материалов воспламенение экзотермических электродов производят непосредственно на их поверхности. При резке или плавлении непроводящих ток материалов, таких как бетон, гранит, синтетические покрытия, для воспламенения электрода необходима плита зажигания, которая подсоединяется к кабелю заземления и размещается рядом с разрезаемым материалом.

2.2.2.36. Технологические приемы выполнения экзотермической резки в воде аналогичны приемам при электрокислородной резке. При эк-

зотермической резке водолаз-резчик выполняет следующие технологические операции:

– перед началом резки проверяет подачу кислорода, кратковременно нажимая на рукоятку клапана управления и отпуская ее;

– подает наверх команду «Включить ток» и зажигает дугу;

– после стабилизации горения дуги до отказа нажимает на рукоятку клапана управления, подает кислород и тем самым возбуждает экзотермическую реакцию;

– опускает электрод на линию реза и перемещает его вдоль нее. Угол между электродом и плоскостью реза в зависимости от обстановки может изменяться от 30 до 90°. Электрод подается в зону горения с нажимом;

– прекращает резку, когда остается огарок электрода длиной 7–8 см.

– убедившись в отключении электрического тока, удаляет огарок и вставляет в электрододержатель новый электрод.

2.2.2.37. При производстве работ по подводной сварке и резке необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

– к выполнению работ по подводной резке и сварке допускаются водолазы, имеющие квалификацию водолаз-сварщик (резчик) и выполнившие нормы работ, предусмотренные действующими ПВС ВМФ;

– подводная резка и сварка выполняется только в зимней водолазной рубахе или гидрокомбинезоне с приклеенными рукавицами или перчатками. На голову водолаза должна быть обязательно надета феска. Производить подводную резку и сварку незащищенными руками **запрещается**;

– работы по подводной резке и сварке разрешается выполнять только в исправном водолазном снаряжении с закрепленным на переднем иллюминаторе шлема откидным защитным приспособлением или темным защитным стеклом (светофильтром);

– все токоведущие части сварочной цепи, включая электрододержатели, оборудуются надежной электрической изоляцией;

– сварочная цепь должна быть обязательно выполнена двухпроводной. Использовать металл разрезаемой конструкции, а также воду в качестве обратного провода запрещается;

– сварочные кабели, проложенные по палубе, должны иметь надежную защиту от механических повреждений и высокой температуры.

2.2.2.38. Во избежание поражения водолаза-сварщика (резчика) электрическим током необходимо:

– в случае повреждения рубахи или шлема и попадания воды внутрь снаряжения немедленно выключить электрический ток, поднять водолаза наверх и заменить поврежденную часть водолазного снаряжения;

– включать и выключать ток только по команде водолаза. В случае потери связи с водолазом ток должен быть немедленно выключен;

– производить смену электродов только при разомкнутой сварочной цепи после получения подтверждения по связи о выключении тока и проверки огарком отсутствия искры.

2.2.2.39. При производстве работ по подводной резке и сварке водолазу-сварщику (резчику) категорически запрещается:

– браться рукой (даже в рукавицах) за электрод и другие неизолированные элементы цепи, находящиеся под напряжением;

– подносить электрод, находящийся под напряжением, к водолазному шлему во избежание прожига шлема;

– класть электрододержатель с электродом, находящимся под напряжением, на грунт, беседку или на разрезаемую конструкцию.

2.2.2.40. В случае поражения водолаза-сварщика(резчика) электрическим током следует немедленно выключить ток, поднять водолаза на поверхность, быстро снять с него снаряжение и до прихода врача оказать пострадавшему первую медицинскую помощь, обеспечив доступ свежего воздуха и, если нужно, искусственное дыхание.

2.2.2.41. Во избежание возникновения возгораний и взрывов горючих жидкостей и газов в помещениях и цистернах объекта ПТР, соблюдать следующие правила:

– всегда точно знать, чем заполнено помещение, расположенное непосредственно за обшивкой или переборкой, подлежащей резке или сварке;

– при выполнении работ в отсеках корабля должны быть приняты меры к отводу из них образующихся при резке (сварке) газов и воздушной подушки. Воздушная подушка и газы должны быть отведены через отверстия, проделанные в верхней части отсека;

– бункеры и цистерны, освобожденные от топлива, должны быть полностью забалластированы водой. Наличие в них воздушных подушек не допускается;

– во избежание взрыва при подаче кислорода в электрододержатель не разрешается смазывать его маслом или жиром;

– место спуска водолаза должно быть очищено от плавающих следов горючего и смазочных материалов.

2.2.2.42. При выполнении экзотермической резки необходимо принять меры по предотвращению хлопков – взрывов при воспламенении продуктов горения в кислороде. Взрывы происходят при скоплении газовых объемов под нависающими конструкциями на расстоянии до 1,5–2,0 м. Отмечены случаи детонации внутри электрода, а также на грудной клетке водолаза, закрывающего собой истечение вверх продуктов горения. Действенной мерой является прорезание отверстий в нависающих конструкциях, а также своевременное изменение положения водолаза в водной среде для рассеивания окружающих его продуктов горения.

Особую опасность при экзотермической резке представляют отсеки с замасленными поверхностями.

2.2.2.43. Для предупреждения падения отрезаемых конструкций на водолаза-резчика необходимо:

– строго соблюдать установленную техническим проектом очередность резки;

– запретить водолазу находиться под отделяемой конструкцией;

– остропить отделяемую конструкцию перед резкой. Во время резки стропы должны поддерживаться в натянутом положении.

2.2.3. Разделка подводных объектов взрывами

2.2.3.1. Разделка подводных объектов взрывами производится на безопасном расстоянии от гидротехнических и береговых сооружений при необходимости срочного возобновления эксплуатации акваторий и фарватеров.

2.2.3.2. Разделка подводных объектов взрывами может выполняться следующими способами:

– разделка на части с последующим их подъемом или удалением на безопасное расстояние;

– разделка подводных объектов с раскладкой их частей по грунту;

– разрушение крупногабаритных подводных препятствий природного и техногенного характера, мешающих судоходству.

2.2.3.3. Решение о производстве взрывных работ и применяемом способе разделки подводного объекта принимают по результатам предварительного водолазного обследования и оформляют в соответствии с действующим «Наставлением по службе штабов». Решение утверждается Командующим флотом или Командиром ВМБ и согласовывается с руководством местного административного образования.

2.2.3.4. На основании принятого решения в целях обеспечения безопасности выполнения взрывных работ издается приказ Командующего флотом или Командира ВМБ, в котором предусматривается организация:

– работ по расчистке акватории или фарватера;

– боевого охранения (оцепления) в районе проведения взрывных работ;

– связи и оповещения (через оперативную службу УПАСР флота) старшего морского начальника, администрации местного самоуправления, а также воинских частей и гражданских организаций, расположенных вблизи района проведения взрывных работ;

– связи внутри подрывной команды, а также между командиром подрывной команды и руководителем работ (старшим начальником) с использованием технических, зрительных и звуковых средств связи (радио-

станций УКВ диапазона, телефонов, мегафонов, сигнальных фонарей направленного действия, флагов, звуковых сигналов и т.п.), а также рассыльных.

2.2.3.5. В развитие приказа Командующего флотом или Командира ВМБ Начальником УПАСР флота (СПАСР ВМБ, флотилии) издается приказ, определяющий организацию разделки подводного объекта взрывами, а также определяется поименный список личного состава, участвующего в работах и ответственных за выполнение каждого из технологических этапов работ.

2.2.3.6. Работы по разделке подводного объекта взрывами в общем случае должны включать следующие технологические этапы:

– предпроектное водолазное обследование объекта и близлежащего района донного грунта;

– разработку проекта взрывных работ;

– удаление всех обнаруженных взрывоопасных грузов и газозаполненных подушек из помещений подводного объекта и с грунта вокруг него;

– разметку мест укладки зарядов;

– изготовление зарядов;

– укладку и закрепление зарядов;

– взрывание зарядов;

– водолазное обследование района работ.

2.2.3.7. Для выполнения взрывных работ в составе группы ПТР организуют специальные подрывные команды из числа водолазов, прошедших соответствующую подготовку и имеющих квалификацию «водолаз-взрывник». Командиром подрывной команды, как правило, назначается водолазный специалист, допущенный к руководству взрывными работами. При выполнении взрывных работ повышенной сложности к руководству подрывной командой должны привлекаться специалисты-минеры (саперы, взрывники), назначенные в установленном порядке.

2.2.3.8. Предпроектное водолазное обследование подводного объекта производится в целях уточнения и тщательного документирования его повреждений, обнаружения взрывоопасных грузов, снятия размеров элементов набора и обшивки корпуса, фундаментов и подкреплений главных механизмов и т.д.

Одновременно с обследованием подводного объекта должно выполняться обследование дна акватории вокруг него на площади радиусом не менее 100 м в целях поиска взрывоопасных предметов.

2.2.3.9. К обследованию подводного объекта могут привлекаться телеуправляемые подводные аппараты, в случае если существует опасность для жизни водолаза, а также в целях ускоренного и более качественного осмотра больших площадей дна акватории с документированием на ви-

деопленку или оптические носители для последующего просмотра и анализа.

2.2.3.10. По результатам обследования составляется «Акт обследования объекта ПТР» по форме, приведенной в приложении 4, с дополнительным указанием в нем количества и мест расположения взрывоопасных грузов и предметов, а также газозаполненных подушек в помещениях подводного объекта. Кроме того, разрабатывается планшет нахождения взрывоопасных предметов на дне вокруг подводного объекта с указанием их типа и глубин затопления.

К водолазному обследованию следует привлекать водолазов-взрывников, которым будет поручено выполнение взрывных работ.

2.2.3.11. По результатам обследования специалисты штаба УПАСР флота (СПАСР ВМБ, флотилии) разрабатывают проект производства взрывных работ. В наиболее сложных и ответственных случаях к разработке проекта могут быть привлечены специалисты специализированных научно-исследовательских и проектных организаций ВМФ и других ведомств.

Проект производства взрывных работ в общем случае должен включать в себя:

– перечень руководящих документов, использованных при разработке проекта;

– характеристику подводного объекта;

– краткую характеристику района проведения подводных взрывных работ, полное наименование района с указанием местных (гидрологических, геологических) условий, особенности производства работ в акватории порта и расположение в пределах опасной зоны гидротехнических сооружений;

– обоснование выбранного способа взрывных работ;

– характер и организацию предстоящих работ;

– мероприятия по мерам безопасности, исходя из конкретных условий и особенностей объекта работы;

– расчет массогабаритных характеристик отделяемых секций и определение местоположения линий реза;

– расчет суммарной массы заряда;

– определение типов и величины зарядов;

– определение безопасного расстояния от действия воздушных и сейсмических волн;

– расчет электровзрывной сети с учетом числа одновременно взрываемых зарядов и их массы, принятого типа электродетонаторов источника тока, сечения проводов, максимального общего сопротивления взрывной сети по формулам, приведенным в приложении 8;

– календарный план-график производства взрывных работ;

– перечень необходимых технических средств и имущества.

2.2.3.12. Разработанный и утвержденный проект производства взрывных работ согласовывается со всеми заинтересованными организациями Департамента морского транспорта Минтранса РФ, МинЧС РФ, Госкомрыболовства РФ, Российского агентства по судостроению и др. и представляется на утверждение Командующему флотом или Командиру ВМБ, который дает разрешение на производство взрывных работ.

После получения разрешения составляется уточненный временной график, в котором фиксируются дни и время проведения фактических взрывных работ.

2.2.3.13. Одновременно с разработкой проекта взрывных работ производятся мероприятия по удалению обнаруженных при обследовании горючих и взрывоопасных грузов и предметов, а также газозаполненных подушек из помещений подводного объекта.

К горючим и взрывоопасным грузам и предметам относятся:

– оружие и боеприпасы (ракеты, мины, торпеды, авиационные и глубинные бомбы, артиллерийские снаряды и т.п.);

– фрагменты оружия и боеприпасов, содержащие элементы боевых зарядных отделений (БЗО);

– фрагменты элементов двигателей ракет и торпед, содержащих топливо;

– взрывчатые вещества (тротил, динамит и т.д.).

Кроме того, взрывоопасными являются пары горючих веществ (нефти, керосина, гидразина и т.п.), скапливающиеся в воздушных подушках не полностью затопленных отсеков.

2.2.3.14. При выгрузке или удалении горючих и взрывоопасных грузов необходимо руководствоваться следующими положениями:

– подъем оружия и боеприпасов должен производиться в соответствии с требованиями действующих Правил водолазной службы ВМФ и Инструкции по водолазному поиску, подъему или уничтожению мин, торпед и других видов боеприпасов. К подъему оружия и боеприпасов в максимальной степени должны привлекаться телеуправляемые подъемные аппараты;

– жидкое топливо следует удалять путем открытия горловин и откачки насосами в цистерны специально выделенных для этих целей наливных судов. Остатки топлива могут быть удалены заполнением отсека водой или отжатием воздухом. Все работы по удалению топлива должны производиться только после установки наплавного бонового заграждения типа «Рапид» с последующим сбором остатков топлива с поверхности с помощью специализированных судов. Сливать топливо в море категорически воспрещается;

– пары горючих материалов удаляются посредством вентиляции или нейтрализуются заполнением отсеков инертными газами (углекислым газом или азотом).

2.2.3.15. Разметка мест укладки зарядов производится общепринятыми способами (вешками, линем с метками, краской и т.п.) в зависимости от принятого способа разделки подводного объекта взрывами в соответствии с проектом производства взрывных работ.

2.2.3.16. При разделке подводного объекта на части с последующим их подъемом или удалением на безопасное расстояние в период разработки проекта и выполнения разметки необходимо учитывать, что основным принципом разделки является последовательное перебивание их конструкций в направлении снизу вверх. Перебивание должно производиться таким образом, чтобы последующий заряд размечался и закреплялся несколько выше реза, полученного после подрыва предыдущего.

2.2.3.17. При многоярусной разделке подводного объекта первоначально разделывается и удаляется верхний ряд, затем части корпуса, расположенные ниже. Однако и в этом случае поперечные резы каждого ряда также должны выполняться снизу вверх.

2.2.3.18. Разметку мест укладки зарядов в продольном направлении выполняют от одной оконечности к другой или от обеих оконечностей к мидель-шпангоуту. Отделение очередной секции рекомендуется производить только после подъема ранее отделенной. Линия реза должна иметь небольшой наклон или разбиваться уступами для предотвращения зацепления отделяемой секции за оставшуюся часть в период подъема.

2.2.3.19. Последовательность разделки затонувшего судна взрывным способом и массогабаритные характеристики отделяемых фрагментов соответствуют требованиям, изложенным в п.п. 2.2.2.8 и 2.2.2.11–2.2.2.13.

2.2.3.20. При разделке подводных объектов с раскладкой их частей по грунту, а также при разрушении крупногабаритных подводных препятствий природного и техногенного характера размещение зарядов должно обеспечивать наиболее полное уничтожение объекта. В связи с этим закладка зарядов обычно производится в котлованы и туннели, прорытые под корпусом подводного объекта, а также внутрь его помещений.

2.2.3.21. Разметка мест котлованов и туннелей, в которые закладывают подрывные заряды, производится с помощью капронового или пенькового линя, на котором в соответствующих местах ставятся марки с обозначением границ. Водолаз натягивает и закрепляет размеченный линь вдоль подводного объекта в верхней его части. Правильность установки линя должна определяться по местонахождению характерных корпусных конструкций объекта. В местах марок, установленных на лине, водолаз присоединяет к конструкциям объекта или к специально закрепленным обухам вертикальные вески, которые опускаются до грунта и служат указателями мест котлованов и туннелей.

2.2.3.22. При любом из способов разделки подводного объекта взрывами разметка должна производиться с учетом того, чтобы места укладки

зарядов и места прохождения резов были доступны для водолазов и обеспечивали безопасность их работы.

Кроме того, должна обеспечиваться возможность контроля водолазом полноты перебивания всех связей после подрыва зарядов. Отсутствие надлежащего контроля может привести к аварийной ситуации в период подъема отделяемых секций из-за наличия не перебитых связей или недостаточно полной раскладки частей объекта по грунту (возникновения завалов).

2.2.3.23. При разделке подводных объектов взрывами используются заряды взрывчатых веществ промышленного изготовления, а также заряды, изготавливаемые непосредственно на месте работ. Масса зарядов зависит от физико-химических свойств материала и габаритов подрываемых конструкций и определяется расчетом в период разработки проекта производства взрывных работ. По форме и характеру действия различают сосредоточенные, удлиненные (шнуровые), кумулятивные и фигурные заряды (рис. 2.2.1). По расположению относительно перебиваемых конструкций они делятся на наружные и внутренние, по укладке – на контактные и неконтактные.

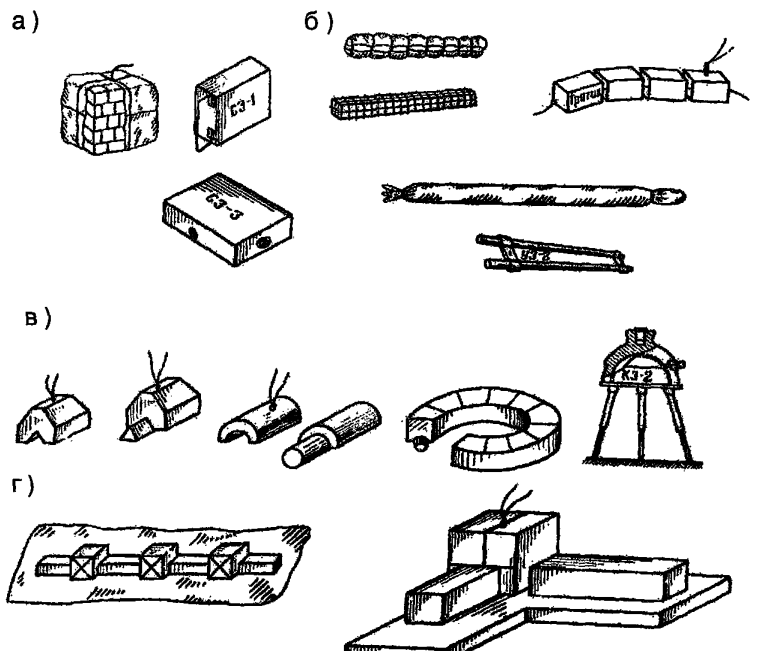


Рис. 2.2.1. Внешний вид различных типов зарядов ВВ:
а) сосредоточенные; б) удлиненные; в) кумулятивные; г) фигурные

2.2.3.24. В качестве взрывчатых веществ, используемых при разделке подводных объектов взрывами, применяют взрывчатые вещества, характеристики которых приведены в табл. 1 приложения 9. Рекомендуется использовать тротил, который из всех взрывчатых веществ обладает наибольшей химической и физической стойкостью и наименее чувствителен к внешним воздействиям, т.е. является наиболее безопасным взрывчатым веществом.

2.2.3.25. Получение, перевозка и хранение взрывчатых веществ, а также изготовление зарядов и их подрыв осуществляется в соответствии с действующим «Руководством по подрывным работам».

2.2.3.26. Сосредоточенные заряды (СЗ-1, СЗ-3, СЗ-3А, СЗ-6) используются для перебивания составных металлических конструкций, балок, гребных валов и т.п., а также для раскладки по грунту или разрушению различных подводных объектов и крупногабаритных препятствий. Заряды изготавливаются из прессованного (шашки) и порошкообразного тротила, помещенного в оболочки. В качестве оболочек могут быть использованы мешки, деревянные и металлические ящики и емкости различного назначения. Сосредоточенные заряды из тротиловых шашек могут быть изготовлены без оболочек. При этом шашки укладывают в несколько рядов по площади и высоте и скрепляют шпагатом или скотчем.

2.2.3.27. Удлиненные заряды (УЗ-2) применяются для перебивания палуб, переборок, бортовой обшивки и днища подводного объекта. Основные характеристики сосредоточенных и удлиненных зарядов промышленного изготовления приведены в табл. 2.2.1.

Таблица 2.2.1

Основные характеристики зарядов взрывчатых веществ

Наименование заряда	Масса вещества, кг	Масса заряда с оболочкой, кг	Размеры заряда, мм	Упаковка
СЗ-1	1,0	1,4	65×116×126	В деревянном ящике по 16 шт.
СЗ-3	3,0	3,7	65×171×237	В деревянном ящике по 6 шт.
СЗ-3А	3,0	3,8	98×200×142	В деревянном ящике по 6 шт.
СЗ-6	6,0	6,9	98×395×142	В деревянном ящике по 3 шт.
УЗ-2	5,3	10,2	d = 53 l = 2000	В деревянном ящике по 4 звена

2.2.3.28. Удлиненные заряды могут быть также изготовлены на месте работ из прессованного или порошкообразного взрывчатого вещества. Заряды из шашек составляют в один или несколько рядов, укладывая шашки вплотную одна к другой. Чтобы заряд не прогибался, вдоль него укладывают доску, к которой прикрепляют каждую шашку шпагатом или скотчем. Удлиненные заряды из порошкообразного тротила изготавливаются диаметром не менее 4 см, так как при меньших диаметрах возможны

отказы. Диаметр зарядов, изготавливаемых из порошкообразных взрывчатых веществ, d (см) может быть определен исходя из потребной массы 1 м заряда G (кг) по формуле:

$$d = 3{,}85 \cdot \sqrt{G}$$

2.2.3.29. Для изготовления удлиненного заряда порошкообразное взрывчатое вещество засыпают в оболочки из хлопчатобумажной ткани, выслужившие сроки пожарные рукава, старые брезентовые шланги и т.п.

2.2.3.30. При использовании на подводных взрывных работах зарядов большой массы запрещается размещать средства инициирования (электродетонаторы, детонирующий шнур) внутри заряда, так как переноска, установка на объекте и крепление зарядов становятся опасными. В этих случаях применяют боевики, представляющие собой отдельно подготовленные части зарядов с помещенными в них средствами инициирования. Для тротиловых зарядов применяются боевики массой 0,2–0,4 кг, которые изготавливаются только на месте выполнения работ с использованием тротиловых шашек соответствующей массы. Электродетонаторы помещают в боевики непосредственно перед установкой их на место. Заблаговременная подготовка и снаряжение боевиков **запрещена**.

2.2.3.31. Неиспользованные боевики по окончании рабочего дня, как правило, уничтожают подрывом. Разряжать боевики при необходимости разрешается только старшему взрывнику или командиру подрывной команды.

2.2.3.32. Кумулятивные заряды, использующиеся при разделке подводных объектов взрывами, отличаются от обычных зарядов тем, что имеют специальную выемку (кумулятивную полость), облицованную металлическим вкладышем. При взрыве кумулятивных зарядов образуется узко направленная струя жидкого металла с высокой концентрацией энергии, обеспечивающей перебивание конструкции. По сравнению с обычными зарядами кумулятивные заряды дают более чистый рез при меньшем расходе взрывчатого вещества. Основные характеристики кумулятивных зарядов промышленного изготовления представлены в табл. 2.2.2.

2.2.3.33. Линейные и кольцевые кумулятивные заряды применяют при разделке для перебивания по заданному направлению стальных листов толщиной до 30 мм и железобетонных перекрытий, а также для выбивания отверстий в стальных листах.

2.2.3.34. Кумулятивные заряды упрощенной конструкции могут быть изготовлены на месте проведения работ. Для этого необходимо вырезать в тротиловых шашках цилиндрические или треугольные выемки и поместить в них оболочки из дюралевых трубок или трубок, изготовленных из кровельного железа.

Основные геометрические размеры полостей упрощенных кумулятивных зарядов могут быть определены по соотношениям:

– диаметр кумулятивной полости удлиненного заряда, мм

$$d_{ny} = 1{,}5 \cdot \delta;$$

– диаметр кумулятивной полости сосредоточенного заряда, мм

$$d_{nc} = 1{,}25 \cdot \delta;$$

– высота кумулятивной выемки сосредоточенного заряда, мм

$$h_{вс} = 1{,}5 \cdot \delta;$$

– наружный диаметр нижнего основания заряда, мм

$$d_з = d_{nc} + (20 \div 30),$$

где δ – толщина перебиваемого металла, мм.

Таблица 2.2.2

Основные характеристики устройств кумулятивных подводных

Тип	Толщина преграды, мм, не более	Длина реза, мм	Глубина использования, м	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
				Длина	Ширина	Высота	
Устройства кумулятивные подводные прямолинейные – УКПп							
УКПп–12	12	700	300	702	178	232	2,65
УКПп–20	20	700	300	702	198	252	3,5
УКПп–30	30	700	300	702	202	257	3,99
Устройства кумулятивные подводные люковые – УКПл							
УКПл–200–16	16	200×200	300	367	235	220	5,2
УКПл–200–20	20	200×200	300	382	270	225	7,2
УКПл–700–20	20	700×700	300	882	882	230	16,2
УКПл–200–30	30	200×200	300	367	255	230	10,3
УКПл–500–30	30	500×500	300	367	270	225	21,5
УКПл–700–30	30	700×700	300	882	882	230	23,9
Устройства кумулятивные подводные трубные – УКПт							
УКПт–450–12	12	450	300	700	605	255	3,8

Примечания. 1. Применяемое взрывчатое вещество – гексоген.

2. Способ подрыва УКП – электрический.

3. Средство подрыва – взрывные конденсаторные машинки КДМ–1, КДМ–2, ВКМ–1/35 или взрывной патрон ПВГУ–4.

4. Средство передачи сигнала – саперный провод СП–1.

5. Средство проверки взрывной сети – контрольно-измерительный прибор ИВП–2.

6. Средство установки на корпусе – постоянные магниты на УКП всех типов.

2.2.3.35. Фигурные заряды предназначены для управления интенсивностью силы взрыва в местах переменной прочности корпусных конструкций подводного объекта. Они составляются из больших и малых

тротиловых шашек таким образом, чтобы против более прочных сечений разделываемой конструкции приходилось наибольшее количество взрывчатого вещества. Эти заряды применяются для перебивания различных фигурных конструкций, стальных балок, ферм мостов и т.п.

При расчете фигурных зарядов каждая составная часть заряда, предназначенная для перебивания того или иного элемента конструкции, рассчитывается отдельно.

2.2.3.35. Стальные элементы конструкций (листы, балки, трубы, стержни, тросы) подрываются или перебиваются, как правило, контактными зарядами, которые должны плотно прилегать к подрываемым элементам. В случае неплотного прилегания зарядов величина воздушного или водяного зазора должна включаться в расчетную толщину перебиваемых элементов. Подрыв стальных элементов конструкций неконтактными зарядами производится лишь в исключительных случаях и при условии, что концы этих элементов закреплены в узлах конструкции.

2.2.3.36. Элементы конструкций из бетона и железобетона перебиваются наружными контактными и внутренними зарядами, располагаемыми в нишах, скважинах, шпурах и т.п.

2.2.3.37. Массы контактных зарядов для перебивания различных элементов металлических конструкций рассчитываются по следующим формулам:

– для перебивания палубы

$$G = k \cdot F;$$

– для перебивания палубы и обшивки с набором, двойного дна и других конструкций, состоящих из нескольких элементов,

$$G = k_1 \cdot F_1 + k_2 \cdot F_2 + \ldots + k_n \cdot F_n;$$

– для перебивания стальных труб

$$G = k \cdot \pi \cdot D \cdot \delta;$$

– для перебивания стальных стержней, прутьев, брусков

$$G = k \cdot D^2;$$

– для перебивания тросов

$$G = k \cdot D^3,$$

где G – масса заряда взрывчатого вещества, кг;

F, F_1, F_2, ..., F_n – площадь поперечного сечения элементов перебиваемой конструкции, см^2;

D – диаметр конструкции, см;

δ – толщина стенки трубы, см;

k, k_1, k_2, ..., k_n – коэффициенты для каждого элемента перебиваемой конструкции, определяемые по табл. 2.2.3. Представляют собой количество тротила, необходимого для перебивания единичной площади (1 см^2) сечения металла. Для взрывчатых веществ других типов должна вводиться поправка.

Таблица 2.2.3

Значения коэффициентов k для расчета зарядов взрывчатых веществ

Наименование перебиваемых конструкций	Толщина, мм	Коэффициент k, г/см²
1. Отдельные листы, наружная обшивка, палубный настил без набора	4–10 10–20 20–25	20 25 40
2. Наружная обшивка, палубный настил при их перебивании с набором	4–10 более 10	25 30
3. Профильная сталь (угловая, тавровая, швеллеры и т.п.)	4–10 более 10	20 25
4. Элементы набора, перебиваемые отдельно: – стрингеры – бимсы – шпангоуты – пиллерсы, трубы	 – – – –	 25–30 25–30 25–30 25
5. Двойное дно, перебиваемое по всему сечению одним удлиненным зарядом, уложенным с наружной стороны днища: – обшивка наружного днища – набор, прилегающий к наружному днищу – набор, прилегающий к обшивке второго дна – настил второго дна – горизонтальный киль – брусковый киль – вертикальный киль	 до 15 – – – – – –	 25 40 50 50 25 100 50
6. Двойное дно, перебиваемое по всему сечению одним зарядом, уложенным на настиле второго дна: – обшивка второго дна – стрингеры, междудонный лист – вертикальный киль – брусковый киль – обшивка наружного днища	 до 10 до 12 – – до 15 более 15	 25 25 60 100 30 30
7. Двойное дно, перебиваемое из междудонного пространства подрывом серии зарядов: – настил второго дна – стрингеры, междудонный лист – вертикальный киль – брусковый киль – обшивка наружного днища	 до 10 до 12 – – до 22	 25 25 40 100 40
8. Круглый прокат из обыкновенной стали	–	80
9. Сплошные валы и круглый прокат из специальной стали	–	100
10. Стальной канат диаметром	до 40 более 40	100 200
11. Броня	до 40 более 40	50 100
12. Фундамент главных механизмов	–	50
13. Палубный деревянный настил	до 100	1
14. Деревянные связи при укладке заряда вплотную: – мягкие породы – твердые породы	 до 300 до 300	 0,5–1,0 1–2

2.2.3.38. При перебивании элементов конструкций подводного объекта, омываемых водой только со стороны приложения зарядов, масса контактных зарядов уменьшается в 1,5 раза по сравнению с расчетной величиной.

2.2.3.39. При подрыве стальной обшивки подводного объекта контактными зарядами, расположенными с внутренней стороны конструкции, омываемой водой, масса зарядов увеличивается в 2 раза. Перебивание стальных плит, полос и других элементов может быть обеспечено контактными зарядами без увеличения массы, если со стороны, противоположной заряду, к подрываемому элементу прикрепить деревянный брусок или полую водонепроницаемую коробку. При этом размеры бруска или коробки должны быть не меньше размеров заряда.

2.2.3.40. Круглый прокат, сплошные стальные валы и канаты обычно перебивают сосредоточенными зарядами, составленными из двух частей. Заряды располагают с двух противоположных сторон перебиваемого элемента со сдвигом один относительно другого (рис. 2.2.2а). Взрыв обоих зарядов должен производиться одновременно.

Перебивание полых валов производится одним зарядом, уложенным на вал (рис. 2.2.2б, в).

2.2.3.41. При перебивании клепанных листов или составных пакетов из листового металла, а также при наличии между листами воздушного или водяного промежутка за расчетную толщину сечения необходимо принимать общую толщину пакета и промежутка между листами.

В случае если головки заклепок находятся под зарядом, их высоту с одной стороны листа следует прибавлять к суммарной толщине перебиваемых листов.

2.2.3.42. При разделке железобетонных подводных объектов взрыв первоначально разрушает наиболее слабую составляющую часть – бетон, а стальную арматуру чаще всего только деформирует. Увеличение расхода взрывчатого вещества для перебивания железобетона не гарантирует положительного результата. В связи с этим разделку железобетонных конструкций взрывами целесообразно производить в два технологических этапа:

– выбивание бетона с помощью сосредоточенных или удлиненных зарядов;

– перебивание (перерезание) арматуры взрывами или с помощью подводной экзотермической (электрокислородной) резки.

2.2.3.43. При перебивании удлиненных подводных железобетонных объектов (колонн, столбов, балок) крепление зарядов и подрыв производятся теми же способами, что используют при разрушении круглого металлического проката.

2.2.3.44. Массу сосредоточенного контактного заряда (кг) для подрыва подводного железобетонного объекта рассчитывают по формуле:

$$G = A \cdot B \cdot R^3,$$

где А – коэффициент, зависящий от свойств подрываемого материала и определяемый по табл. 2.2.4;

В – коэффициент, зависящий от расположения заряда и определяемый по табл. 2.2.5;

R – необходимый радиус разрушения, м.

$$R = f(H),$$

где Н – толщина перебиваемой конструкции, м.

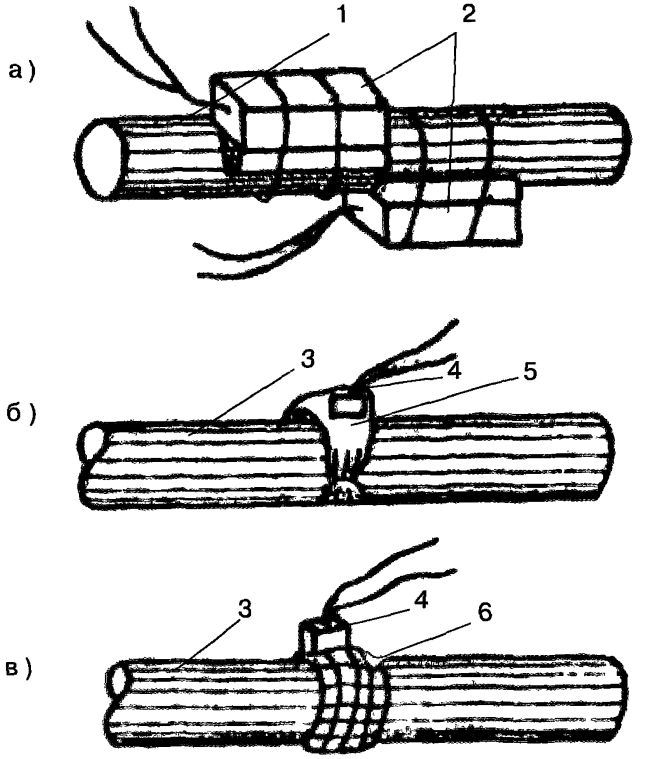


Рис. 2.2.2. Схема расположения зарядов взрывчатого вещества при перебивании валов:
а) сплошных; б, в) полых; 1 – круглый прокат или стальной канат; 2 – сосредоточенный заряд; 3 – полый вал; 4 – боевик; 5 – удлиненный заряд; 6 – кумулятивный заряд

Таблица 2.2.4

Значения коэффициента А для различных подрываемых материалов

Наименование материала и характер подрывных работ	Значение коэффициента А	Примечание
Бетон строительный	1,50	–
Бетон фортификационный	1,80	–
Железобетон – выбивание бетона – выбивание бетона с частичным перебиванием арматуры	 5,0 20,0	 Арматура не перебивается Перебиваются ближайшие к заряду прутья арматуры

Таблица 2.2.5

Значение коэффициента В для различных случаев расположения зарядов

Способ расположения заряда	Значение коэффициента В	Расчетная величина радиуса разрушения
Наружный заряд	9,0	R = H
Заряд заложен в нише и находится заподлицо с поверхностью конструкции	5,0	R = H
Заряд заложен в скважине глубиной 1/3 толщины конструкции	1,7	R = 2/3 H
Заряд заложен в скважине глубиной 1/2 толщины конструкции	1,3	R = 1/2 H

2.2.3.45. Масса удлиненного заряда G (кг) для перебивания подводных железобетонных объектов рассчитывается по формуле:

$$G = 0{,}75 \cdot A \cdot B \cdot R^2 \cdot L,$$

где L – длина заряда, м.

2.2.3.46. Для перебивания железобетонных плит (бортов и днищ судов, элементов плавучих доков, конструкций гидротехнических сооружений) можно определить удельный расход тротила (на 1 м реза) в зависимости от толщины перебиваемой конструкции по опытным данным, приведенным в табл. 2.2.6. Рассчитанные заряды при взрыве дают ширину реза до 2,0 м.

Таблица 2.2.6

Удельный расход тротила (на 1 м реза) для перебивания железобетонных плит

Толщина железобетонных плит, см	Удельный расход тротила, кг	Толщина арматуры, мм	Состояние арматуры после взрыва
9–11	4	6–8	Перебивается
12–14	5–8	8–10	Перебивается
15–16	9–12	10–18	Не перебивается
17–20	13	18–32	Не перебивается

2.2.3.47. Разрушение крупногабаритных подводных препятствий природного и техногенного происхождения обычно производится путем взрывания системы зарядов взрывчатых веществ, состоящей из зарядов двух типов:

– зарядов режущего действия, предназначенных для перебивания конструкций подводного объекта по намеченным линиям реза;

– зарядов метательного действия, предназначенных для разбрасывания (раскладывания) частей объекта по грунту.

2.2.3.48. Массу зарядов режущего действия системы зарядов взрывчатых веществ рассчитывают в соответствии с рекомендациями п. 2.2.3.37.

Расчет массы зарядов метательного действия (кг) производится по формуле:

$$G = k \cdot S^3 + \frac{1 + 0{,}1 \cdot h}{1{,}6},$$

где k – коэффициент, определяемый по табл. 2.2.7;

S – расстояние от заряда до наиболее удаленной точки взрываемого объекта, м (принимают в зависимости от расстояния между зарядами по длине и ширине подводного объекта с таким расчетом, чтобы сферы действия соседних зарядов перекрывали друг друга);

h – глубина взрыва, м.

Таблица 2.2.7

Значения коэффициента k для расчета массы зарядов метательного действия

Тип подводного объекта	Значение коэффициента
Военный корабль, пассажирское судно	6
Десантный корабль, нефтеналивное, сухогрузное судно	5
Конструкции различного назначения	6

2.2.3.49. Эффект взрыва увеличивается при плотном прилегании зарядов к поверхности перебиваемой конструкции. Для этого перед укладкой зарядов перебиваемую поверхность очищают от ракушек и наслоений грунта, а затем по заранее размеченной линии реза укладывают заряды и прижимают их к поверхности.

2.2.3.50. Основными способами крепления зарядов на перебиваемой поверхности являются:

– привязывание зарядов к бортам, переборкам, арматуре и т.д.;

– прижатие балластом, уложенным в двух-трех местах по длине заряда;

– поджатие зарядов деревянными упорами или поплавками.

2.2.3.51. При разделке бортовой обшивки подводного объекта заряды укладывают с наружной стороны по размеченным вертикальным и горизонтальным линиям резов (рис. 2.2.3а). Для плотного прилегания к бортам заряды закрепляют шпагатом или с помощью упоров. При горизонтальном резе на уровне грунта заряды укладывают на грунт и прижимаются балластом.

2.2.3.52. При разделке палуб используют накладные удлиненные заряды, укладываемые снаружи. Для плотного прилегания к палубе на заряды кладут балласт. В случае невозможности укладки зарядов на палубу (загромождена или завалена посторонними предметами) заряды размещают изнутри подводного объекта, придавая им положительную плавучесть с помощью деревянных брусков, пустых пластиковых бутылок и т.п. (рис. 2.2.3б). Следует учитывать, что взрыв внутреннего заряда вызывает большие разрушения и может затруднить дальнейшие работы.

2.2.3.53. Днище разделывают удлиненными и сосредоточенными зарядами. Удлиненные заряды применяют для перебивания наружного дна и настила второго дна (рис. 2.2.3в), сосредоточенные заряды – для перебивания продольных связей, трубопроводов и прочих узлов.

2.2.3.54. При наличии двойного дна с высотой междудонного пространства до 1,2 м разделка днища производится удлиненными и сосредоточенными зарядами, укладываемыми снаружи под днище или внутри на второе дно (рис. 2.2.3г). Наружное и внутреннее дно перебивают при этом одним взрывом. Для укладки первых зарядов под днищем отмывают котлован, последующие заряды помещают в выемку, образованную взрывами первых зарядов.

2.2.3.55. При высоте междудонного пространства более 1,2 м днище затонувшего корабля (судна) разделывают изнутри междудонного пространства. Для доступа водолазов в междудонное пространство в скуловой части днища вырезают или пробивают взрывом специальный лаз.

2.2.3.56. Элементы набора корпуса (шпангоуты, стрингеры, карлингсы) перебивают сосредоточенными и фигурными зарядами, форму которых выбирают с учетом их крепления к перебиваемым конструкциям (рис. 2.2.3д). Для изготовления таких зарядов рекомендуется использовать прессованный тротил.

2.2.3.57. Главные механизмы разделывают и убирают двумя основными способами:

– отделением механизмов от фундаментов взрывом небольших сосредоточенных зарядов, закладываемых в местах болтовых соединений, с последующим подъемом каждого механизма в отдельности;

– отделением части корпуса, в которой расположены эти механизмы с последующим подъемом или уничтожением отделенной части вместе с механизмами.

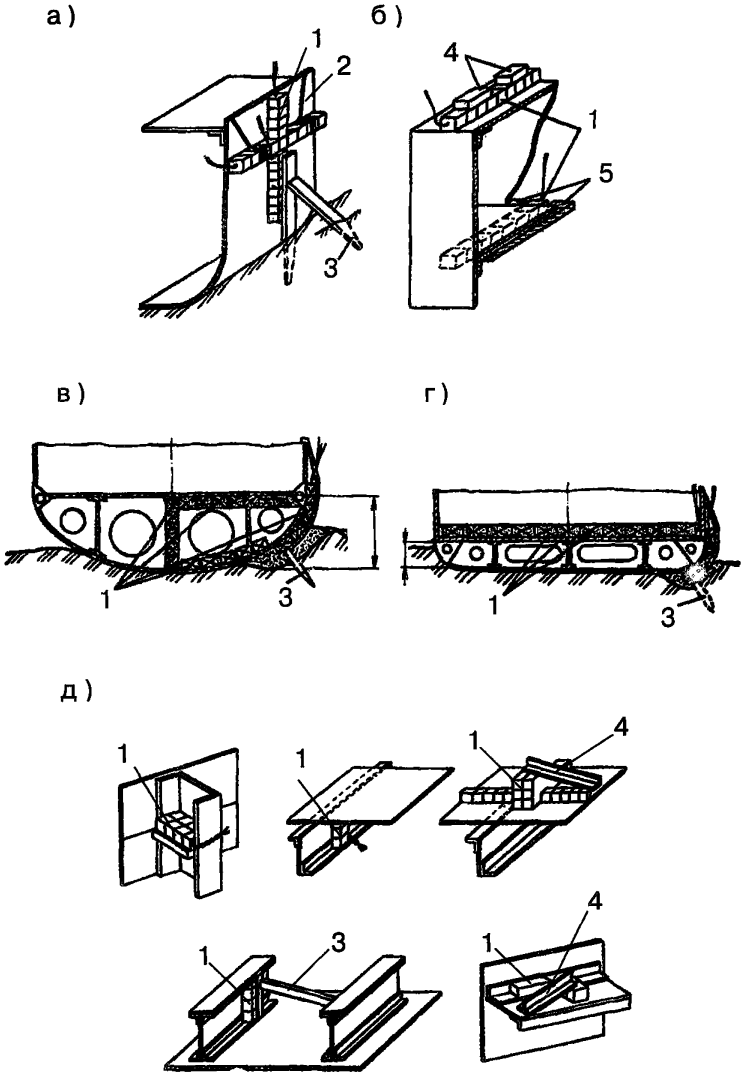


Рис. 2.2.3. Схема укладки зарядов:
а) при разделке бортовой обшивки; б) при разделке палубы;
в, г) при перебивании наружного дна и настила второго дна;
д) при перебивании элементов набора корпуса;
1 – заряд взрывчатого вещества; 2 – шпагат; 3 – упор; 4 – балласт;
5 – деревянные бруски

2.2.3.58. Элементы конструкций подводных железобетонных объектов перебиваются наружными контактными и внутренними зарядами, располагаемыми в нишах, скважинах, шпурах и т.п.

2.2.3.59. Разделку железобетонных доков и брандвахт производят последовательным разрушением отдельных элементов корпуса вдоль линий реза:

– палубы и стапель-палубы разделывают накладными зарядами, укладываемыми по контуру отсека около переборок;

– поперечные переборки перебивают удлиненными зарядами, закрепленными горизонтально на высоте 2,0–2,5 м от палубы или днища;

– продольные переборки перебивают накладными зарядами, укладываемыми у места пересечения их с поперечными переборками;

– верхние стенки башен разделывают поперечными резами через две-три шпации и продольными резами вдоль палуб и днища;

– бимсы, карлингсы и другие элементы набора перебивают накладными сосредоточенными зарядами, укладываемыми около палуб и переборок;

– днище док-понтона, обычно имеющее три слоя арматуры и являющееся наиболее прочной конструкцией, на грунтах, позволяющих разработать под днищем устойчивый туннель, разделывают снизу, промывая туннель глубиной 1,5–2,0 м, предназначенный для сбора обломков бетона, осыпающихся для взрыва. Разделку ведут одновременно с обоих бортов. После взрыва очищают место реза от обломков бетона, перерезают неперебитую арматуру и проверяют рез, протаскивая контрольный строп. При этом неперебитые части арматуры или обрываются, или вытаскиваются из-под завалов, после чего прутья арматуры собираются в пучки и обрезаются. Если промыть туннель невозможно, то разделку док-понтона начинают со стапель-палубы, после чего изнутри разделывают наружное днище.

2.2.3.60. Специально затопленные для заграждения фарватеров суда с камнями и бетоном в отсеках, которые после разгрузки и удаления камней не могут быть подняты целиком, разделывают на части аналогично разделке железобетонных конструкций. При этом первоначально перебивают обшивку судна, а затем бетон внутри отсеков в виде монолитных глыб или отдельных массивов.

2.2.3.61. Разрушение крупногабаритных подводных препятствий производят укладкой зарядов режущего и метательного действия.

Заряды режущего действия укладывают на корпусе объекта снаружи (на палубе и по бортам). На палубе заряды укладывают вдоль ширстрека и поперек палубы в местах расположения поперечных переборок, по борту на уровне грунта, а в вертикальном направлении рядом с поперечными переборками в плоскости зарядов, размещаемых на палубе.

Заряды метательного действия размещают внутри подводного объекта в отсеках между переборками на уровне, соответствующем отметке требуемого углубления акватории или фарватера. Наиболее эффективными при разрушении и разбрасывании конструкций являются удлиненные заряды, располагаемые вдоль объекта по его диаметральной плоскости. В случае невозможности размещения заряда удлиненной формы применяют либо один сосредоточенный заряд, расположенный в центре отсека, либо несколько меньших по массе зарядов, размещаемых у борта или по углам отсека так, чтобы над ними находились сплошные конструкции без люков и шахт.

2.2.3.62. Для раскладки по грунту машинно-котельных отделений или других отсеков, имеющих паровые котлы, машины и различные механизмы, необходимо уложить дополнительные сосредоточенные заряды метательного действия в местах, удобных для разрушения этого оборудования. При подрыве парового котла заряды помещают внутри котла, используя для этого топку или предварительно пробив в стенке котла отверстие зарядом малой массы. Для подрыва корабельных машин и различных механизмов заряды располагают в фундаментах или внутри этих механизмов.

2.2.3.63. Заряды размещают внутри подводного объекта в упаковке (в ящиках, мешках) или без нее. Заряды большой массы составляют из малых зарядов, удобных для переноски. Боевики или детонаторы устанавливают только на большой заряд. Обязательным условием одновременного подрыва всех составляющих его малых зарядов является их плотная укладка и касание между собой.

Заряды из порошкообразного тротила укладывают таким образом, чтобы их концы перекрывали друг друга на 3–5 см. Места соединений связывают шпагатом.

2.2.3.64. Подрыв подводных зарядов, используемых для разделки, осуществляют электрическим способом. Применение механических взрывателей под водой разрешается только при подрыве специальных зарядов. Взрывать заряды под водой огневым способом **запрещается**.

Электрическая сеть, используемая для производства подводных взрывов, должна быть двухпроводной, состоящей из проводов, надежно изолированных от воды. Использование воды в качестве обратного провода **запрещается**.

2.2.3.65. При электрическом способе подрыв осуществляют с помощью электродетонаторов, срабатывающих от источника тока. Электрический способ позволяет производить одновременный подрыв серии зарядов в точно установленное время. Для производства взрывных работ этим способом необходимо иметь следующее имущество:

– электродетонаторы;

– изолированные провода;

– источник тока;

– проверочные и измерительные приборы.

Основные характеристики имущества, применяемого для подводных взрывных работ, приведены в приложении 9.

2.2.3.66. Для проведения подводных взрывных работ применяют только водонепроницаемые детонаторы, у которых, кроме проверки на проводимость (исправность мостика накаливания), производится проверка их сопротивления в соответствии со специальными методиками.

2.2.3.67. Для проведения подводных взрывных работ применяют медные провода с резиновой и хлорвиниловой изоляцией. Наиболее часто используют саперные провода марки СП-1 и СП-2.

Провода электродетонаторов прикрепляют к зарядам так, чтобы исключить их натяжение при опускании зарядов в воду.

2.2.3.68. Для проведения подводных взрывных работ электрическим способом применяют специальные подрывные машинки, сухие батареи, а также другие источники тока. Более удобны конденсаторные подрывные машинки КПМ-1 и КПМ-2.

2.2.3.69. При электрическом способе взрывания применяют следующие соединения электродетонаторов:

– последовательное;

– параллельно-пучковое;

– параллельно-ступенчатое;

– последовательно-параллельное;

– параллельно-последовательное;

– парно-параллельное в боевиках дублированной сети;

– двойная электровзрывная сеть;

– парно-последовательное в боевиках дублированной сети.

Электрические схемы применяемых соединений электродетонаторов приведены в приложении 8.

2.2.3.70. Имущество для взрывных работ перед применением проверяют. Проверка исправности электродетонаторов, проводов и измерение электровзрывных сетей проводится с помощью линейных мостов или омметров, а также проверочных приборов Фролова. Исправность подрывных машинок проверяют на специальном пульте.

2.2.3.71. Детонирующий шнур применяют при одновременном подрыве групп зарядов или дублировании электровзрывной сети при особо ответственных взрывах.

Детонирующий шнур возбуждается электродетонатором или зарядом взрывчатого вещества (боевиком). Соединение детонирующего шнура с ними выполняют внакладку на расстоянии 10–15 см от конца шнура.

2.2.3.72. При выполнении подводных взрывных работ в районе прохождения силовых подводных кабелей разрешается использовать только

детонирующие шнуры во избежание воздействия на детонаторы наведенного электрического сигнала.

2.2.3.73. Подводные взрывные работы выполняются со шлюпки, с берега или со льда. Производить взрывные работы непосредственно с самоходных плавсредств, кроме случаев, оговоренных в действующих Правилах водолазной службы, **запрещается**.

При выполнении взрывных работ в шлюпке должно быть не более 5 человек: руководитель взрывных работ – командир спуска, он же командир шлюпки, двое гребцов, водолаз-взрывник и страхующий водолаз. Один из гребцов должен иметь допуск к исполнению обязанностей обеспечивающего водолаза. Личный состав шлюпки должен быть в спасательных жилетах. Руководитель взрывных работ – командир спуска должен иметь средство связи с обеспечивающим плавсредством.

2.2.3.74. Меры безопасности при выполнении взрывных работ со шлюпки включают следующие требования:

– в шлюпке может одновременно размещаться не более 20 отдельных зарядов общей массой до 40 кг. При использовании шнуровых зарядов предельная масса определяется руководителем работ с учетом технологии их укладки;

– заряды следует располагать в кормовой части шлюпки так, чтобы они не могли смещаться при перевозке;

– разрешается переносить и укладывать в шлюпку заряды только личному составу, обеспечивающему взрывные работы, проинструктированному по технике безопасности взрывных работ;

– взрывчатые вещества и средства взрывания следует переносить раздельно в сумках или кассетах. Детонаторы и боевики должны переноситься только руководителем взрывных работ – командиром спуска и располагаться отдельно от взрывчатых веществ;

– перевозить в шлюпке с зарядами и принадлежностями для взрывания другие грузы **запрещается**;

– изготовлять или переделывать заряды, проверять электродетонаторы, проверять плавучесть заряда погружением в воду, исправлять изоляцию боевиков и зарядов, проводить другие работы, зажигать огонь и курить на шлюпке **запрещается**.

2.2.3.75. Перед установкой зарядов водолаз-взрывник, назначенный для проведения работ, должен спуститься под воду для осмотра и подготовки места установки зарядов. Для последующих спусков к месту установки зарядов следует от спускового конца протянуть и закрепить ходовой конец.

2.2.3.76. Спуск водолаза с зарядом осуществляют по спусковому концу, закрепленному у места укладки заряда. При производстве подводных взрывных работ с берега, спуск водолаза производят по ходовому концу.

При спуске водолаза с зарядом необходимо вытравливать провода (детонирующий шнур) таким образом, чтобы они не могли перепутаться со шлангом (кабелем) или сигнальным концом.

2.2.3.77. Подачу зарядов водолазу непосредственно в руки должен осуществлять только руководитель взрывных работ – командир спуска. Подавать водолазу в руки более одного заряда **запрещается**. При необходимости передать водолазу несколько малых зарядов (общей массой до 20 кг) их укладывают в корзину с гнездами, которую подают со шлюпки.

2.2.3.78. Подача заряда находящемуся на грунте водолазу по сигнальному или какому-либо другому концу **запрещается**. Взрывчатые вещества и готовые заряды в упаковке и без нее, не имеющие электродетонаторов или детонирующего шнура, разрешается подавать на пеньковом конце.

2.2.3.79. Провода (детонирующий шнур) установленного заряда, снаряженного электродетонатором или детонирующим шнуром, закрепляют вблизи заряда. Перед выходом на поверхность водолаз должен убедиться, что он не зацепился за провода или детонирующий шнур и его шланг (кабель, сигнальный конец) чист. После выхода водолаза на поверхность (берег) командир спуска должен его осмотреть и убедиться в том, что провода (детонирующий шнур) от заряда или сам заряд не вынесены на поверхность.

Заряды, установленные на объекте, при необходимости могут быть обозначены буйками.

2.2.3.80. Заряды большой длины, не имеющие промежуточных детонаторов, разрешается погружать с кормы несамоходных плавсредств по мере буксировки их по трассе прокладки или протягивать на канате подо льдом при работе со льда. Такие заряды взрывают при помощи боевиков. Большие заряды укладывают на место также без средств взрывания.

2.2.3.81. Проверка исправности электровзрывной сети, подсоединение ее к источнику тока разрешается только после того, как водолаз и все люди, находящиеся в опасной зоне, будут подняты из воды (выйдут на берег) и когда шлюпка и обеспечивающее плавсредство будут отведены на безопасное расстояние.

2.2.3.82. Взрывать заряды разрешается только руководителю взрывных работ – командиру спуска. Перед взрывом следует убедиться, что приняты все необходимые меры безопасности, все водолазы вышли из воды и обеспечена охрана опасной зоны. Радиус опасной зоны не должен быть меньше двойного безопасного расстояния.

2.2.3.83. Расстояние в метрах, безопасное от действия ударной волны, на которое должна отходить шлюпка и обеспечивающее плавсредство, определяется по формуле:

$$L = 15 \cdot \sqrt{G} \geq 100 \text{ м.}$$

2.2.3.84. Работа водолазов и пребывание людей в воде допускается только на безопасном расстоянии от места взрыва, определяемом по формуле:

$$L_л = 250 \cdot \sqrt[3]{G} .$$

2.2.3.85. Безопасное расстояние от действия подводной ударной волны для плавучих средств и гидротехнических сооружений определяется по формуле:

$$L_c = \frac{25 \cdot \sqrt{G}}{\sqrt{H}} ,$$

где Н – глубина погружения заряда, м.

2.2.3.86. При подаче водолазу заряда поднимается флаг «Н» до места, что служит сигналом для кораблей (судов, плавсредств) о предстоящем взрыве.

Взрывать заряд до тех пор, пока другие корабли (плавсредства), с которых проводятся водолазные спуски, не ответят на поднятый сигнал спуском своих предупредительных сигналов, обозначающих, что их водолазы находятся под водой, **запрещается**.

Поднятый сигнал (флаг «Н») разрешается спускать только после произведенного взрыва или когда руководитель взрывных работ или командир спуска убедится, что взрыв произойти не может.

2.2.3.87. После взрыва зарядов провода должны быть отсоединены от источника тока, замкнуты накоротко, выбраны из воды и намотаны на вьюшку.

2.2.3.88. Если после подачи электрического тока на детонатор взрыва не последовало, спуск водолаза для осмотра зарядов и дальнейших работ разрешается после отключения проводов от источника тока:

– через 5 минут после отключения проводов в случае применения электродетонаторов мгновенного действия;

– через 15 минут после отключения проводов в случае применения электродетонаторов замедленного действия;

– через 30 минут при применении механических взрывателей.

Для специальных мин время определяется в соответствии с характеристиками и установками использованных взрывателей – после истечения двойного времени предполагаемого взрыва.

2.2.3.89. Невзорвавшиеся заряды поднимать наверх **запрещается**. Отказавший заряд следует подорвать другим зарядом. Если отказавший заряд сразу взорвать нельзя, вблизи заряда должен быть выставлен буй (веха), предупреждающий о наличии невзорвавшегося заряда под водой.

2.2.3.90. Взрывные работы прекращаются при волнении свыше двух баллов или при ветре свыше четырех баллов, приближении грозы, тумана,

сильном ухудшении видимости. При выполнении взрывных работ с берега или со льда должны соблюдаться такие же правила подачи, доставки и укладки зарядов, как и при работах с плавсредств.

Проведение подводных взрывных работ в ночное время **запрещается**.

2.2.3.91. Вести подводные взрывные работы под водой во время грозы **запрещается**. Если взорвать заложенный водолазом заряд до наступления грозы невозможно, то концы магистрального провода следует тщательно заизолировать и на растительном конце (буйрепе) с буйком и балластом опустить на грунт. До возобновления работ люди и плавсредства должны быть удалены из опасной зоны.

2.2.4. Разделка подводных объектов с помощью механических усилий

2.2.4.1. Разделка подводных объектов с помощью механических усилий производится в случае невозможности применения взрывного способа из-за наличия близкорасположенных гидротехнических сооружений, а также при больших объемах работ или наличии опасности для работы водолазов по разделке с помощью средств подводной сварки и резки.

2.2.4.2. При разделке подводных объектов с помощью механических усилий используют следующие способы:

– резка навешенными на гини плавкрана стропами, цепями или специальным двурогим резаком;

– разделка с использованием подводного гидравлического инструмента;

– разделка с использованием систем гидроабразивной резки.

2.2.4.3. Резку корпусных конструкций подводных объектов навешенными на гини плавкрана стропами, цепями или специальным двурогим резаком применяют при разделке судов с поперечной системой набора корпуса. Для создания режущих усилий рационально применение плавкранов грузоподъемностью 300–400 тс.

2.2.4.4. Основной принцип резки корпусных конструкций подводных объектов цепями и стропами заключается в перепиливании (передавливании) конструкций. Тянущие усилия создают поочередным приложением нагрузки к правой и левой ветвям цепи или стропа, закрепленным за два гака грузоподъемных устройств одного или двух плавкранов.

2.2.4.5. Разрывная нагрузка цепи или стального каната, из которого изготовлен режущий строп, должна соответствовать грузоподъемности гиней плавкрана. При этом, по возможности, диаметр каната или калибр цепи должен быть наименьшим. Это обусловлено тем, что величина удельного давления, создаваемого режущим тросом (цепью) на обшивку, обратно пропорциональна диаметру стального каната (калибру цепи).

2.2.4.6. Режущие стропы могут быть изготовлены одинарными или двойными.

В качестве режущего элемента возможно использование специальных гибких тросовых пил, представляющих собой стальной канат с вплотную одетыми бобышками (втулками), покрытыми режущим слоем, например, из карбида вольфрама.

Для резки корпусных конструкции применяют также специальные разделочные стропы (рис. 2.2.4), содержащие в средней части вставку из якорной цепи калибром 56–63 мм.

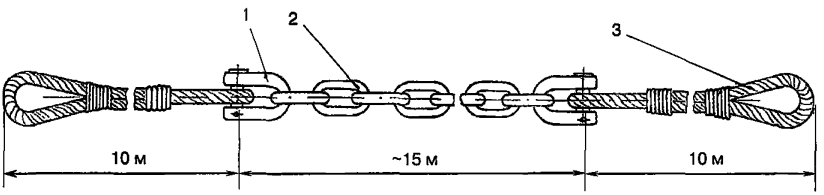


Рис. 2.2.4. Специальный разделочный строп:
1 – скоба концевая А-62 по ГОСТ 228-79; 2 – цепь якорная 1-62Л по ГОСТ 228-79; 3 – строп двойной судоподъемный по ОСТ 5.2066-82 из стального каната диаметром 66,5 мм

2.2.4.7. При резке корпусных конструкций режущий строп следует располагать поперек подводного объекта в пределах одной шпации. Этим достигается наиболее рациональная длина реза, а также уменьшается число перерезаемых жестких связей набора корпуса.

В промежутке между продольными связями строп обычно прорывает полосу шириной, соответствующей проходному габариту. Эта полоса закручивается по ходу движения стропа подобно большой стружке.

2.2.4.8. Существуют три основные схемы резки конструкций подводного объекта с помощью стропов и цепей:

– снизу вверх;

– сверху вниз;

– в горизонтальной плоскости.

2.2.4.9. Резку снизу вверх производят по традиционной схеме. Режущий строп (цепь) пропускают под корпусом подводного объекта, ветви стропа навешивают на гаки грузоподъемного устройства одного или двух плавкранов и производят резку приложением попеременных тянущих усилий, направленных вверх. При этом травящая ветвь находится под нагрузкой, составляющей 30–40 % от тянущего усилия.

Широкое распространение данного способа обусловлено возможностью его реализации с привлечением повсеместно используемого кранового оборудования.

2.2.4.10. При разделке в целях экономии времени, средств и расходного имущества следует заблаговременно выполнить надрезы бортовой обшивки и продольных связей с помощью средств подводной сварки и резки в местах прохождения линии реза. Кроме того, целесообразно заблаговременно завести в местах будущих разрезов подкильные проводники, за которые предполагается протаскивать режущий строп, также в местах, где будут располагаться стропы для подъема отделенных секций корпуса судна.

2.2.4.11. Заведение режущего стропа или цепи под корпус подводного объекта является наиболее сложным технологическим этапом работ и выполняется по рекомендациям действующего «Руководства по судоподъемным работам» способом подрезки или посредством промывки котлованов или туннелей.

2.2.4.12. В случае недостаточности усилий гиней крана для резания на отдельных этапах разделки (при врезании стропа в корпус или при прохождении прочной продольной связи) рекомендуется в этих местах выполнить надрезы электрокислородной (экзотермической) резкой. При этом ориентировочная протяженность вертикальных надрезов составляет 500–700 мм.

2.2.4.13. В отдельных случаях для ослабления корпуса затонувшего (корабля) судна могут быть использованы действия, направленные на потерю общей прочности его корпуса. Для этого производят предварительный подъем оконечности корпуса и прикладывают знакопеременные динамические нагрузки до появления надломов. Надломы, как правило, образуются в средней части корпуса, а также в сечениях, ослабленных вырезами в палубе или пробоинами в днищевой части.

2.2.4.14. Характерным признаком успешного выполнения резки корпуса подводного объекта стропами или цепями является шум разрывающегося металла, слышный во внутренних помещениях плавкрана, а также подрагивание режущего стропа, кранового строения и корпуса плавкрана. При резке не должно возникать значительных динамических рывков и ускорений.

2.2.4.15. Основным характерным признаком окончания перерезания корпусных конструкций подводного объекта является обрыв последней из продольных связей корпуса объекта и возникновение динамического рывка в крановом строении плавкрана. Однако этот рывок имеет меньшее значение по сравнению с рывком, вызванным обрывом режущего стропа.

2.2.4.16. Выбор плавкранов для выполнения резки затонувшего объекта осуществляют из условия прорезания скуловой обшивки корпуса.

При поперечной системе набора для объекта с обычными обводами должно выполняться условие:

$$P \geq 2 \cdot \sigma_т \cdot t \cdot R,$$

где P – усилие на гаке плавкрана, кгс;

$\sigma_т$ – предел текучести материала обшивки, кгс/см^2;

t – толщина обшивки, см;

R – радиус скругления скулы, см.

Для острой скулы, имеющей радиус меньше диаметра каната, из которого изготовлен строп, условие перерезания имеет вид:

$$P \geq 4 \cdot \sigma_т \cdot d,$$

где $\sigma_т$ – предел текучести материала обшивки, кгс/см^2;

d – диаметр стального каната стропа, см.

2.2.4.17. После врезания стропа в скулу перерезаемого объект происходит уменьшение величины нагрузки, при которой рвется материал обшивки корпуса, в соответствии с условием:

$$P \geq 2 \cdot \tau_т \cdot d,$$

где $\tau_т$ – касательные напряжения, соответствующие пределу текучести материала обшивки, кгс/см^2 ($\tau_т = 0{,}57\sigma_т$).

Условие прорезания продольной связи корпусной обшивки:

$$P \geq 2 \cdot \tau_т \cdot F,$$

где F – площадь сечения продольной связи судна на срезе, см^2.

2.2.4.18. Резка сверху вниз требует привлечения специализированного оборудования (приложение 10). Основным преимуществом этой схемы является отсутствие необходимости заведения режущего стропа под корпус подводного объекта. Недостатком является необходимость замены имеющего небольшой ресурс режущего элемента, что требует трудоемких работ, а также сложность контроля хода резки на решающем, заключительном этапе, когда режущий элемент заглубляется в грунт.

2.2.4.19. Резку в горизонтальной плоскости применяют при необходимости ускоренного демонтажа надстроек затонувшего на фарватере корабля (судна) с целью обеспечения заданной глубины судового хода.

Режущий трос обводят вокруг перерезаемой конструкции. Резка происходит за счет приложения тяговых усилий, создаваемых буксирными лебедками стоящих на якорях буксирных судов.

2.2.4.20. Эффективность резки в горизонтальной плоскости повышается при использовании судов с буксирными лебедками тяговым усилием 20–25 тс, а также за счет создания дополнительных переменных усилий работой главных машин буксиров на ход.

Отклонение режущего троса от горизонтали не должно превышать 5–7°. Для предотвращения смещения троса в вертикальном направлении

в предполагаемой плоскости реза рекомендуется посредством подводной электрокислородной (экзотермической) резки сделать надрезы по углам отделяемой конструкции.

2.2.4.21. В качестве режущего инструмента для прорезания бортовой обшивки подводного объекта может также использоваться специальный двурогий резак (рис. 2.2.5). С его помощью возможно разрезание метал-

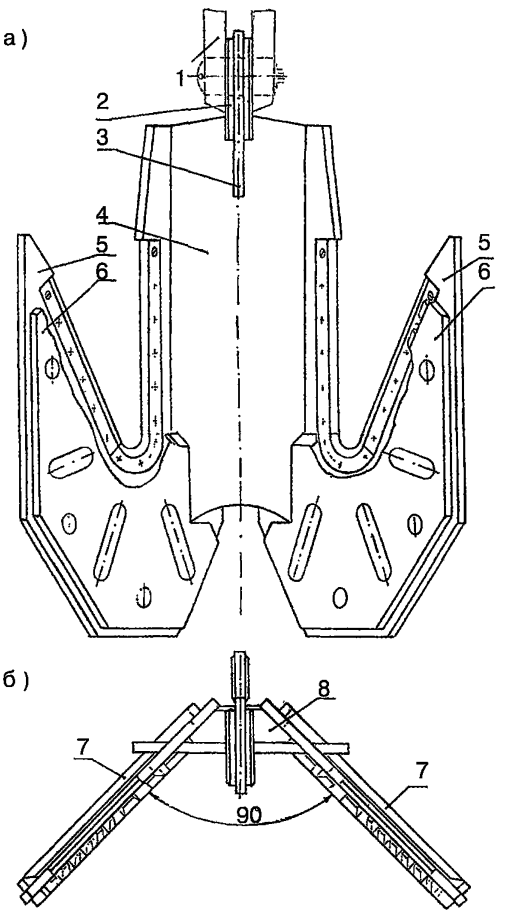


Рис. 2.2.5. Внешний вид двурогого резака:
а) вид сбоку; б) вид сверху;1 – скоба судоподъемная на 200 тс;
2 – накладка обуха несущего; 3 – обух несущий; 4 – пластина соединительная; 5 – пластина средняя; 6 – пластина внутренняя;
7 – пластина наружная; 8 – ребро

лических листов толщиной до 8 мм при приложении тяговых усилий до 200 тс. Масса резака составляет около 1000 кг.

2.2.4.22. При использовании двурогого резака первоначально в бортовой обшивке подводного объекта с помощью средств подводной сварки и резки или подводного гидравлического инструмента прорезают отверстие. В это отверстие вставляют один из рогов резака и приложением тягового усилия на гаке плавкрана вспарывают обшивку корпуса. При этом направление движения резака должно быть параллельным расположению набора и не пересекать его. Резка бортовой обшивки производится снизу вверх при непрерывном приложении усилия грузоподъемными устройствами плавкрана.

2.2.4.23. Подводный гидравлический инструмент применяют для разделки подводных объектов в случаях, когда нет возможности применить взрывной способ, а применение остальных способов либо затруднено, либо приводит к возникновению опасности для водолаза.

2.2.4.24. Виды и технология выполнения работ по разделке затонувших объектов гидравлическим инструментом зависят от его комплектации и технических характеристик. В приложении 11 приведены состав, назначение и основные технические характеристики гидравлического инструмента фирмы «Станлей», который может применяться при работе водолазов, а также адаптирован для работы жестких скафандров (ЖС) «HS-1200».

В комплект рабочих телеуправляемых подводных аппаратов (РТПА) также входит адаптированный комплект гидравлических инструментов. В частности, РТПА типа «Веном-1К-100» оснащен гидравлическим тросорезом, дисковой пилой и другими приспособлениями.

2.2.4.25. Наиболее эффективно подводный гидравлический инструмент применяют при разделке железобетонных, каменных или деревянных подводных объектов техногенного или природного происхождения, а также при разборке завалов разрушенных гидротехнических сооружений. При этом могут быть применены дисковые и алмазные цепные пилы, отбойные молотки и перфораторы.

2.2.4.26. Режущий гидравлический инструмент применяют для создания вырезов и надрезов в обшивке подводного объекта, разделения единичных связей и труб. Поэтому применение подводного гидравлического инструмента при разделке корпусов затонувших объектов, как правило, носит вспомогательный характер и направлено на обеспечение выполнения разделки основным способом. Например, при разделке затонувших кораблей (судов) с помощью стропов и цепей режущим гидравлическим инструментом, в частности, дисковыми пилами, разрушают элементы корпусного набора, препятствующие движению режущего стропа.

2.2.4.27. При разделке подводных объектов применяются системы гидроабразивной резки, основные характеристики наиболее распространенных в настоящее время образцов которых приведены в приложении 12. В этих системах используются сухие абразивные материалы, которые смешиваются в режущем сопле с напорной струей воды и выбрасываются в виде высокоэффективной режущей струи.

2.2.4.28. Системы гидроабразивной резки применяются при разделке металлических корпусов затонувших судов, в том числе обрезиненных наружных корпусов современных подводных лодок, а также различных бетонных и каменных конструкций. При выполнении гидроабразивной резки не возникает вибрации и ударных нагрузок, а также не образуется температурно-напряженных зон у разреза.

2.2.4.29. Основной технологической особенностью использования систем гидроабразивной резки является необходимость обеспечения заданного оптимального фиксированного расстояния между режущей головкой и разрезаемой поверхностью. Для этого движение режущей головки осуществляется с помощью электромеханического и электрогидравлического привода по специально изготовленной станине. Ручная абразивная резка не только опасна, но и полностью неэффективна.

2.2.5. Разборка завалов разрушенных гидротехнических сооружений

2.2.5.1. Разборка завалов разрушенных гидротехнических сооружений производится в целях расчистки акваторий портов и судовых ходов рек. Расчистку выполняют для последующего восстановления гидротехнических сооружений, а также в целях возобновления судоходства или эксплуатации сохранившихся частей причалов.

2.2.5.2. Основными разрушающими факторами, действующими на гидротехнические сооружения, являются:

– деформации донного грунта (осадка, выпучивание, смещение);

– морское волнение;

– воздействие льда;

– химическое действие воды;

– воздействие животных и растительных организмов;

– воздействие эксплуатационных факторов (избыточный вес грузов, навалы судов и т.п.);

– воздействие вследствие нарушения строительного цикла (неправильная последовательность и недоброкачественность выполнения строительных работ и применяемых материалов);

– воздействие сейсмических факторов;

– военные действия.

2.2.5.3. Характер воздействия разрушающих факторов на гидротехническое сооружение определяет вид и степень его разрушения. Наиболь-

шие разрушения оказывают землетрясения и военные действия, однако их возникновение относится к форс-мажорным обстоятельствам и является достаточно редким событием. Действие остальных факторов проявляется постоянно и комплексно. В этом случае основной мерой предупреждения разрушения гидротехнических сооружений являются профилактические и ремонтные работы по их восстановлению.

2.2.5.4. Разборку завалов гидротехнических сооружений производят по техническому проекту, который может быть как самостоятельным документом, так и составной частью технического проекта восстановления гидротехнического сооружения.

Порядок разработки технического проекта и его состав должны соответствовать п. 1.2.5. настоящего Практического пособия.

2.2.5.5. Технологические приемы разборки завалов, предусмотренные техническим проектом, должны основываться на данных водолазного обследования и учитывать индивидуальные особенности конструкции разрушенного гидротехнического сооружения, а также характеристики имеемых в наличии грузоподъемных средств и устройств.

2.2.5.6. Разборку завалов начинают с размыва и удаления обрушенного и наносного грунта. Эти работы выполняют с помощью гидромониторов и грунтососов. К работам также могут быть привлечены более производительные грунтоуборочные средства, например, грейферы. Однако зачастую их использование затруднено, так как завалы обычно представляют собой смесь грунта, камня, древесины, бетонных массивов и различных затопленных предметов.

2.2.5.7. Подъем крупных элементов гидротехнического сооружения производят после уборки грунта. При этом конструкции, превышающие по массогабаритным характеристикам возможности используемых кранов, должны быть разделаны под водой на более мелкие фрагменты при помощи резки или взрывов. Бетонные массивы и уцелевшие гранитные блоки целесообразно поднимать целиком для обеспечения возможности их дальнейшего использования.

2.2.5.8. Разделка ферменных конструкций производится, начиная с верхних ее частей. Отделенная часть конструкции должна сразу же убираться в целях предотвращения обрушивания и перепутывания разделанных частей.

Остропку отделенных элементов ферменных конструкций производят вокруг поясов фермы или вокруг нескольких связей в районе примерного нахождения центра тяжести. При этом в местах соприкосновения подъемных стропов с острыми кромками конструкции должны быть установлены деревянные подстропные подушки.

2.2.5.9. Приложение подъемных усилий от грузоподъемных устройств кранов при подъеме ферменных конструкций производят с постепенным

увеличением и постоянным контролем действующих значений. Это обусловлено тем, что замытые в донный грунт элементы конструкции могут в несколько раз увеличить ее подъемный вес.

2.2.5.10. Подъем крупных фрагментов гидротехнических сооружений производят с помощью плавучих или береговых кранов, с использованием мягких понтонов малой грузоподъемности, а также вытаскиванием на берег волоком тягачами. Для увеличения создаваемых усилий и смягчения рывков между тягачом и вытаскиваемым фрагментом разбивают гини, лопарь которых крепится на гаке тягача. При этом запас прочности шкентеля выбирают 2-кратным, а у лопаря гиней 4-кратным.

2.2.5.11. Частично разрушенные опоры из каменной кладки разбирают плавкранами при участии водолазов. Водолаз перфоратором проделывает в камне отверстие глубиной 10–15 см с таким расчетом, чтобы оно не проходило через центр тяжести камня, и закладывает в него специальный штырь, соединенный с подъемным стропом. Плавкраном выбирают подъемный строп и срывают камень с места, после чего производят его надежную остропку и подъем. При приложении подъемных усилий водолаз должен быть отведен на безопасное расстояние или поднят на поверхность.

2.2.5.12. Подъем небольших фрагментов гидротехнического сооружения весом до 15 кг производят бадьями, корзинами, специальными контейнерами и сетками, которые водолаз наполняет вручную. Более крупные части, в том числе и камни, поднимают при помощи стропов, цепных

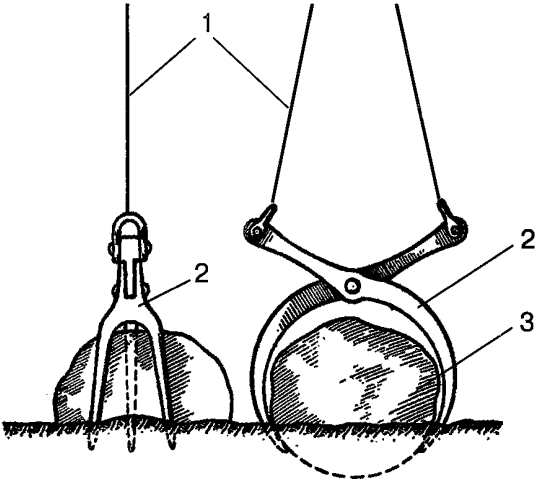


Рис. 2.2.6. Трехзубые храпцы для подъема камней, труб, стальных конструкций:
1 – стропы; 2 – храпцы; 3 – камень

стопоров или специальными захватами, например, трехзубыми храпцами (рис. 2.2.6). К работам могут быть привлечены грейферы.

2.2.5.13. Подъем бетонных массивов производят плавучими или береговыми кранами соответствующей грузоподъемности. Остропку массивов выполняют с помощью водолазов с использованием либо подъемных ключей, вставляемых в специальные штатные шахты в массивах, либо посредством «удавки», сформированной на подъемном стропе с помощью такелажной скобы.

2.2.5.14. При остропке бетонных массивов с помощью «удавки» в средней части массива грунтососом промывают туннель для заведения стропа или подмывают грунт у одного ребра так, чтобы получить возможность приподнять одну сторону массива и затем подвести строп под его середину.

2.2.5.15. В отдельных случаях возможна остропка массивов без подмыва под ними грунта (рис. 2.2.7). При этом для предотвращения соскальзывания «удавки» в зависимости от положения массива выполняют проверенные на практике технологические приемы.

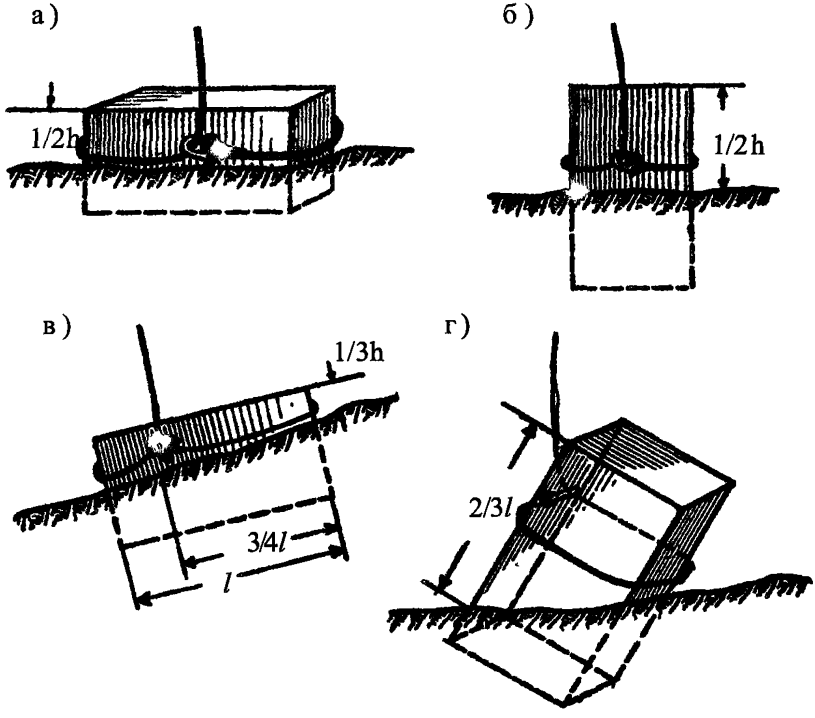


Рис. 2.2.7. Схемы остропки бетонных массивов:
а) горизонтально расположенного; б) вертикально расположенного;
в) расположенного на откосе; г) наклоненного

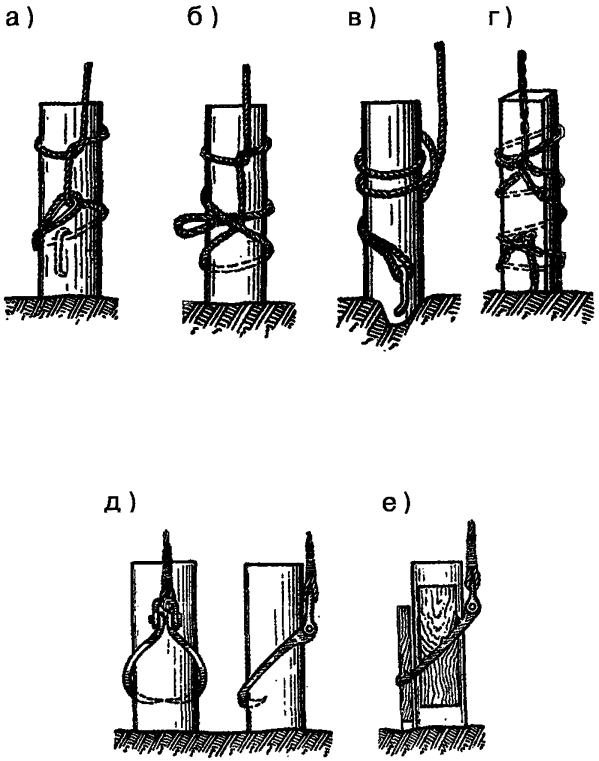


Рис. 2.2.8. Схемы остропки свай:
а) «удавкой» со шлагом; б) выбленочным узлом со шлагом;
в, г) – стопорными узлами; д, е) – с помощью когтей

2.2.5.16. Горизонтально или вертикально расположенные массивы (рис. 2.2.7а и 2.2.7б) острапливают без подмыва грунта, если они возвышаются над грунтом не менее чем на половину своей высоты. В случае если массив заглублен в грунт на большую величину, производится грунторазмыв по наружному периметру. Подъемный строп обводят вокруг массива вплотную к грунту и располагают скобу посредине его длинной грани. При таком положении огон и скоба хорошо обжимаются (набиваются) и массив постепенно отделяется от грунта, вращаясь вокруг нижнего ребра противоположной грани.

2.2.5.17. Массив, расположенный на откосе грунта (рис. 2.2.7в), острапливают без подмыва грунта, когда над грунтом возвышается не менее 1/3 его высоты. Подъемный строп заводят таким образом, чтобы скоба расположилась на продольной грани массива на расстоянии равном 3/4

ее длины от наиболее погруженной в грунт торцовой грани. Такая схема остропки обеспечивает предотвращение соскальзывания подъемного стропа и преодоление отрывного сопротивления.

2.2.5.18. Наклоненный массив (рис. 2.2.7г) острапливают без подмыва грунта, когда над грунтом возвышается не менее 2/3 его высоты. Если это условие не выполняется, массив следует отмыть по периметру. Подъемный строп «удавкой» накидывают на массив. При этом скобу устанавливают на верхнюю наклонную грань. Если скобу расположить с противоположной стороны, то строп соскальзывает и после нескольких подъемов перетирается о наклонную грань массива.

2.2.5.19. Остропку деревянных свай производят стальным стропом (рис. 2.2.8а – 2.2.8в) или когтями (рис. 2.2.8д), а металлических или бетонных свай – цепным шкентелем (рис. 2.2.8г) или когтями с деревянными подкладками (рис. 2.2.8е).

2.2.5.20. Для остропки свай используют подъемный строп с огоном на ходовом конце, который закрепляют за сваю «удавкой» со шлагом, выбленочным узлом со шлагом или стопорным узлом. В первом и последнем случаях ходовой конец стропа следует поддержать забиванием строительной скобы.

Цепной шкентель следует закреплять за сваю стопорным узлом с добавочным шлагом на ходовом конце.

2.3. Прокладка и ремонт подводных трубопроводов и кабелей

2.3.1. Выбор способа прокладки и заглубления трубопроводов

2.3.1.1. Подводные трубопроводы подразделяются на открытые трубопроводы и на трубопроводы, заглубленные в грунт.

Открытые трубопроводы проходят непосредственно по поверхности грунта и для предотвращения их перемещений закреплены на грунте с помощью якорей-массивов.

Заглубление трубопроводов в грунт производится путем их укладывания в траншеи, которые затем замываются гидромониторами или посредством естественного размывания стенок траншей под действием придонных течений.

2.3.1.2. Выбор способа работ по прокладке подводного трубопровода зависит от условий района работ, конструкции трубопровода, технических условий к нему, периода строительства, наличия и возможности использования плавучих и технических средств, необходимых для выполнения подводно-технических работ.

При рассмотрении и выборе способа работ должны быть учтены следующие особенности района:

– геологические;
– гидрологические;
– метеорологические;
– топографические.

2.3.1.3. К геологическим особенностям района выполнения работ относятся:

– строение и характер грунтов;
– возможность проведения дноуглубительных работ;
– устойчивость откосов траншей и степень их размывания.

2.3.1.4. Строение грунтов определяется геологическим разведывательным бурением. Для трубопроводов, прокладываемых временно или без заглубления, ограничиваются взятием образцов грунта с поверхности дна и водолазным осмотром трассы прокладки по всей длине. В отдельных случаях водолазы дополнительно могут определить плотность грунта металлическим щупом длиной 1 м.

2.3.1.5. К гидрологическим особенностям района выполнения работ относятся:

– глубина по трассе прокладки трубопровода;
– скорость придонных и поверхностных течений;
– амплитуда колебаний и скорость приливно-отливных течений;
– интенсивность и направление движения донных наносов;
– возможности использования ледяного покрова для выполнения подводно-технических работ, включая продолжительность сохранения ледяного покрова, характер подвижек и торошения льдов, глубину промерзания;
– степень и интенсивность волнения.

2.3.1.6. К метеорологическим особенностям района выполнения работ относятся:

– длительность рабочего периода и его календарное время;
– продолжительность и повторяемость туманов и штормов;
– характер (сила, скорость, направление) и повторяемость ветров;
– начало и конец заморозков;
– максимальные, минимальные и среднемесячные температуры.

2.3.1.7. Топографическое обеспечение выполнения работ определяет наличие:

– карт береговой полосы с нанесением на них примыкающих к площадке работ железнодорожных и автомобильных путей, электросетей и подземных коммуникаций;
– плановой и высотной съемки берегового участка с горизонталями через 0,5 м;
– заключения о возможности устройства монтажной площадки, спусковой дорожки, склада звеньев труб и т.д.

2.3.1.8. На выбор способа прокладки оказывают влияние следующие конструктивные особенности трубопровода:

– материал труб;

– диаметр труб;

– протяженность;

– вид транспортируемого по трубам продукта.

2.3.1.9. Трубопроводы малых диаметров, допускающие изгиб по длине, прокладываются преимущественно секциями длиной до 3000 м. При этом их протаскивают по грунту, погружают со льда или буксируют на плавучестях. Секции между собой соединяют в надводном положении.

2.3.1.10. Трубопроводы больших диаметров, а также малых диаметров, не допускающие изгиб, прокладывают секциями длиной 12÷250 м. Секции соединяют между собой на фланцах под водой.

2.3.1.11. При выборе способа прокладки трубопроводов, в первую очередь, рассматривают возможность работы со льда. В этом случае принимается во внимание длительность стоянки ледяного покрова, толщина льда и возможность размещения на нем механизмов и агрегатов, возможность устройства траншеи в зимний период, возможность предварительной разработки траншеи в летний период и степень размыва стенок траншеи к моменту прокладки трубопровода.

2.3.1.12. В летнее время при отсутствии течений рекомендуется прокладка трубопроводов буксировкой на плаву. Секции труб переводят с минимальной положительной плавучестью, допускающей большую длину буксируемых секций при относительно небольших тяговых усилиях буксировочных средств. Трубопроводы малых диаметров в этом случае подвешивают на поплавки. Трубопроводы больших диаметров, имеющие положительную плавучесть при заглушенных концах, могут быть отбуксированы к месту опускания без поплавков.

Опускание трубопровода производят посредством демонтажа дополнительных плавучестей и балластировки его водой.

2.3.2. Укладка подводных трубопроводов способом протаскивания

2.3.2.1. Способ протаскивания по грунту используют при прокладке заглубленных в грунт трубопроводов малых диаметров, особенно в случае воздействия течения и ветра. Величина отрицательной плавучести трубопровода определяется в зависимости от бокового давления потока воды и регулируется постановкой поплавков, футеровкой (обшивание деревом) или балластировкой.

2.3.2.2. Подводную траншею для укладки трубопровода разрабатывают механическим способом с применением земснарядов или размывом с использованием компактной струи воды, формируемой установленным на обеспечивающем судне специализированным оборудованием. Подго-

товку траншеи следует завершить не позднее выполнения работ по подготовке самого трубопровода.

2.3.2.3. Подготовка трубопровода к протаскиванию включает соединение труб на берегу в нитку посредством сварки, их опрессовку, изолирование, футеровку. В необходимых случаях трубопровод балластируют или оснащают понтонами (плавучестями).

2.3.2.4. Протаскивание трубопровода через водную преграду в общем случае включает выполнение следующих технологических операций:

– создание спусковой дорожки, на которую помещают подготовленный к укладке трубопровод;

– прокладка тягового троса по дну подводной траншеи с одного берега к другому;

– протаскивание трубопровода с помощью тракторов, лебедок или специальных устройств, расположенных на противоположном берегу;

– осуществление контроля фактического положения трубопровода;

– проведение испытаний уложенного трубопровода;

– замывание уложенного трубопровода в грунт.

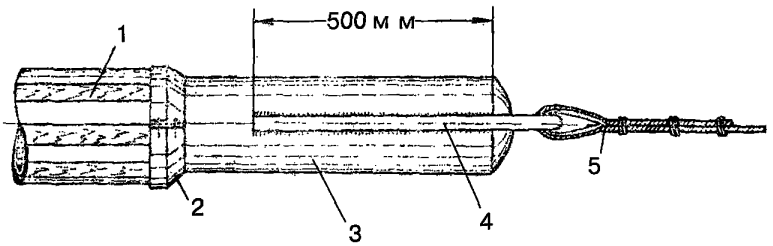
2.3.2.4. Полностью смонтированный трубопровод укладывают на спусковую дорожку (узкоколейный путь или отдельно стоящие роликовые опоры). Направление дорожки, как правило, должно совпадать с направлением трассы прокладки трубопровода. При этом дорожка является продолжением трассы прокладки на берегу. Тележки узкоколейного пути или роликовые опоры расставляют под трубопроводом с учетом их грузоподъемности и допускаемых напряжений в трубопроводе, возникающих от его изгиба как многопролетной балки. В практических расчетах обычно рассматривают схему 3-пролетной балки.

2.3.2.5. Для лучшего прохождения по грунту трубопровод в головной части закрывают заглушкой, имеющей заострение. К заглушке приваривают скобу для закрепления тягового троса. Варианты конструкции головной части трубопровода диаметром до 250 мм показаны на рис. 2.3.1.

2.3.2.6. Буксировку подготовленного для прокладки трубопровода по спусковой дорожке, а затем по грунту производят с использованием лебедок, тракторов (тягачей) или буксирных судов.

С целью уменьшения тяговых усилий при буксировке по грунту трубопровод водой не заливают. Величину отрицательной плавучести трубопровода назначают до 10–12 кг/м, что зависит от диаметра и длины участка трубопровода, давления на его боковую поверхность, вызванного течением, и имеющихся в наличии тяговых средств. В небольших пределах величину отрицательной плавучести можно регулировать, приваривая к трубопроводу балласт или прикрепляя футеровку, а в отдельных случаях – специальные поплавки.

а)



б)

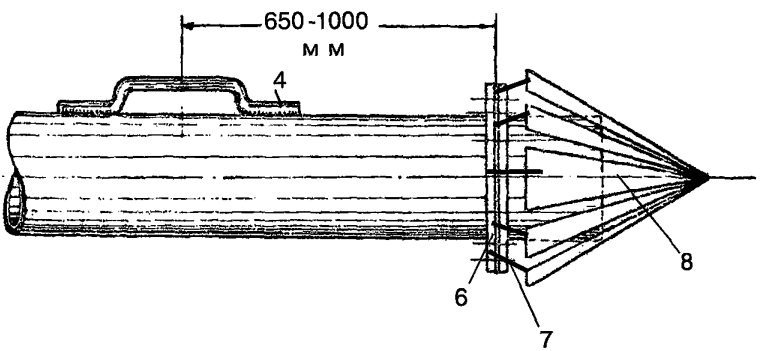


Рис. 2.3.1. Варианты конструкции головной части трубопровода диаметром до 250 мм:
а) с оголовком; б) с обтекателем;
1 – футеровка; 2 – бугель; 3 – оголовок; 4 – скоба для крепления тягового троса; 5 – тяговый трос; 6 – фланец; 7 – оттяжка; 8 – обтекатель

2.3.2.7. Футеровка трубопровода выполняется из реек или тонких досок, которые прикрепляют хомутами из проволоки диаметром 4–6 мм, устанавливаемыми с интервалом 1,0–1,5 м (рис. 2.3.2).

Наряду с обеспечением дополнительной плавучести футеровка служит для сохранения антикоррозийной изоляции при протаскивании трубопровода по дну. Для этого нижнюю часть поверхности трубопровода покрывают сплошной футеровкой. В футеровке боковой и верхней поверхности допускаются пропуски.

2.3.2.8. Скорость протаскивания трубопровода должна составлять не более 20–30 м/мин. При большей скорости возможны нарушения в работе оборудования, например, сход тележек с рельсов узкоколейного пути.

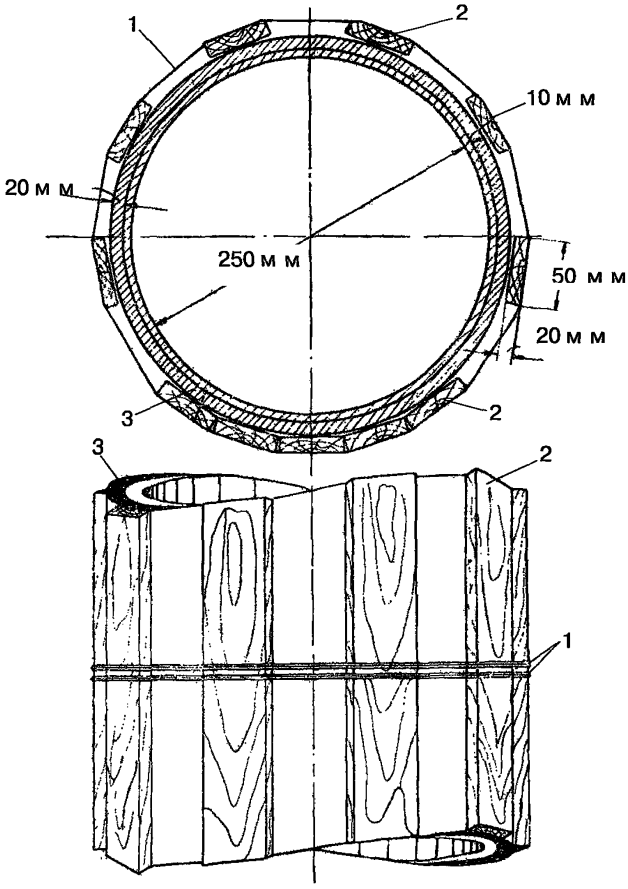


Рис. 2.3.2. Футеровка трубопровода диаметром до 250 мм:
1 – хомуты из проволоки диаметром 6 мм; 2 – рейка футеровки;
3 – изоляция

2.3.2.9. К протаскиванию трубопровода приступают при спокойном состоянии акватории. В районах с приливно-отливными течениями протаскивание начинают в тот момент, когда заканчивается прилив, но еще не наступил отлив, для того чтобы работы проводить при минимальной скорости течения.

2.3.2.10. Наибольшие тяговые усилия необходимо приложить в начальный момент протаскивания. Они обеспечивают сдвиг трубопровода с места и буксировку до уреза воды. Для этого используют дополнительные тракторы или буксирные суда, которые наряду с основными тяговыми средствами

прикрепляют в районе головного конца трубопровода. В дальнейшем, после выполнения поставленной задачи, дополнительные технические средства отсоединяют, не прекращая движения трубопровода.

Привлечение дополнительных тракторов с целью подталкивания уже поданной в воду части трубопровода не допускается, так как это может привести к поломке головной части трубопровода в случае несогласованной работы дополнительных тракторов и основных тяговых средств.

2.3.2.11. На практике применяют следующие основные схемы протаскивания трубопровода:

– без изменения направления тягового троса;

– с изменением направления тягового троса;

– с последовательным наращиванием укладываемого трубопровода;

– с одновременной заливкой воды внутрь трубопровода;

– с перестановкой тяговой лебедки;

– с использованием дополнительной лебедки;

– с использованием двух лебедок, установленных на вспомогательном плавсредстве;

– с применением донных грузов.

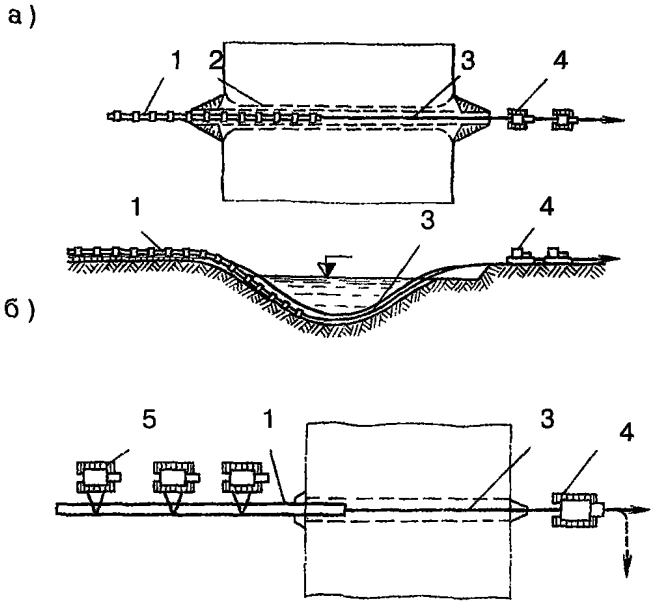


Рис. 2.3.3. Схема протаскивания трубопровода без изменения направления движения:
а) с использованием спусковой дорожки; б) с поддержкой трубоукладчиками; 1 – трубопровод; 2 – траншея; 3 – тяговый трос; 4 – самоходный тягач; 5 – поддерживающий трубоукладчик

2.3.2.12. Схему укладки трубопровода протаскиванием без изменения направления тягового троса (рис. 2.3.3) применяют в случае, когда оба берега водоема имеют равнинный характер.

Трубопровод полностью подготавливают к укладке. При этом на одном из берегов устраивают спусковую дорожку, достаточную для размещения всего трубопровода, а на другом берегу размещают тяговые средства. Операция по протаскиванию обеспечивается применением самоходных тягачей или тяговых лебедок большой грузоподъемности серии ЛП, предназначенных специально для этих целей.

Строительство специальной спусковой дорожки не требуется, если трубопровод на берегу «разгружают» с помощью установленных вдоль него трубоукладчиков (рис. 2.3.3б).

Длина протаскиваемого трубопровода ограничивается размером площадок на обоих берегах водоема, а также наличием технических средств, способных создать необходимое тяговое усилие. Как показывает опыт, использование одновременно более пяти технических средств на одном тяговом тросе из-за сложности синхронизации их работы не приводит к существенному увеличению тягового усилия.

С целью определения достаточности применяемых тяговых средств, надежности тягового троса и его крепления укладываемый трубопровод один-два раза сдвигают с места. При этом тяговые средства устанавливают в той же последовательности, как и во время протаскивания. Одновременно отрабатывается согласованность действий машинистов тяговых средств.

Обычно при протаскивании используют один тяговый трос. Если расчетный диаметр тягового троса превышает 50 мм, применяют несколько

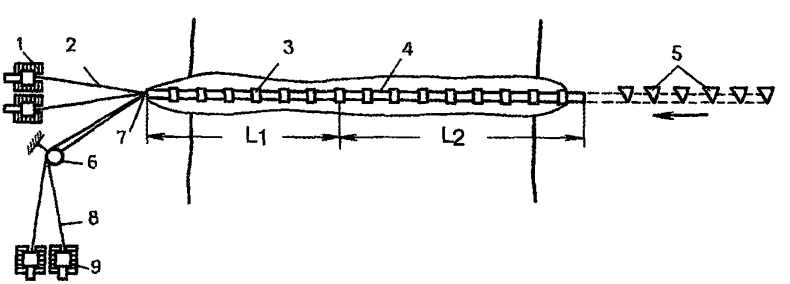


Рис. 2.3.4. Схема протаскивания трубопровода без изменения направления движения при использовании нескольких тяговых тросов:
1, 9 – самоходные тягачи; 2,8 – тяговые тросы; 3 – понтоны;
4 – трубопровод; 5 – поддерживающие трубоукладчики; 6 – блок;
7 – оголовок трубопровода; L1, L2 – поднимаемая и опускаемая по уклону рельефа дна часть трубопровода

тросов, так как это существенно облегчает такелажные работы. При этом тросы разводят в разные направления (рис. 2.3.4) так, чтобы суммарное усилие, приложенное к оголовку трубы, равнялось усилию, необходимому для протаскивания.

2.3.2.13. Протаскивание трубопровода с изменением направления тягового троса на необходимый угол применяют, когда на противоположном берегу акватории недостаточно места для беспрепятственной работы технических средств, создающих тяговое усилие.

В зависимости от возможности размещения технических средств и рельефа местности приложение усилий может быть направлено либо вдоль береговой черты, либо в сторону исходного берега (рис. 2.3.5). При этом особое внимание уделяют закреплению поворотного блока, расчету и устройству анкерной опоры. В остальном порядок проведения работ соответствует технологии, изложенной в предыдущем пункте.

2.3.2.14. Протаскивание с последовательным наращиванием укладываемого трубопровода применяют при недостаточных размерах площадок в створе перехода, пригодных для строительно-монтажных работ на обоих берегах акватории (рис. 2.3.6).

Изложенная в пунктах 2.3.2.12 и 2.3.2.14 технология протаскивания в целом сохраняется. Отличием является наращивание трубопровода на исходном берегу по мере вхождения его в воду. Для этого заранее трубы соединяют в секции, длина которых соответствует имеющейся рабочей площадке. Стыковка секций осуществляется на берегу возле уреза воды.

2.3.2.15. Протаскивание с одновременной заливкой внутрь трубопровода воды применяют при укладке трубопроводов большого диаметра, например, нефтепроводов. Поступающая внутрь вода предназначена для компенсации избыточной плавучести трубопровода.

Изложенная в пунктах 2.3.2.12 и 2.3.2.14 технология протаскивания в целом сохраняется. Отличие заключается в наличии в головной части трубопровода специального отверстия, в которое затекает вода в процессе

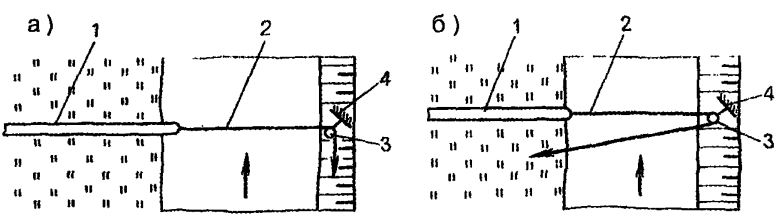


Рис. 2.3.5. Схемы изменения направления тягового троса:
а) вдоль береговой черты; б) в сторону исходного берега;
1 – трубопровод; 2 – тяговый трос; 3 – поворотный блок; 4 – анкер

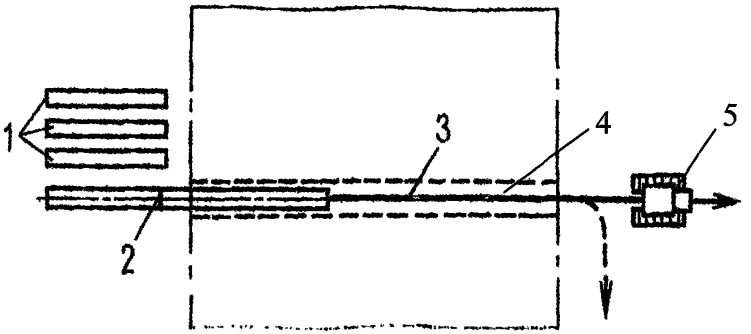


Рис. 2.3.6. Схема протаскивания с последовательным наращиванием трубопровода:
1 – секция из нескольких труб; 2 – гарантийный стык; 3 – тяговый трос; 4 – траншея; 5 – самоходный тягач

протаскивания, благодаря чему трубопровод при затягивании в воду не может самостоятельно всплыть на поверхность.

Тяговое усилие по мере заполнения трубопровода водой увеличивается и достигает наибольшей величины в конце протаскивания, когда весь трубопровод уходит под воду. Для его уменьшения применяют разгружающие понтоны, которыми заранее оснащают трубопровод. Количество понтонов определяют из расчета, чтобы общая отрицательная плавучесть трубопровода (вес в воде) создавала достаточную устойчивость на сдвиг от воздействия течения реки.

Скорость протаскивания трубопровода зависит от диаметра отверстия, через которое поступает вода, и должна соответствовать скорости заполнения трубопровода водой.

2.3.2.16. Протаскивание трубопровода с перестановкой тяговой лебедки производят при ширине водной преграды, превышающей канатоемкость барабана лебедки, с целью исключения перепасовки тягового троса.

Изложенная в пункте 2.3.2.12 технология протаскивания в целом сохраняется. Отличием является первоначальное размещение лебедки у самого уреза воды с последующим ее перенесением вглубь береговой черты.

Схема реализуется при пологом рельефе берега. Ее недостатком является необходимость устройства дополнительных анкерных опор при установке лебедки на новые позиции.

Разновидностью протаскивания трубопровода с перестановкой тяговой лебедки является применение тяговых лебедок, устанавливаемых на вспомогательном плавсредстве (рис. 2.3.7). По мере продвижения го-

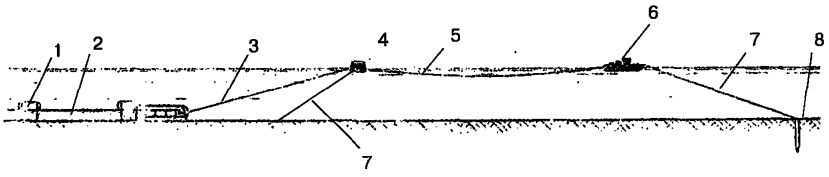


Рис. 2.3.7. Схема протаскивания трубопровода с применением поддерживающей баржи:
1 – понтоны; 2 – протаскиваемый трубопровод; 3 – соединительный трос; 4 – поддерживающая баржа; 5 – тяговый трос; 6 – баржа с тяговой лебедкой; 7 – якорный трос; 8 – якорные сваи

ловной части трубопровода вспомогательное плавсредство переставляют ближе к противоположному берегу.

Тяговое усилие лебедки при протаскивании трубопровода воспринимается якорной системой плавсредства, которая в зависимости от создаваемого лебедкой тягового усилия включает один или несколько якорей.

При слабых грунтах на участке перехода и при значительном тяговом усилии вместо якорей используют якорные сваи, забиваемые в дно водной преграды. Верхние концы свай оборудуются захватами для крепления якорных тросов. Количество якорных опор вдоль трассы трубопровода возрастает с увеличением протяженности перехода. При значительном тяговом усилии, достигающем несколько сотен тонн, применяется поддерживающая баржа. Ее использование позволяет создать дополнительную опору, а также изменить направление приложения тягового усилия с созданием вертикальной составляющей, способствующей уменьшению сопротивления протаскиванию головной части трубопровода.

2.3.2.17. Протаскивание трубопровода с использованием дополнительной лебедки применяется при ширине водной преграды, превышающей канатоемкость барабана тяговой лебедки.

Отличием от технологии, изложенной в пункте 2.3.2.12, является использование дополнительной лебедки с механическим или электрическим приводом. Известны два варианта реализации рассматриваемой схемы.

В первом варианте тяговая (основная) лебедка является транзитной. При этом тяговый трос несколькими шлагами обвивают вокруг барабана тяговой лебедки с последующей передачей свободного конца на барабан дополнительной лебедки. Количество шлагов на барабане основной лебедки определяется величиной создаваемого усилия. В случае скольжения троса по барабану количество шлагов следует увеличить.

Работа обеих лебедок происходит одновременно. Трос наматывается на барабан тяговой лебедки и с той же интенсивностью снимается с него дополнительной лебедкой. В стесненных условиях для изменения

направления троса, снимаемого с барабана тяговой лебедки, используют вспомогательный блок (рис. 2.3.8а).

Второй вариант предусматривает перепускание тягового троса через блок на оголовке трубопровода. При этом образуется две тросовые линии, одна из которых выбирается на барабан тяговой лебедки, а другая закреплена на берегу (рис. 2.3.8б). Тяговая лебедка работает в обычном режиме. После полного заполнения ее барабана протаскивание трубопровода прекращают. Дополнительной лебедкой трос через блок на оголовке сматывают с барабана тяговой лебедки и снова закрепляют на берегу.

Недостатком второго варианта является увеличение в два раза длины тягового троса и количества анкерных опор. Преимуществом является более надежная работа тяговой лебедки, которая используется в обычном режиме, а также возможность применения тяговой лебедки меньшей мощности.

2.3.2.18. Усилие, создаваемое тяговой лебедкой, может быть увеличено в два раза за счет перепасовки троса через блок, установленный на оголовке трубопровода так же как показано на рис. 2.3.8б. Такая необходимость может возникнуть на завершающем этапе протаскивания, когда трубопровод вытягивают вверх по уклону грунта, особенно если протаскивание осуществляется с последовательным наращиванием укладываемого трубопровода (пункт 2.3.2.14). При этом одинарный тяговый трос снимают с оголовка и пропускают через установленный на нем блок.

Перепасовка троса через блок обычно выполняется водолазами и представляет собой сложную, связанную со значительными затратами

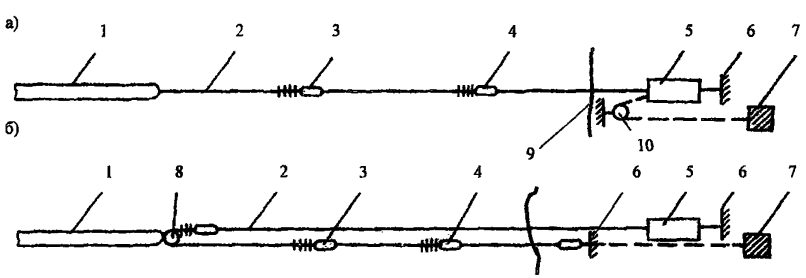


Рис. 2.3.8. Схема протаскивания трубопровода с использованием дополнительной лебедки:
а) с периодическим сматыванием троса с барабана тяговой лебедки;
б) с подтягиванием второй линии троса;
1 – трубопровод; 2 – тяговый трос; 3,4 – соединительные звенья тросов;
5 – тяговая лебедка; 6 – анкерная опора; 7 – вспомогательная лебедка;
8 – блок на оголовке трубопровода; 9 – урез воды;
10 – вспомогательный блок

времени операцию. С целью ее упрощения рекомендуется схема, представленная на рис. 2.3.9, предусматривающая перепасовку троса на поверхности. Она эффективна при прокладке трубопровода при глубинах до 30–35 м, а также при работе со льда.

Схема перепасовки предполагает использование приспособления в виде штанги из трубы диаметром 200–250 мм и длиной до 50 м, к одному концу которой через шарнир присоединен протаскиваемый трубопровод, а к другому – блок. При необходимости перепасовки блок за одинарный тяговый трос поднимают на поверхность. При этом через штангу сохраняется связь блока с трубопроводом. Если работы производятся со льда, то подъем блока осуществляют в майну за проводник, закрепляемый водолазом.

2.3.2.19. Протаскивание трубопровода с использованием двух лебедок, установленных на вспомогательном плавсредстве, применяется при ширине водной преграды, превышающей канатоемкость барабана тяговой лебедки. Схема позволяет исключить перепасовку тягового каната и увеличить длину протаскиваемой плети трубопровода, также как в пункте 2.3.2.18. Технология протаскивания предусматривает на первом этапе работу кормовой тяговой лебедки (рис. 2.3.10), которая подтягивает трубопровод к неподвижному вспомогательному плавсредству, удерживаемому на месте анкерным тросом. Этот трос заведен в две нитки через блок, закрепленный на берегу. Коренной конец троса намотан на барабан носовой лебедки, а ходовой – прочно закреплен рядом, на палубе плавсредства. На втором этапе в работу включается носовая лебедка, подтягивающая плавсредство вместе с трубопроводом к берегу.

2.3.2.20. Укладка трубопроводов на морских акваториях имеет ряд особенностей, связанных с условиями работ в открытом море, большим перепадом глубин и характером рельефа грунта.

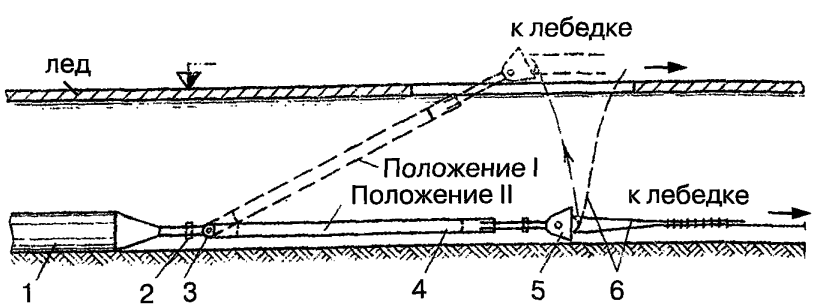


Рис. 2.3.9. Схема перепасовки троса на поверхности с использованием штанги:
1 – трубопровод; 2,3 – шарниры; 4 – штанга; 5 – блок; 6 – тяговый трос

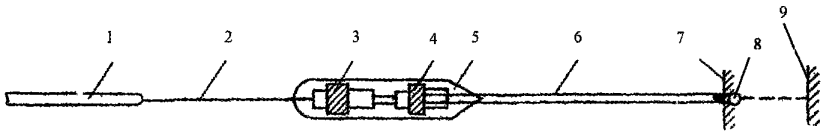


Рис. 2.3.10. Схема протаскивания трубопровода с использованием двух лебедок, установленных на вспомогательном плавсредстве:
1 – трубопровод; 2 – тяговый трос; 3 – кормовая тяговая лебедка; 4 – носовая тяговая лебедка; 5 – баржа; 6 – анкерный трос; 7 – урез воды; 8 – блок; 9 – анкерная опора

Профили континентальных шельфов характеризуются небольшими уклонами в среднем до 0,2 % и простираются от берега до глубин 110–150 м. Начиная от границы шельфа и до глубины порядка 3000 м, располагается континентальный склон с уклонами, в 20–30 раз большими по сравнению с уклонами шельфа. В связи со значительной крутизной континентального склона расстояние от границы шельфа до глубин 1000 м составляет 14–25 км.

На глубинах до 200 м укладка трубопровода ведется с трубоукладочной баржи, на глубинах свыше 200 м трубопровод протаскивается с применением донного груза.

2.3.2.21. Протаскивание трубопровода с подъемом донного груза осуществляется циклически с использованием операций подъема и опускания тяжелых грузов – донных блоков плавучими кранами или килекторами (рис. 2.3.11).

Согласно применяемой технологии сначала прокладывают трос анкерной линии на всю длину участка протаскивания с одним концевым анкером, что исключает необходимость установки дополнительных анкеров в процессе протаскивания трубопровода. Затем с обеспечивающего судна на грунт на расстоянии, равном длине тягового троса, устанавливают донный блок (рис. 2.3.12), в который через шкив и зажим пропущен анкерный трос, коренной конец которого заведен на обеспечивающее судно. После обтягивания с судна анкерный трос на блоке фиксируют зажимом. Дополнительно перед оголовком трубопровода устанавливают шарнирно соединенные секции из труб для образования углубления, по которому затем будет перемещаться протаскиваемый трубопровод.

Протаскивание трубопровода осуществляется за счет подъема блока. Перемещение начинается, когда блок окажется примерно в 200 м от дна, причем скорость протаскивания возрастает с увеличением высоты подъема блока. Оптимальная высота подъема блока зависит от условий прохождения трассы и усилия, необходимого для протаскивания трубопровода.

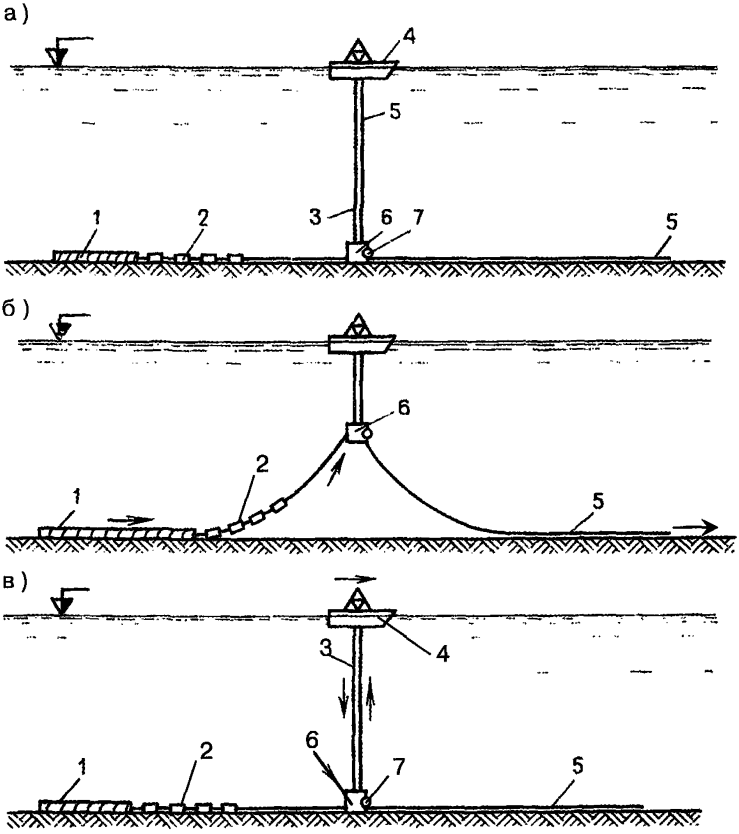


Рис. 2.3.11. Схема протаскивания трубопровода с подъемом донного груза:
а) донный груз опущен, гидравлический зажим закрыт;
б) цикл подъема донного груза, гидравлический зажим закрыт;
в) цикл опускания донного груза, гидравлический зажим открыт;
1 – трубопровод; 2 – шарнирно соединенные секции труб для образования углубления в грунте; 3 – подъемный трос; 4 – крановое *судно; 5 – анкерный трос; 6 – донный блок; 7 – гидравлический зажим*

Цикл завершается, когда блок вместе с головной частью трубопровода опускают на дно. В период опускания обеспечивающее судно переходит в следующую точку, где технологический процесс повторяют. При этом трос анкерной линии освобождают от зажима и выбирают с судна лебедкой, обозначая направление движения.

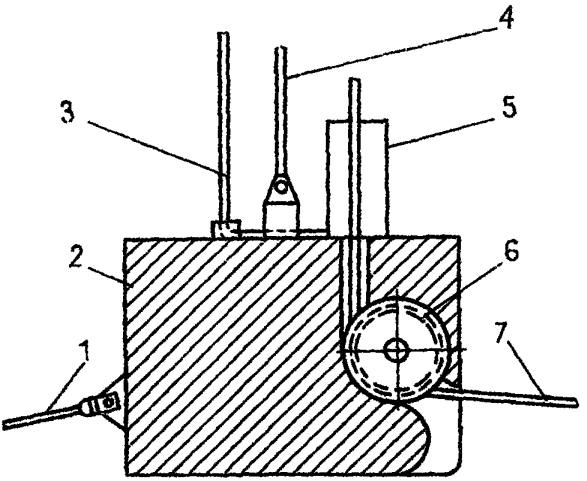


Рис. 2.3.12. Конструкция донного блока:
1 – тяговый трос; 2 – донный блок; 3 – контрольный кабель зажима;
4 – подъемный трос; 5 – гидравлический зажим; 6 – шкив;
7 – анкерный трос

Недостатком способа является действие в трубопроводе напряжений от изгиба. Однако они по величине существенно меньше, чем при укладке трубопровода с трубоукладочных барж.

2.3.2.22. Протаскивание трубопровода с перемещением массивного блока по дну позволяет полностью избежать действия в трубах изгибных напряжений.

Технология протаскивания предусматривает установку на дне по линии направления трубопровода анкерного блока, который посредством анкерной линии соединен с массивным блоком (рис. 2.3.13). Массивный блок выставляется на дно грузоподъемными средствами бурового судна или килектора, так чтобы он находился между головной частью трубопровода и анкерным блоком. Головная часть трубопровода соединяется с массивным блоком тяговым тросом.

Усилие протаскивания создается гидравлическим тяговым устройством, закрепленным на массивном блоке. В результате трубопровод вплотную подтягивается к массивному блоку. После этого массивный блок по дну моря с использованием второго гидравлического тягового устройства перемещают в сторону анкерного блока. При этом перемещаемый массивный блок служит своеобразным бульдозером, выравнивающим дно для облегчения протаскивания. Уменьшение сопротивления при продольном перемещении массивного блока достигается приложе-

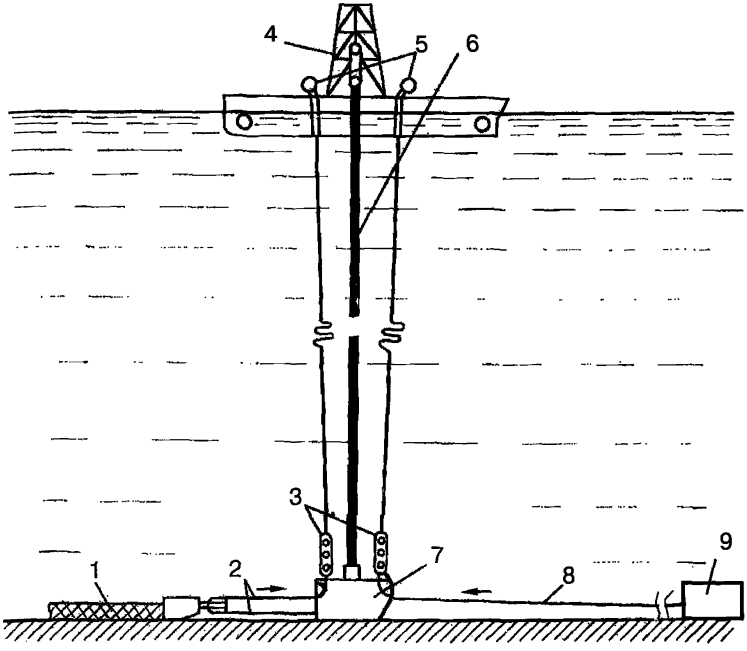


Рис. 2.3.13. Схема протаскивания трубопровода с использованием перемещения донного груза:
1 – протаскиваемый трубопровод; 2 – тяговый трос; 3 – гидравлическое тяговое устройство; 4 – буровая вышка; 5 – лебедки; 6 – буровая колонна; 7 – массивный блок (донный груз); 8 – анкерная линия; 9 – анкерный блок

нием к нему подъемного усилия с судна обеспечения или использованием понтонов с регулируемой плавучестью.

Технологический цикл повторяют после перемещения массивного блока на заданное расстояние от головной части трубопровода.

2.3.2.23. Спуск трубопровода с берега в подводную траншею или на поверхность воды при протаскивании производят со спусковых дорожек. На практике используются спусковые дорожки различных типов:

– грунтовые;
– ледовые;
– водные;
– роликовые и рельсовые.

2.3.2.24. Грунтовые дорожки представляют собой подготовленную прямолинейную полосу грунта в створе перехода на одном из берегов во-

доема. Профиль дорожки планируют так, чтобы он имел уклон в сторону водоема или был горизонтальным. Даже незначительный обратный уклон создает большое дополнительное усилие протаскивания.

По грунтовым дорожкам можно протаскивать только бетонированные или футерованные трубопроводы, что предохраняет изоляционное покрытие от возможного повреждения при протаскивании.

На песчаных грунтах протаскивание осуществляют по сухому основанию, а на глинистых грунтах – по сильно увлажненному.

Наибольшая часть сопротивления протаскиванию приходится на береговые участки грунтовой дорожки, так как сопротивление протаскиванию на подводном участке может быть уменьшено за счет увеличения плавучести трубопровода.

2.3.2.25. Ледовые дорожки применяют в зимних условиях для протаскивания плетей трубопровода длиной до 200 м.

Ледовую дорожку устраивают на сравнительно ровном или с небольшим уклоном берегу заливкой водой неглубокой траншеи. Во избежание самопроизвольного сползания трубопровода с ледовой дорожки вдоль нее можно отсыпать ограничительные земляные валики.

При использовании ледовой дорожки требуется, как и в предыдущем случае, принимать меры по защите от повреждений изоляции трубопровода.

2.3.2.26. Водная спусковая дорожка представляет собой траншею, разработанную на берегу водоема в створе перехода и заполненную водой.

Длина водной спусковой дорожки принимается равной длине протаскиваемого трубопровода, глубина воды в траншее – на 0,2–0,5 м больше осадки трубопровода или его диаметра, если трубопровод имеет отрицательную плавучесть. Ширина дорожки в ее донной части должна быть на 0,3–0,5 м больше диаметра трубопровода.

Благоприятными условиями для устройства водной дорожки считается наличие низкого и ровного берега. Чем меньше возвышается поверхность берега над уровнем акватории, тем меньшей глубины разрабатывают траншею. При относительно высоких берегах траншею отрывают на глубину, превышающую высоту берега.

С целью уменьшения работ по выемке грунта при наличии высокого берега, траншею разрабатывают меньшей глубины, а у уреза воды оставляют грунтовую перемычку. Затем траншею заполняют водой, и опускают в нее трубопровод. Возле перемычки создают резерв грунта. При протаскивании трубопровод прорезает перемычку, и бульдозер для уменьшения потери воды из береговой траншеи периодически засыпает образующуюся в перемычке прорезь из резерва грунта. Одновременно насосом или высоконапорным агрегатом закачивают в траншею воду, поддерживая в ней более высокий уровень, чем в прилегающем водоеме.

2.3.2.27. Роликовые и рельсовые спусковые дорожки позволяют значительно уменьшить сопротивление перемещению берегового участка трубопровода, применять тяговые средства меньшей мощности и увеличивать длину протаскиваемых плетей, что снижает количество стыковых соединений на трубопроводе и сокращает время его протаскивания.

2.3.2.28. Роликовая спусковая дорожка представляет собой ряд опор с роликами, расстояния между которыми определяют в зависимости от размеров и удельной массы укладываемого трубопровода.

По роликовой спусковой дорожке протаскивают трубопроводы с бетонным покрытием. Трубопроводы с изоляционным покрытием при наличии обычной деревянной футеровки протаскивают, применяя ролики в виде пневматических шин.

2.3.2.29. Комплект роликовой спусковой дорожки для укладки трубопроводов с бетонным покрытием диаметром 1500 мм включает (рис. 2.3.14):

– роликовые опоры грузоподъемностью 33–35 тс;

– стапель;

– устройство для перекатывания плети трубопровода со стапеля на спусковую дорожку;

– тормозную лебедку;

– приурезное спусковое устройство в виде понтонов или рамной конструкции с дополнительными роликоопорами.

2.3.2.30. Технология использования роликовой спусковой дорожки предусматривает (рис. 2.3.15):

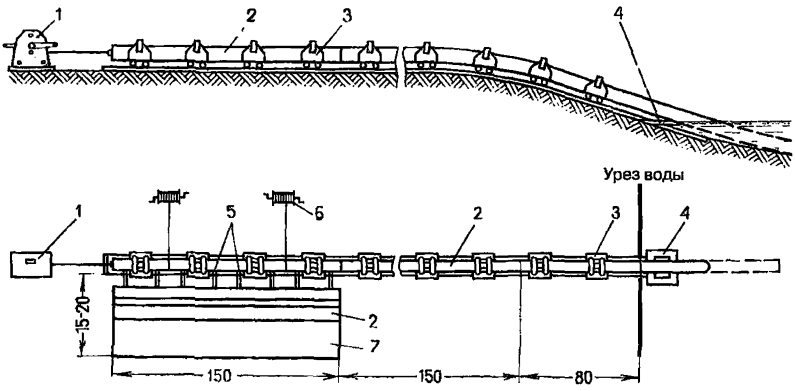


Рис. 2.3.14. Схема роликовой спусковой дорожки
1 – тормозная лебедка; 2 – плеть трубопровода; 3 – роликовые опоры; 4 – приурезное спусковое устройство; 5 – балки-перегружатели; 6 – лебедка для перекатывания труб; 7 – стапель

– монтаж и сварку труб в плети на стапеле;

– перекатывание смонтированной плети со стапеля на балки-перегружатели, расположенные несколько выше роликовых опор;

– опускание плеть трубопровода на роликовые опоры;

– спуск трубопровода в воду через приурезное спусковое устройство, уменьшающее давление на крайнюю роликовую опору и сопротивление

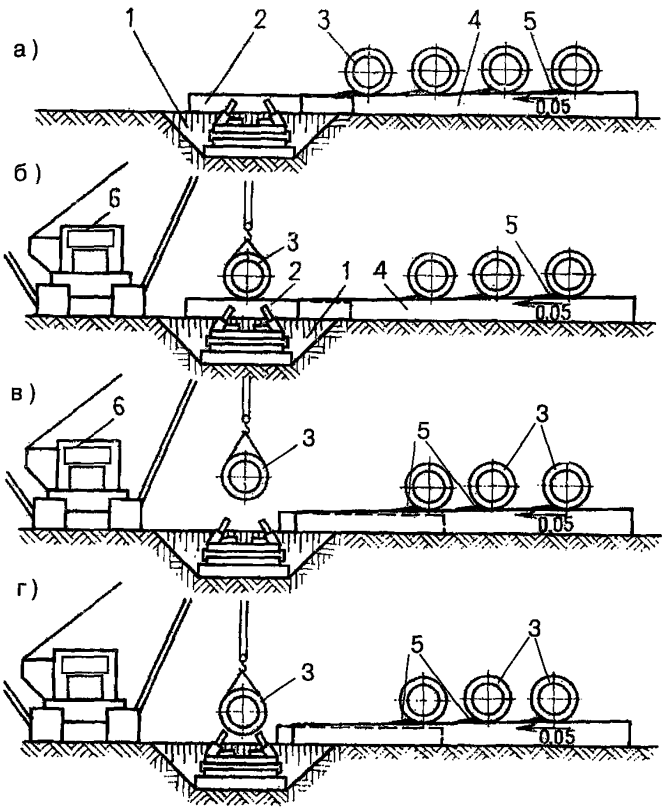


Рис. 2.3.15. Схема установки плети трубопровода на роликовую дорожку: а) исходное положение; б) плеть трубопровода установлена над роликовыми опорами на выдвижных балках; в) плеть поднята трубоукладчиком над роликовыми опорами, выдвижные балки убраны; г) конечное положение;

1 – траншея; 2 – выдвижная балка-перегружатель; 3 – плеть трубопровода; 4 – опора под плети трубопровода; 5 – стопорные башмаки; 6 – трубоукладчик

грунта перемещению трубопровода при сходе его с ближайшей к урезу роликовой опоры, а также напряжения в трубопроводе от изгиба при входе в воду. Предотвращение самопроизвольного движения плети трубопровода на уклонах, гашение силы инерции при трогании трубопровода и обеспечение его плавного равномерного движения выполняется тормозной лебедкой.

2.3.2.31. Рельсовые спусковые дорожки в отличие от роликовых дорожек позволяют наряду с трубопроводами, имеющими гладкую поверхность, протаскивать трубопроводы, оснащенные отдельными грузами и понтонами.

По конструкции различают следующие типы рельсовых дорожек:

– узкоколейные с двухосными и одноосными вагонетками;

– сборные рельсовые пути со специальным оборудованием для спуска трубопроводов ОСД-2 и ОСД-3.

2.3.2.32. Узкоколейная дорожка делается обычно прямолинейной в плане. Профиль дорожки – горизонтальный или с незначительным уклоном в сторону водоема. Планировку полосы грунта под дорожку производят бульдозером в створе перехода, срезая бугры и засыпая ямы. В конце дорожки устраивают приямок глубиной 2,0–2,5 м, предназначенный для вывода вагонеток из-под трубопровода. На участке между приямком и урезом воды оборудуют катки или ролики.

2.3.2.33. Технология использования узкоколейной рельсовой дорожки с приямком предусматривает:

– установку конца трубопровода на вагонетки;

– затаскивание трубопровода в воду до тех пор, пока вагонетка не попадет в приямок, а лежавший на вагонетке участок трубопровода не ляжет на его противоположную стенку;

– вытаскивание вагонетки из приямка автокраном с использованием троса длиной 4–5 м с огонами на концах, заранее закрепленному на вагонетке с помощью скобы.

Вытаскивание вагонеток из-под трубопровода может производиться также по отводному рельсовому пути, устроенному из приямка.

2.3.2.34. Рельсовая спусковая дорожка с седловидными одноосными тележками имеет расположенный на спланированном основании рельсовый путь из отдельных звеньев длиной до 16 и шириной колеи 0,9 м. В качестве шпал используют швеллер № 20, шпалы расставляют на 1,0–1,5 м одна от другой. Рельсовый путь доставляют к месту монтажа плетевозами по 80 м спусковой дорожки за один рейс.

Тележка грузоподъемностью 30 т изготовлена на одной массивной оси, к которой приварено седловидное ложе для укладки трубопровода. Применение одноосных тележек снижает влияние неровностей рельсового пути на их движение при протаскивании трубопровода.

Технология выполнения работ с седловидными одноосными тележками не отличается от технологии работ при использовании вагонеток.

Состав комплектов оборудования для спуска трубопроводов с рельсового пути приведен в приложении 13.

2.3.2.35. Расчет протаскивания подводного трубопровода производят с целью достоверного определения тягового усилия для применяемой схемы укладки. По результатам расчета величины тягового усилия определяют необходимые тяговые машины и механизмы, диаметр тягового троса и технологическую схему протаскивания.

2.3.2.36. Расчетная величина тягового усилия должна превосходить предельное сопротивление на сдвиг протаскиваемого трубопровода с учетом условий работы тяговых средств:

$$T_p \geq m \cdot T_{пр},$$

где m – коэффициент условий работы тяговых средств. При протаскивании лебедками m=1,1, при протаскивании тягачами m=1,2;

$T_{пр}$ – предельное сопротивление трубопровода на сдвиг, тс.

2.3.2.37. Предельное сопротивление трубопровода на сдвиг при протаскивании по поверхности грунта, когда движение трубопровода можно считать установившимся и равномерным, определяется по формуле:

$$T_{пр} = Q \cdot f,$$

где Q – расчетный вес трубопровода, тс;

f – коэффициент трения скольжения трубы по грунту.

Значения коэффициента трения скольжения f зависят от типа взаимодействующих материалов:

– дерево по грунту ..... 0,35±0,40;
– дерево по скале 0,6;
– дерево по стали 0,65;
– сталь по суглинку, супеси ..... 0,3±0,32;
– сталь по мелкопесчаным и галечниковым грунтам . 0,38±0,42;
– сталь по илистому грунту ..... 0,18±0,22;
– сталь по плотной скале ..... 0,30±0,45;
– сталь по взорванной скале и булыжнику ..... 0,42±0,50.

2.3.2.38. Усилие протаскивания в момент страгивания трубопровода с места значительно больше, чем при равномерном движении. Это обусловлено сцеплением грунта, пассивным отпором грунта за счет различных выступов на поверхности трубы (футеровка, балластные грузы), явлением присоса трубопровода к грунту и упругим взаимодействием трубопровода с грунтом.

Методика расчета усилия протаскивания трубопровода по грунту в момент страгивания приведена в приложении 14.

2.3.2.39. При укладке трубопровода протаскиванием через широкие водные преграды и морские акватории его длина ограничивается продольными напряжениями, возникающими от тягового усилия, которые могут превысить предел текучести металла трубы. Максимальные растягивающие усилия возникают у оголовка трубопровода. При этом, после снятия тягового усилия в трубопроводе могут сохраняться остаточные растягивающие усилия.

2.3.2.40. В трубопроводах, укладываемых на глубину несколько сотен метров, от гидростатического давления возникают значительные продольные сжимающие усилия. Во время укладки эти сжимающие усилия уменьшаются на величину растягивающих усилий от протаскивания. Поэтому для глубоководных трубопроводов длина протаскиваемого трубопровода не будет лимитироваться продольными напряжениями от тягового усилия и остаточные напряжения будут сжимающими.

2.3.2.41. Расчет стального тягового троса ограничивают определением его диаметра, исходя из расчетного тягового усилия. При этом трос считается свободным от различных закреплений и приспособлений.

Натяжение тягового троса:

$$R_н = \frac{n \cdot m}{k \cdot t} \cdot T_p$$

где Тр – расчетное тяговое усилие, тс;

n – коэффициент перегрузки. При протаскивании трубопровода по грунту n=2, при протаскивании по специальным дорожкам (кроме грунтовых) n=1,3;

m – коэффициент условия работы (m=1,1);

k – коэффициент однородности для троса. Для новых тросов k=1, для тросов, имеющих разорванные проволоки, k=0,8;

t – коэффициент тросового соединения (табл. 2.3.1).

При необходимости учесть несколько условий изгиба и закрепления троса, действующих одновременно, принимают наименьшее из выбранных по табл. 2.3.1 значений коэффициента t.

2.3.2.42. Удержание трубопровода в период укладки, а также для закрепления лебедок и других тяговых средств используют береговые и русловые оттяжки, которые крепят анкерами.

В качестве простейшего анкера, рассчитанного на сравнительно небольшие нагрузки, применяют одну или две сваи, забитые в грунт на глубину 3,0–4,0 м (стальные трубы) и 2,0–2,5 м (деревянные сваи). Значения несущей способности свайных анкеров на горизонтальную нагрузку представлены в табл. 2.3.2. Для получения больших удерживающих усилий применяют анкерный фундамент.

Таблица 2.3.1

Численные значения коэффициента тросового соединения

Условия изгиба и закрепления троса	t
При изгибе троса:	
– вокруг подвижного блока	0,43
– вокруг коуша	0,67
– продетого в отверстие в планке	0,35
– продетого через крюк простой петлей	0,20
– продетого через крюк закидной петлей	0,70
При наличии на тросе расправленных узлов	0,50
При наличии оплетки	0,75
При сжатии троса специальными сжимами	0,70
При наличии простого и двойного, а также задвижного штыков	0,50
При штыковых и полуштыковых узлах (установлено менее двух сжимов)	0,70
При наличии на тросе прямого узла:	
– для восьмерки на металле	0,40
– для двойной восьмерки на металле	0,70

2.3.2.43. Анкер устраивают из бревен диаметром не менее 0,20 м или из труб диаметром не менее 0,25 м. Длину анкера в траншее принимают обычно в пределах 2,0–3,0 м. Грунт, которым засыпают анкер, утрамбовывают послойной трамбовкой. Ориентировочные данные по предельной несущей способности анкеров из труб диаметром 0,3–0,4 м с коэффициентом запаса 1,2 приведены в табл. 2.3.3.

Таблица 2.3.2

Несущая способность свайных анкеров на горизонтальную нагрузку

Вид грунта	Сваи деревянные				Сваи из стальных труб			
	Глубина забивки, м	Допустимая горизонтальная нагрузка (в тс) при диаметре свай, м			Глубина забивки, м	Допустимая горизонтальная нагрузка (в тс) при диаметре свай, м		
		0,28	0,30	0,32		3,0	3,5	4,0
Пески средней плотности, суглинки и глины тугопластичные расположенные:								
– выше уровня грунтовых вод	–	–	–	–	2,0	10,0	12,0	15,0
– ниже уровня грунтовых вод	2,0	2,6	2,8	3,0	2,5	5,0	6,0	7,0
Пески пылеватые, мягкие глины, илы ниже уровня грунтовых вод	2,0	1,4	1,5	1,6	3-3,5	2,0	3,0	3,5

Таблица 2.3.3

Предельная несущая способность анкеров из труб диаметром 0,3–0,4 м

Вид грунта	Глубина заложения анкера в грунт, м														
	1,5			1,75			2,0			2,25			2,5		
	Длина анкера, м														
	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
Песок средней плотности	10	12	14	15	18	20	17	21	24	20	23	30	22	28	33
Суглинок и глина тугопластичная, расположенные выше уровня грунтовых вод	13	15	18	17	20	24	19	23	26	22	26	34	26	35	40
Суглинок и глина пластичная, расположенные ниже уровня грунтовых вод	7	8	10	8	10	12	10	13	15	12	15	17	15	17	22
Пески пылеватые и илы, расположенные ниже уровня грунтовых вод	3	4	5	5	7	8	6	7,5	9	7	8,5	10	–	–	–

2.3.3. Укладка трубопроводов с регулированием плавучести и использованием плавтехсредств

2.3.3.1. Укладка с регулированием плавучести совмещает свободное погружение трубопровода и протаскивание его по дну водоема. При этом в трубопровод заливают воду с целью регулирования его плавучести так, чтобы он находился на дне глубоководного участка водоема и на плаву над мелководным участком.

Способ применяют:

– при большой длине подводного перехода, когда мощности тяговых средств и количества понтонов недостаточно для уменьшения веса трубопровода под водой;

– при наличии значительных по протяженности мелководных участков, где возможны всплытие начального и конечного участков трубопровода и свободное их погружение при допустимых напряжениях;

– при отсутствии значительного течения на мелководных участках.

2.3.3.2. Тяговое усилие, требующееся для укладки трубопровода с регулированием плавучести, уменьшается по сравнению с тяговым усилием при обычном способе протаскивания во столько раз, во сколько раз полная длина подводного перехода больше длины участка трубопровода, перемещаемого по дну.

2.3.3.3. Существуют три основных типа подводных переходов:

– тип I, когда мелководный участок находится у берега, где располагается монтажная площадка (рис. 2.3.16а);

– тип II, когда мелководный участок находится у берега, противоположного тому, где располагается монтажная площадка (рис. 2.3.16б);

– тип III, когда мелководные участки имеются у обоих берегов (рис. 2.3.16в).

Технологическая схема укладки трубопровода для всех этих типов является однородной и лишь на последнем этапе определяется характером профиля подводного перехода.

2.3.3.4. Укладку трубопровода начинают с промера глубин на всем протяжении подводного перехода. Промеры производятся водолазным футштоком, лотом или другими общепринятыми способами. К работам целесообразно привлекать малогабаритные телеуправляемые подводные аппараты.

По результатам промеров строят схему профиля подводного перехода и определяют наибольшую глубину, на которую необходимо погрузить трубопровод. Длина трубопровода, которую для этого необходимо залить водой, с достаточной точностью составит удвоенное значение максимальной глубины перехода. Эту длину измеряют на трубопроводе от его головной части и ставят марку белой краской.

2.3.3.5. Трубопровод протаскивают с одновременным заполнением его водой насосом или через отверстие в оголовке. Когда белая марка на трубопроводе совместится с уровнем воды, поступление воды прекращают путем перекрытия отверстия с помощью специальной задвижки или другим путем. После этого протаскивание продолжают до выхода головного участка трубопровода на противоположный берег. При этом вода, залитая в трубопровод, смещается к нижней точке трубопровода, а его участки, находящиеся на более отлогих склонах дна, постепенно всплывают и в конце протаскивания занимают положение Б (рис. 2.3.16).

2.3.3.6. Последним этапом укладки является погружение плавающих участков путем заполнения трубопровода водой с помощью насоса, установленного на одном или обоих берегах.

2.3.3.7. Тяговое усилие при протаскивании трубопровода с регулированием плавучести уменьшается пропорционально отношению длины трубопровода, залитого водой, к полной длине подводного перехода. Это усилие может быть уменьшено посредством использования разгрузочных понтонов.

2.3.3.8. Укладка трубопровода с опор производится в случаях:

– большой глубины водоема и при характере берегов, когда нельзя применить более экономичные способы укладки;

– быстрого заполнения траншей наносным грунтом, вынуждающего укладывать трубопровод отдельными секциями.

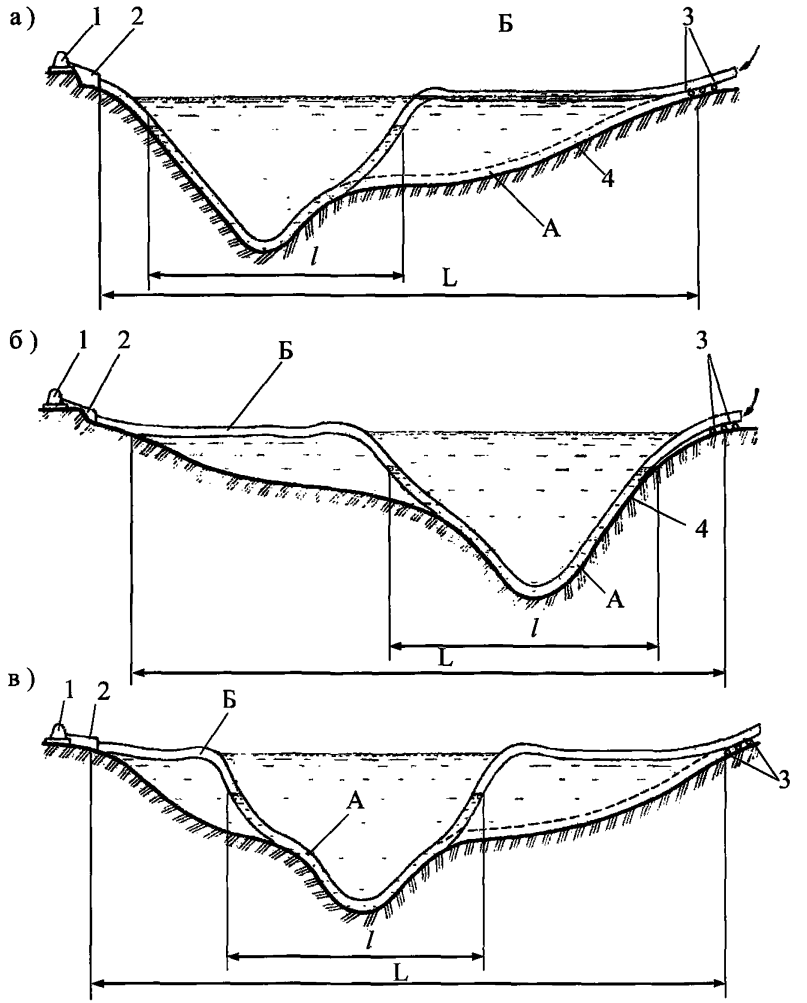


Рис. 2.3.16. Схема укладки трубопровода с регулированием плавучести при различном рельефе дна:
а) глубокое место расположено со стороны приложения тягового усилия; б) глубокое место расположено со стороны, противоположной стороне приложения тягового усилия; в) глубокое место равноудалено от берегов; А – участок трубопровода, уложенного на грунт; Б – участок трубопровода, находящегося на плаву; 1 – тяговая лебедка; 2 – канат; 3 – спусковая дорожка; 4 – дно траншеи

В качестве опор применяют плавучие краны, плавучие портальные опоры, состоящие из двух понтонов. В зимних условиях опоры устанавливают на льду.

2.3.3.9. Укладка трубопровода с помощью плавучих кранов используется при укладке трубопровода большой массы (большого диаметра, утяжеленных, оснащенных грузами).

2.3.3.10. Перед укладкой трубопровода в подводную траншею или на дно водоема с помощью плавучих кранов выполняют следующие работы:

– проводят промеры и водолазное обследование дна водоема или траншеи;

– устанавливают в створ трубопровод, оснащенный при необходимости разгружающими понтонами, балластными грузами и растяжками от сноса течением;

– устанавливают краны на расчетных расстояниях;

– с помощью полотенец и канатов прикрепляют плавающий трубопровод к гакам кранов.

2.3.3.11. Трубопровод погружают на дно путем заполнения его водой при постоянной поддержке кранами. В процессе погружения осуществляют непрерывный контроль с помощью марок на канатах и динамометров. Уложенный трубопровод обследуют с помощью водолазов или телеуправляемых подводных аппаратов, после чего отсоединяют полотенца и канаты.

2.3.3.12. При применении плавучих кранов для погружения трубопроводов наибольшие напряжения в трубопроводе возникают во время опускания или подъема его концевой части (рис. 2.3.17). Определение количества поддерживающих средств, их грузоподъемности и мест расстановки производят по методике, приведенной в приложении 15.

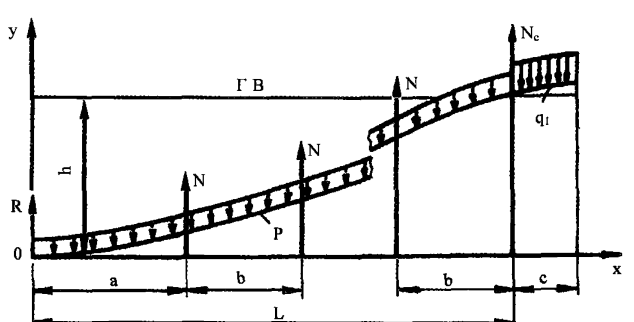


Рис. 2.3.17. Расчетная схема подъема (погружения) подводного трубопровода с применением поддерживающего устройства

2.3.3.13. При отсутствии плавучих кранов трубопроводы погружают с помощью плавучих опор, из которых наиболее распространены опоры, состоящие из двух типовых понтонов, фермы и лебедок.

2.3.3.14. Применяют следующие схемы укладки трубопровода с плавучих опор:

– трубопровод, имеющий отрицательную плавучесть и удерживаемый на плаву с помощью разгружающих понтонов, погружают путем стравливания канатов лебедками, расположенными на плавучих опорах, после отсоединения или заполнения водой всех или части разгружающих понтонов (рис. 2.3.18а);

– трубопровод, имеющий положительную плавучесть, погружают способом, описанным выше, после его заполнения водой (рис. 2.3.18б);

– трубопровод укладывают отдельными секциями с последующим их соединением на фланцах или с помощью фланцев на плаву; в этом случае необходимо удерживать конец каждой секции или поднимать его со дна и укладывать на плавучее средство для соединения со следующей секцией (рис. 2.3.18в).

2.3.3.15. Технология укладки трубопровода с плавучих опор аналогична технологии укладки плавучими кранами.

Укладку трубопровода с плавучих опор начинают с участка наибольших глубин в створе перехода, с тем чтобы в стенках трубопровода не возникали значительные растягивающие усилия. По мере опускания трубопровода на этом участке включаются в работу соседние опоры, расположенные ближе к берегам, с таким расчетом, чтобы радиус кривой изгиба плети не превышал допустимый радиус изгиба.

2.3.3.16. Количество понтонов, применяемых при укладке трубопровода в качестве опор, определяют по формуле:

$$n_п = L \cdot \frac{(P + P_{зап})}{P_п},$$

где Рзап – удельный запас подъемной силы понтонов, отнесенный ко всей длине трубопровода, тс/м ($P_{зап}$ = 0,01–0,2 тс/м);

L – длина трубопровода, м;

P – вес погонного метра трубопровода, тс/м;

$P_п$ – подъемная сила одного понтона, тс.

2.3.3.17. По мере укладки трубопровода на грунт необходимо последовательно затапливать поддерживающие понтоны. Вес воды, заливаемой в жесткие понтоны перед укладкой трубопровода, определяют по формуле:

$$P_в = P_{оп} \cdot n_{оп} + P_{зап} \cdot l,$$

где $P_{оп}$ – расчетная нагрузка на одну опору, тс;

$n_{оп}$ – количество опор;

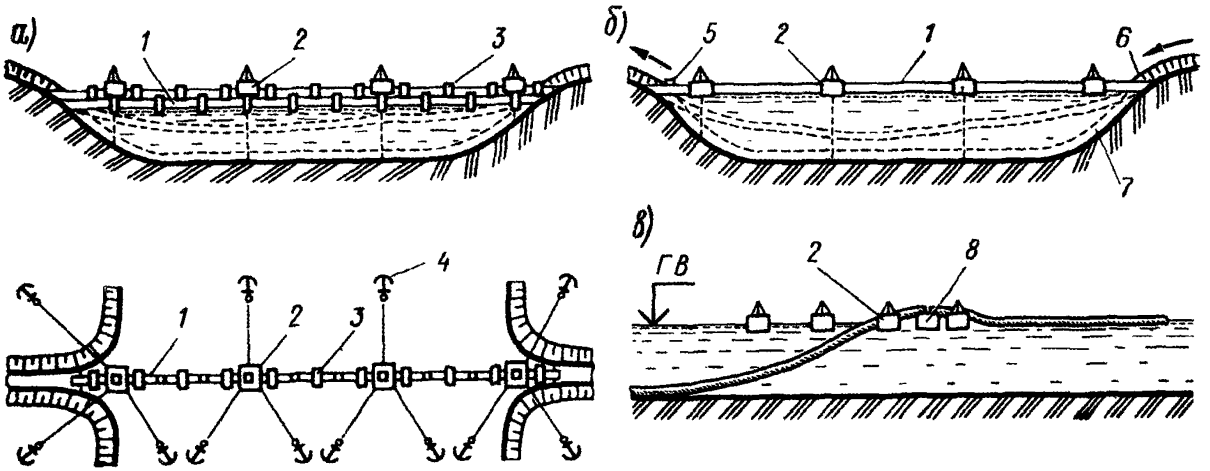


Рис. 2.3.18. Схемы укладки трубопровода с плавучих опор:
1, 7 – трубопроводы пустой и заполненный водой; 2 – плавучие опоры; 3 – понтоны; 4 – канат и якорь; 5 – вантуз для выпуска воздуха; 6 – патрубок для залива воды; 8 – плавсредство, на котором производится сварка (*или соединение на фланце*) трубопровода

l – длина трубопровода, поднятого над дном, м.

2.3.3.18. Вместо заполнения понтонов водой при погружении трубопровода допускается применять расстропку части понтонов. Необходимое количество расстрапливаемых понтонов определяют по формуле:

$$n = \frac{P_в}{P_п},$$

2.3.4. Прокладка трубопроводов в зимних условиях

2.3.4.1. Преимущество строительства переходов через реки в зимний период заключается в возможности использования ледяного покрова при условии достаточной его прочности для размещения необходимых устройств и механизмов. Организацию работ облегчает отсутствие судоходства, особенно на реках с интенсивным движением судов в период навигации.

2.3.4.2. Недостатками строительства переходов в зимний период являются необходимость выполнения ледокольных работ, более сложная организация земляных, сварочно-монтажных, водолазных и других работ. Зимние условия существенно снижают производительность труда. Например, нормы времени на водолазные работы увеличиваются на 25 % по сравнению с производством работ в летних условиях.

2.3.4.3. Выбор строительной площадки на берегу при организации работ со льда требует обратить особое внимание на удобные подъездные пути и достаточно пологий спуск с берега на лед для транспортирования сваренных секций труб. Допускается размещать сварочную площадку непосредственно на льду. При размещении сварочных стапелей на берегу секции труб со строительной площадки транспортируют по ледяной дороге тракторами на санях или протаскивают непосредственно по льду. Трубы, покрытые изоляцией, должны быть обязательно защищены футеровкой от повреждения.

2.3.4.4. При составлении графиков работ по строительству подводных трубопроводов в зимнее время особое внимание должно быть обращено на своевременное производство дноуглубительных работ.

Рекомендуется береговые траншеи разрабатывать до заморозков и принимать необходимые меры по укреплению откосов до укладки трубопроводов. Разработку подводных траншей целесообразно производить землечерпательными снарядами еще осенью до ухода их в затоны на зимний отстой. При этом в период составления проекта работ следует учитывать характер движения наносов. Разрыв по времени в несколько месяцев с момента окончания дноуглубительных работ (сентябрь – октябрь) до укладки подводных трубопроводов (февраль – март) может привести к частичному или полному заносу подводной траншеи.

2.3.4.5. Зимой, как правило, исключается применение мощных землечерпательных снарядов. Подводные траншеи могут разрабатываться скреперными установками, грунтососами, гидроэлеваторами и другими средствами малой механизации. Применение этих средств оправданно для расчистки наносов грунта в ранее созданной траншее. При больших объемах разработки подводного грунта применение грунтососов нецелесообразно из-за малой их производительности и высокой стоимости работ по сравнению с землечерпательными снарядами.

2.3.4.6. Рыхление мерзлого грунта рекомендуется производить преимущественно взрывным способом. Рыхление механическим способом при помощи клин-бабы допускается при небольших объемах земляных работ и толщине мерзлого слоя до 0,70 м, а также когда применение взрывного способа недопустимо или экономически нецелесообразно.

2.3.4.7. Разработка грунта экскаваторами с прямой лопатой емкостью 0,5–1,0 м^3 при толщине мерзлого слоя 0,15–0,25 м производят без предварительного рыхления. При использовании драглайна эта величина не превышает 0,1 м.

2.3.4.8. Засыпку траншей, отрытых в зимнее время непосредственно перед укладкой, производят незамерзшим, ранее вынутым из траншеи грунтом немедленно после укладки трубопровода.

Засыпку траншей, отрытых до заморозков, производят талым грунтом или размельченным мерзлым грунтом из бруствера, не содержащим комьев величиной больше 0,05 м, на высоту 0,2 м над верхом трубы.

2.3.4.9. Сварку трубопроводов из малоуглеродистой и низколегированной стали с толщиной стенки до 16 мм при температуре окружающего воздуха до –30° производят без предварительного подогрева шва и прилегающей к нему зоны. При более низкой температуре необходим предварительный подогрев шва и кромок общей шириной 200–250 мм до температуры 150–200° .

При температуре окружающего воздуха ниже –20° сварку производят по специальной технологии, утвержденной организацией, выполняющей сварочные работы. В этой технологии должны быть указаны Технические условия в части, касающейся зазоров при сборке труб, сушки стыков перед сваркой, качества сварочных материалов и других требований, обеспечивающих необходимое качество сварки при низких температурах.

2.3.4.10. В осенне-зимнее время нанесение изоляции разрешается производить при температуре воздуха не ниже –25°. Не допускается очистка труб, нанесение на них грунтовки и изоляционного покрытия на открытом воздухе во время дождя, тумана и снегопада.

Грунтовка, наносимая на не подогретую поверхность труб, приготовляется из битума БН-IV и авиационного бензина в соотношении по весу

1:2. В состав грунтовки, предназначенной для нанесения в стационарных условиях, дополнительно вводится зеленое масло в количестве 3 % от веса битума.

При наличии на трубах влаги в виде инея, льда или росы и при температуре воздуха ниже +3° изоляционные работы разрешается производить только после предварительной просушки и подогрева труб.

2.3.4.11. Укладку секций труб на береговых и пойменных участках в зимних условиях производят при температурах не ниже −15°. При этом выполняется условие, чтобы за промежуток времени между рытьем траншей и укладкой трубопровода основание траншеи не промерзло.

Укладка трубопровода в траншею сразу после изоляции разрешается при температуре не ниже −25°. Если траншея была вырыта заранее (в задел), укладка трубопровода может производиться на промерзшее основание после засыпки дна траншеи на 0,1 м мелким грунтом (аналогично укладке трубопроводов в скальных грунтах) или снегом.

2.3.4.12. При использовании ледяного покрова для прокладки трубопроводов в проекте работ отражают следующие основные сведения:

– начало и конец периода устойчивого ледяного покрова в районе работ;

– толщину ледяного покрова;

– характер осенней и весенней подвижки льда;

– степень торосистости льда;

– возможность покладки льда или торосов на грунт в приливоотливных условиях или на течении;

– несущую способность ледяного покрова либо для всего периода работ в целом, либо для отдельных этапов работ с учетом возможности наращивания нагрузки в начале и уменьшения ее к концу работ со льда.

На основании данных о характере, времени сохранения ледяного покрова и величине допускаемых нагрузок на лед определяют способ работ, назначают сроки их начала и окончания, решают, какие механизмы и агрегаты можно использовать на работах.

2.3.4.13. Сведения о ледяном покрове получают из лоции и по результатам многолетних наблюдений станций гидрометеорологической службы района работ или близлежащих районов.

Если представляется возможным, организуют сбор дополнительных данных по вопросам, имеющим непосредственное отношение к прокладке, заглублению и эксплуатации трубопровода с целью уточнения материалов лоции, которые часто не являются исчерпывающими для конкретного участка работ.

Уточнению, как правило, подлежат вопросы о характере подвижки льда, о возможности его покладки на грунт, а также об образовании борозд в грунте в результате подвижки льда. Эти данные важны потому, что

в практике имелись случаи, когда ледяные торосистые поля повреждали трубопровод, заглубленный в грунт на 0,5–1,0 м на глубинах воды 4–5 м.

2.3.4.14. Дополнительные данные о ледяном покрове могут быть получены на месте в результате работы изыскательской группы и проведения предварительного водолазного обследования. К их числу относятся:

– установление районов образования торосистых полей;

– определение размеров торосов (глубина их погружения в воду и возвышение над поверхностью льда);

– возможность прохода водолазов под торосами;

– покладка отдельных торосистых гряд на грунт;

– образование борозд в грунте при подвижке торосов от действия приливоотливных течений, ветра или штормов;

– глубина борозд в грунте на различных глубинах воды.

2.3.4.15. Толщина льда, необходимая для безопасного размещения оборудования на сплошном ледяном покрове, и допускаемое время пребывания грузов на льду в одном месте определяется по формулам раздела 2.1.4.

Минимальные допустимые расстояния между размещаемыми на льду грузами в зависимости от их массы и толщины льда приведены в табл. 2.3.4.

Таблица 2.3.4

Расстояния между грузами на льду

Груз	Общая масса груза, т	Наименьшая толщина льда, м	Наименьшее расстояние между грузами, м
Одиночный пешеход	0,1	0,05	5
Колесный транспорт	3,5	0,15	15
	6,0	0,2	20
	10,0	0,25	25
	15,0	0,3	30
Гусеничный транспорт	3,5	0,15	15
	10,0	0,2	20
	12,5	0,25	25
	25,0	0,4	40
	45,0	0,5	50

2.3.4.16. Прочность льда под опорами рассчитывается на нагрузку от веса самих опор и веса участка трубопровода на длине между опорами. Вес участка трубопровода принимается максимальный: на воздухе – без заполнения водой, в воде – в соответствии с принятой схемой погружения (трубопровод заполнен водой или пуст).

2.3.4.17. Подготовительные работы при прокладке трубопроводов со льда включают:

– расчистку трассы движения тяговых средств от торосов и снега;

– создание прорези во льду по оси траншеи шириной, превышающей 1,5 диаметра трубопровода (при укладке трубопровода с поверхности) или отдельных майн (при протаскивании трубопровода по дну);

– прокладку тягового каната с предварительным заведением тонкого каната водолазами или путем «прошивки» подо льдом через отдельные майны;

– установку лебедок и оттяжки для удержания трубопровода в створе при наличии течения.

2.3.4.18. При укладке трубопроводов в зимних условиях применяют способы протаскивания по дну, свободного погружения, укладки с опор, установленных на льду. Технологическую схему укладки уточняют при разработке проекта работ в зависимости от конкретных условий строительства и наличия ледорезной техники.

Конструктивные схемы укладки трубопровода аналогичны схемам, применяемых при укладке трубопровода через водные преграды, при замене плавучих средств механизмами и устройствами, размещаемыми на льду.

Возможно применение комбинированного метода укладки: свободным погружением на участках с допустимой глубиной и с опор на глубоководных участках.

2.3.4.19. Протаскивание по дну является основным способом укладки трубопровода в зимних условиях. При этом объем ледокольных работ является минимальным. Он включает устройство входной и выходной майн, отдельных майн для анкерных опор во льду и для выполнения водолазных работ. Буксировку трубопровода (отдельных секций) с берега производят по спусковой дорожке в подводную траншею.

Способ разработки траншеи должен предусматривать выполнение большей части работ непосредственно со льда. Эффективным является применение взрывов удлиненных пороховых зарядов.

2.3.4.20. Способ свободного погружения применяют при отсутствии на берегах в створе перехода монтажной площадки необходимых размеров, при недостатке тяговых средств и в случае одновременной укладки нескольких трубопроводов. Монтаж трубопровода осуществляют непосредственно на льду.

2.3.4.21. Погружение трубопроводов с козел, балочных опор, укосин или опор других конструкций применяют в тех случаях, когда трубопроводы имеют отрицательную плавучесть более 2,0 кг/м и допускают изгиб.

Трубопроводы, предназначенные для погружения на грунт, собирают у края майны на принятую длину и после проведения гидравлического испытания укладывают на опоры.

2.3.4.22. Если трубопровод при погружении в воду имеет положительную плавучесть (не тонет в воде с закрытыми концами), то его заполня-

ют водой на весь внутренний объем, чтобы исключить переливание воды внутри трубопровода. Величина отрицательной плавучести в этом случае может достигать больших значений и потому погружение трубопроводов на грунт следует вести по предварительному расчету.

Погружают трубопровод равномерно и осторожно на величину, принятую проектом с использованием спусковых концов. Предварительно спусковые концы размечают марками, а само погружение производят под тщательным наблюдением руководителя работ.

2.3.4.23. Погружение трубопровода начинают с берега и продолжают в направлении к оголовку сооружения.

При пересечении рек или проливов, имеющих максимальную глубину в средней части трассы, погружение начинают с наиболее глубокой части перехода и продолжают в обе стороны (к берегам).

2.3.4.24. Укладку трубопровода с козел, балочных опор, укосин или опор других конструкций, установленных над майной вдоль трассы прокладки, применяют на подводных переходах большой глубины, а также при сильной заносимости траншей, когда приходится погружать трубопровод отдельными секциями. Монтаж трубопровода при этом возможен как на льду, так и на берегу с последующим транспортированием по льду тракторами или путем непосредственного спуска в майну.

Концы трубопровода, выходящие на лед, кладут на опоры, допускающие некоторое передвижение по ним трубопровода вдоль трассы прокладки, так как по мере погружения средней части концы трубопровода будут иметь частичную подвижку к середине. Для облегчения подвижки концов их укладывают на деревянные катки.

Подготовленный для прокладки трубопровод подвешивают на козлах над майной при помощи лебедок или дифференциальных талей.

2.3.4.25. Расстояние между опорами при погружении трубопровода, если воздействие течения незначительно, определяют по формуле:

$$l = \sqrt{\frac{[\sigma] \cdot W}{k \cdot q_{тр}}},$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение при изгибе для материала труб, кгс/см^2;

W – момент сопротивления сечения трубопровода, см^3;

k – коэффициент максимального опорного момента многопролетной неразрезной балки (для 3-пролетной балки k=0,1, для 4-пролетной балки k=0,107);

$q_{тр}$ – удельный вес единицы длины трубопровода, кгс/см.

2.3.4.26. На течении погружаемый трубопровод подвергается дополнительному изгибу от действия потока воды. В этом случае расстояние между опорами при погружении трубопровода:

$$l = \sqrt{\frac{[\sigma] \cdot W}{k \cdot \sqrt{q_{тр}^2 + w^2}}},$$

где w – сила давления потока воды на единицу длины трубопровода, кгс/см.

2.3.4.28. Погружение трубопровода производят в несколько приемов. Максимальное погружение в каждый прием должно соответствовать наиболее глубокой точке продольного профиля, минимальное – береговым точкам. Промежуточные точки погружаются на такую величину, при которой трубопровод будет изогнут по плавной кривой с допускаемым радиусом изгиба.

2.3.4.29. Погружение начинают, опуская трубопровод с трех опор над максимальной глубиной перехода. Для придания дугообразной формы трубопровод с центральной опоры опускают на несколько большую величину, чем с двух смежных. В следующий прием трубопровод стравливают с пяти опор: с трех, уже принимавших участие в погружении, и с двух, смежных с ними (по одной с каждой стороны). Так же как и при первом погружении, трубопровод с центральных опор опускают несколько больше, чем с боковых.

Погружение с последующим увеличением числа участвующих опор производят до момента достижения трубопроводом грунта под центральной опорой, после чего с этой опоры снимают такелажные устройства. Технический персонал, участвующий в обслуживании механизмов на центральной опоре, переходит на соседние опоры, где еще погружение не было начато.

2.3.4.30. Длину участка одновременного погружения трубопровода и величину опускания с каждой опоры при условии изгиба трубопровода в пределах допускаемых напряжений с достаточной точностью можно определить графически. Для этого профиль трассы прокладки трубопровода разбивают на отдельные участки, отличающиеся между собой глубиной погружения на 5–10 м. Принятые участки вычерчивают в масштабе 1:200 (1:500) с нанесением кривой погружения трубопровода по допускаемому радиусу изгиба (рис. 2.3.19). Зная расстояния между опорами, в масштабе определяют величину погружения трубопровода для каждой опоры при различных стадиях погружения.

2.3.4.31. При погружении трубопровода на течении свыше 0,5 м/с рекомендуется ставить дополнительные оттяжки или направляющие сваи, чтобы не допустить смещения трубопровода от действия потока воды.

В качестве оттяжек применяют стальные тросы диаметром 12–15 мм. Один конец оттяжки крепят к секции, а другой наматывают на барабан лебедки, установленной в сторону от оси трассы прокладки трубопро-

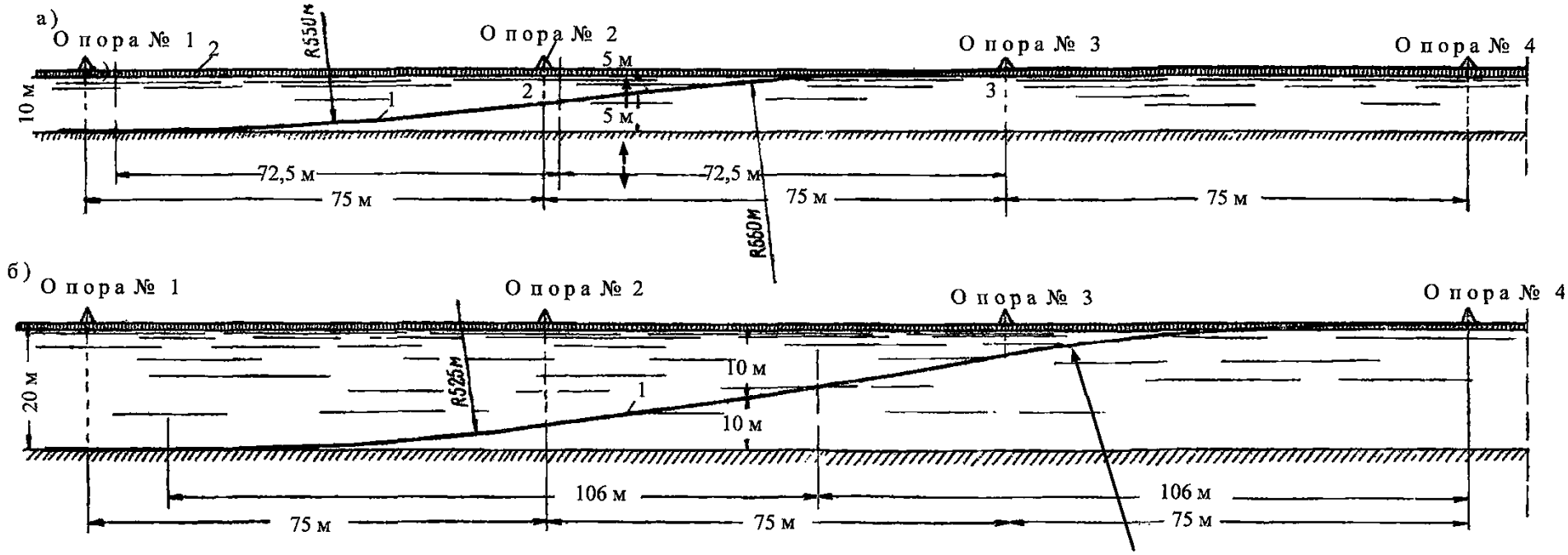


Рис. 2.3.19. Погружение трубопровода с изгибом:
1 – трубопровод; 2 – лед

вода на 20–30 м. Расстояния между оттяжками или свайными опорами определяют по максимальному усилию на трубопровод по формуле из п.2.3.4.26.

2.3.4.32. Опускать трубопровод без применения лебедок путем постепенного стравливания тросов через балочные опоры, уложенные поперек майны, или через столбы, вмороженные в лед, допускается при малой отрицательной удельной плавучести трубопровода (до 12 кгс/м), когда на опоры действуют относительно небольшие нагрузки. При этом вокруг опоры делают несколько оборотов спусковым тросом и с небольшим усилием погружают трубопровод по общему сигналу руководителя работ.

2.3.4.33. Зимнюю прокладку прибрежных трубопроводов длиной до 3 км, предназначенных для подачи на рейд или приема с рейда нефтепродуктов, для устройства переходов через проливы, устройства водозаборных сооружений и в других случаях, в районах с достаточно прочным ледовым покровом производят способом буксировки с берега в подводную траншею (рис. 2.3.20).

2.3.4.34. Предварительные мероприятия при прокладке трубопровода способом буксировки с берега включают:

– сбор исходных данных;
– разметку трассы;
– разработку подводной траншеи;
– оборудование рабочих площадок на льду;
– монтаж трубопровода на берегу;
– оборудование спусковой дорожки;
– прокладку тягового троса.

2.3.4.35. В период сбора исходных данных производят тщательное обследование состояния ледяного покрова, уточняют скорости течения потока воды на отдельных участках трассы, определяют характер грунта, профиль трассы прокладки. Результаты обследования трассы прокладки, замеров толщины льда, промеров глубин и определения скоростей потока оформляют актом.

2.3.4.36. Трассу прокладки морского участка трубопровода размечают на льду, производя измерения при помощи теодолита. Длину промеряют мерной лентой и провешивают от берега до конечной точки сооружения. Вешки ставят через 50–100 м друг от друга.

2.3.4.37. Разработка подводной траншеи требуемой глубины при прокладке в зимних условиях трубопроводов большой протяженности производится взрывным способом. Для этого подо льдом вдоль трассы прокладки трубопровода укладывают удлиненный пороховой заряд. Подрыв заряда производят непосредственно перед протаскиванием.

2.3.4.38. Рабочую площадку размерами 50×50 м для установки тяговых средств или для заделки канифас-блока устраивают на 200–250 м далее

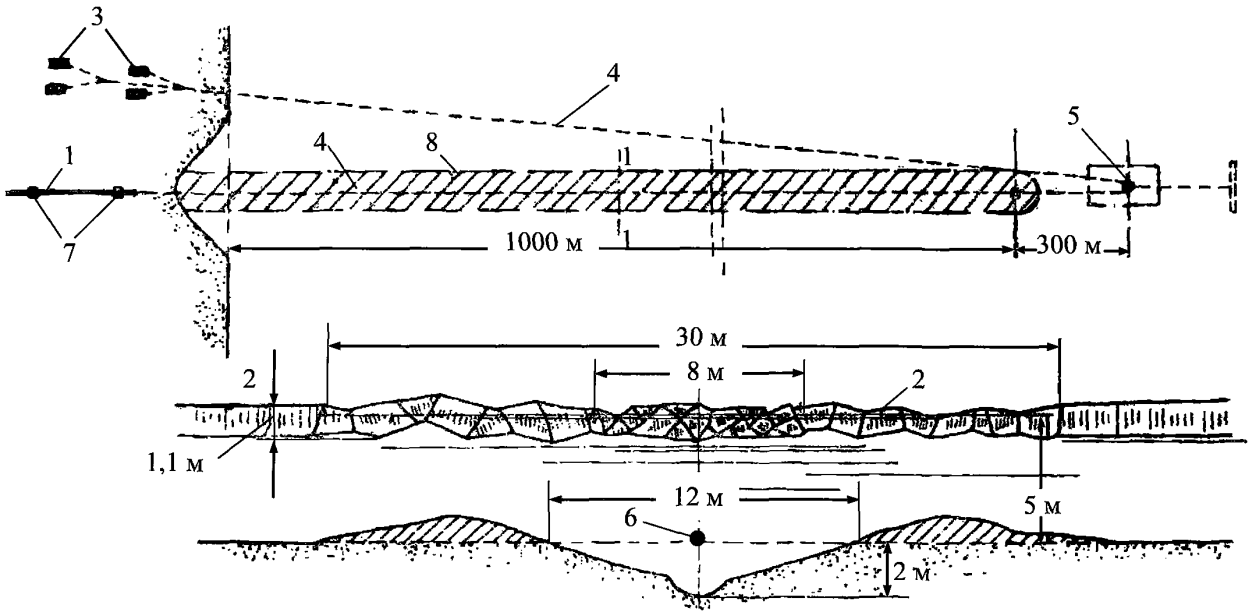


Рис. 2.3.20. Схема организации работ по прокладке трубопровода в траншею, разработанную взрывом порохового заряда:
1 – трубопровод; 2 – лед; 3 – трактор; 4 – тяговый трос; 5 – канифас-блок; 6 – пороховой заряд; 7 – роликовая опора; 8 – участок разрушенного льда

конечной точки прокладки трубопровода на льду. Тяговые средства закрепляют на месте мертвяками. Для более равномерной передачи нагрузки на лед под них подкладывают доски, шпалы или пластины.

Рабочая площадка оборудуется средства связи с командным пунктом на берегу.

2.3.4.39. Монтаж и сборку трубопровода на всю длину, определенную проектом работ, производят вблизи спусковой дорожки, после чего сваривают в общую нитку и укладывают на роликовые опоры или на тележки узкоколейного пути. На конец трубопровода приваривают конусную заглушку для того, чтобы трубопровод при протаскивании не зацепился за нижние выступы отдельных льдин или за неровности грунта.

2.3.4.40. Спусковую дорожку располагают на берегу по линии, соответствующей продолжению трассы прокладки морского участка. Длину дорожки принимают равной величине наибольшей секции трубопровода.

2.3.4.41. Тяговый трос для буксировки трубопровода по дну траншеи укладывают либо по поверхности разрушенного льда, либо по дну траншеи, точно по заданной линии прокладки.

Укладку тягового троса начинают до подрыва уложенного по дну порохового заряда. Тросом соединяют головной конец трубопровода на берегу и тяговые средства на рабочей площадке. Тяговый трос крепят к трубопроводу в расстоянии 5–6 м от его конца.

Перед началом взрывания уложенного по дну порохового заряда стальной тяговый трос относят в сторону от трассы трубопровода на 40–50 м на всем протяжении длины заряда.

Укладку тягового троса по дну разработанной взрывом траншеи выполняют с участием водолазов. Сначала точно по дну траншеи водолазы заводят тонкий стальной проводник, а затем с его помощью протаскивают тяговый трос тракторами или лебедками.

2.3.4.42. Буксировка трубопровода при помощи троса, уложенного по дну траншеи, выполняется в полном соответствии с указаниями, разработанными для буксировки трубопроводов в летнее время.

Буксировка может быть выполнена механическими лебедками или тракторами, которые устанавливают на льду в районе конечной точки трубопровода или на берегу вблизи оголовка. В последнем случае тяговый трос, проложенный по линии буксировки, пропускается через канифасблок и затем возвращается на берег к тяговым средствам.

2.3.4.43. Трубопровод буксируют, предварительно загрузив головной конец балластом, чтобы предотвратить возможный выход трубопровода на лед. Для загрузки используют чугунные чушки весом до 150 кг. Для уменьшения тяговых усилий к трубопроводу прикрепляют пустые железные бочки из-под горючего или другие плавучести.

В береговой части трассы поддерживается майна для входа трубопровода и его плавучестей под лед.

2.3.4.44. Контроль длины уложенного трубопровода осуществляют на берегу по заранее нанесенным хорошо видимым отметкам через каждые 100, 500 и 1000 м.

2.3.5. Ремонт подводных трубопроводов

2.3.5.1. Состояние подводных трубопроводов (переходов), сроки и объем предстоящих работ по ремонту зависят от условий их залегания на грунте, которое определяется внешним осмотром.

Подразделяют следующие группы трубопроводов:

I группа – трубопроводы, не имеющие размытых участков и находящиеся в условиях, при которых размыв маловероятен;

II группа – трубопроводы, не имеющие на момент составления технологических карт ремонта размытых участков, но появление размывов вероятно;

III группа – трубопроводы, имеющие размытые, но не провисающие участки труб;

IV группа – трубопроводы, имеющие размытые и провисающие участки труб.

2.3.5.2. В первую очередь подлежат ремонту трубопроводы IV группы. В наиболее опасном состоянии находятся трубопроводы, у которых несущая способность размытых участков использована практически до предела.

2.3.5.3. Потребность в ремонте для трубопроводов I группы определяется только состоянием металла труб (коррозией). При выполнении необходимых мер по защите труб от коррозии трубопроводы I группы в течение 15–20 лет со времени ввода в эксплуатацию в ремонте не нуждаются.

2.3.5.4. Срок ремонта трубопроводов II и III группы зависит от размера размытого участка. Учитывают также прогноз времени, когда длина размытого участка достигнет величины, при которой создается угроза прочности трубопровода.

2.3.5.5. При выполнении планового ремонта трубопровода оформляют технологическую карту ремонта. Составление технологической карты ремонта производят на основании следующих исходных данных:

– сведений о фактическом состоянии трубопровода;

– прогноза изменения состояния трубопровода в дальнейшем;

– имеющегося наряда сил и технических средств.

Допускается разработка одной типовой технологической карты при одновременной необходимости ремонта нескольких трубопроводов.

2.3.5.6. Технологическая карта ремонта трубопровода подразделяется на части:

– 1-я часть карты содержит паспортные данные трубопровода, его исполнительный план и профиль, сведения о конструктивной схеме, сроке ввода в эксплуатацию, группе, очередности ремонта, данные различных по времени обследований;

– 2-я часть карты включает описание русла реки (участка дна), по которому проходит трубопровод, прогноз состояния трубопровода, анализ его дефектных участков. Особое внимание обращают на выяснение причин, вызвавших дефекты, с целью устранения (уменьшения) негативных последствий от их действия. На основании действующих внешних условий назначают оптимальные сроки ремонта;

– 3-я часть включает технологические схемы ремонта трубопровода, содержит расчетное обоснование элементов технологических схем, а также данные привязки типовых схем к конкретным условиям с учетом имеющихся технических средств, определяет потребное количество оснастки и расходных материалов, необходимость привлечения дополнительных технических средств.

2.3.5.7. Выбор технологической схемы и способа производства ремонтных работ производят с учетом существующих технических и экономических возможностей, а также в зависимости от действующих климатических и гидрологических условий.

2.3.5.8. Способы ремонта подразделяют на две группы:

– ремонт трубопровода с предварительным его извлечением из водоема;

– подводный ремонт трубопровода.

2.3.5.9. Вытаскивание трубопровода из водоема для ремонта осуществляют в тех случаях, когда требуется полностью заменить изоляцию или отремонтировать прокорродировавшие участки труб, заварить каверны, разбросанные по всей длине трубопровода.

2.3.5.10. Технология ремонта трубопровода вытаскиванием из водоема предусматривает производство земляных работ. Часть грунта при вскрытии трубопровода разрабатывается на береговых участках, а часть на дне водоема.

Береговые участки и некоторый объем грунта, находящегося под водой, обычно разрабатывают экскаватором, оборудованным драглайном. При этом над трубопроводом оставляют грунтовый валик, толщина которого должна обеспечивать защиту труб от возможных ударов ковшом экскаватора.

На песчаных или супесчаных грунтах вскрытие трубопровода может быть выполнено гидромониторной установкой. Размыв грунта ведется от уреза воды. Эффект этого способа тем выше, чем больше глубина траншеи.

2.3.5.11. Извлечение трубопровода из траншеи производят теми же способами, которые применяют при строительстве новых подводных трубопроводов. Основным способом является протаскивание.

2.3.5.12. В зависимости от характера повреждений, рабочего давления в трубопроводе и условий в районе работ ремонт трубопровода под водой выполняется следующими основными способами:

– подводной электросваркой с предварительной зачисткой мест сварки, подклинкой их стальными полосками или электродами. При ремонте этим способом нефте-, газопроводов указанные продукты должны быть удалены, а сам трубопровод должен быть заполнен водой и иметь давление внутри, равное давлению окружающей среды;

– постановкой накладок на поврежденные места с приваркой их по контуру к наружной поверхности трубопровода;

– установкой вставок трубопровода на фланцах с использованием компенсаторной муфты (для трубопроводов, собранных на фланцах);

– подводным бетонированием мест повреждений с предварительной заделкой неплотностей клиньями или чеканкой свинцом (в основном для самотечных трубопроводов);

– постановкой бугелей на поврежденные прямые участки трубопровода;

– с помощью клеевых композиций, отверждающихся в воде, с предварительной зачисткой мест повреждения и установкой бугелей.

2.3.5.13. Заплавление повреждений посредством подводной электросварки применяют для ремонта подводных трубопроводов, работающих под давлением до 0,6 МПа.

2.3.5.14. Предварительную зачистку мест заварки производят с помощью пескоструйных аппаратов, очистных машинок в подводном исполнении, а также вручную с использованием скребков, металлических щеток или пневматических зубил. Концы трещин (щелей) по концам следует засверлить.

2.3.5.15. Щели шириной до 5–6 мм заваривают без подклинки металлическими полосками непосредственно наложением трех-четырех слоев наплавленного металла (рис. 2.3.21). Щели шириной до 10–12 мм предварительно заклинивают металлическими полосками или зачищенными электродами и затем заваривают широким валиком в два или три слоя.

2.3.5.16. Металлические накладки (заплаты) устанавливают на небольшие пробоины и короткие щели и приваривают по контуру подводной электросваркой (рис. 2.3.22). При этом загнутые наружу кромки пробоины срезают, а поверхность трубопровода около пробоины зачищают.

2.3.5.17. Устанавливаемая накладка должна соответствовать кривизне ремонтируемого трубопровода. Ее, как правило, изготавливают из части трубы того же диаметра и подгоняют по отрезку трубы на поверхности.

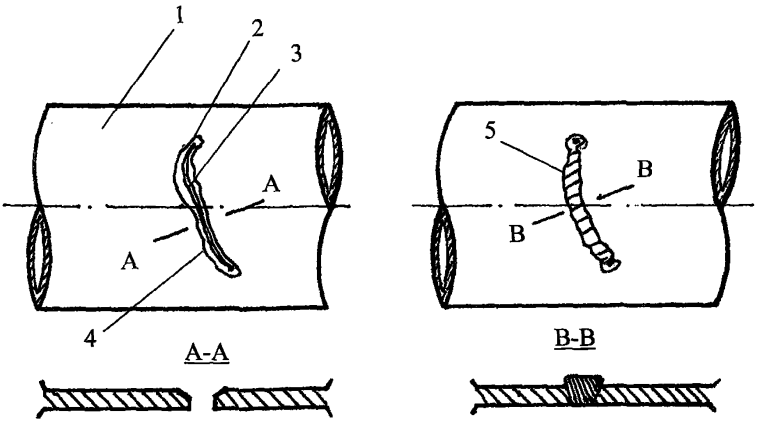


Рис. 2.3.21. Заварка щели трубопровода:
1 – трубопровод; 2 – просверленное отверстие на конце трещины;
3 – трещина; 4 – разделанная кромка; 5 – сварной шов

Толщина накладки должна быть равна толщине стенки ремонтируемого трубопровода.

2.3.5.18. Под накладку перед приваркой по контуру подкладывают один слой тонкой парусины, окрашенной с двух сторон суриком, или слой тонкой листовой резины. Затем накладку поджимают к трубопроводу прочным бугелем и обваривают по контуру.

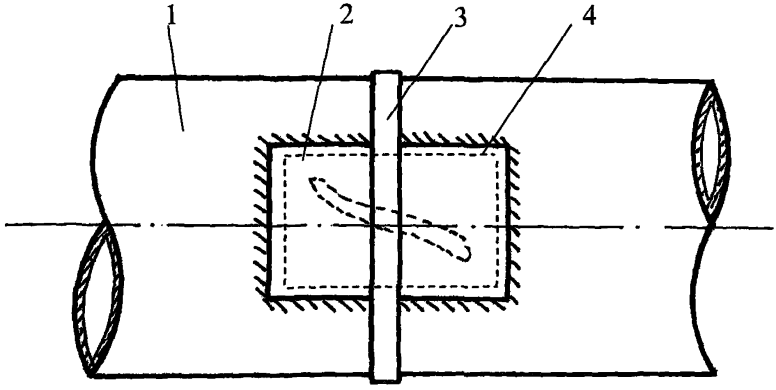


Рис. 2.3.22. Постановка накладки с приваркой ее под водой:
1 – трубопровод; 2 – накладка; 3 – хомут; 4 – парусина

2.3.5.19. При ремонте трубопроводов для перекачки топлива и газа с использованием электросварки следует особое внимание обратить на меры противопожарной безопасности. Топливо и газ должны быть удалены из трубопровода, сам он должен быть заполнен водой и опрессован давлением, равным давлению окружающей среды.

2.3.5.20. Вставки применяют для ремонта подводных трубопроводов, получивших значительные по длине повреждения. Поврежденный участок удаляют, а в получившийся зазор между концами труб устанавливают вставку (рис. 2.3.23). Для трубопроводов, имеющих фланцевые соединения, длину вставки выбирают равной расстоянию между ближайшими к повреждению фланцами. Для сварных трубопроводов длина вставки соответствует вырезаемому участку, захватывающему весь район повреждения и по 2–5 м в обе стороны от него.

Поврежденные участки трубопроводов, имеющих фланцевые соединения, демонтируют раскручиванием соединительных элементов. Поврежденные участки сварных трубопроводов вырезаются под водой электрокислородной резкой или механически посредством гидравлического инструмента.

2.3.5.21. Устанавливаемая между концами труб вставка должна иметь компенсаторную муфту, при помощи которой она плотно соединяется с концами основного трубопровода.

Компенсаторную муфту изготовляют из труб ближайших смежных диаметров. Трубы должны быть телескопически вставлены одна в другую. Зазор между стенками труб заполняют тщательно уложенным на поверхности сальниковым шнуром. В качестве уплотнителя рекомендуется просаленный графитовый шнур квадратного сечения от 5×5 до 50×50 мм. Шнур укладывают в количестве 8–9 витков, после чего ставят уплотнительное стальное кольцо и упорный фланец.

При ремонте трубопроводов для перекачки нефти и минеральных масел с рабочим давлением до 6,5 МПа и температурой до 100° рекомендуется использовать пеньковый просаленный или графитовый шнур толщиной, равной зазору между стенками муфты.

2.3.5.22. Вставку большой длины рекомендуется делать из двух частей, одна из которых на 0,5 м короче длины удаленного участка и имеет только соединительные фланцы, а другая имеет фланец и компенсаторную муфту.

Часть вставки, имеющей два фланца, ставят в первую очередь, а потом точно замеряют оставшийся зазор и ставят часть с компенсаторной муфтой.

2.3.5.23. Технология установки вставки на трубопровод, имеющий фланцевые соединения, предусматривает выполнение следующих действий:

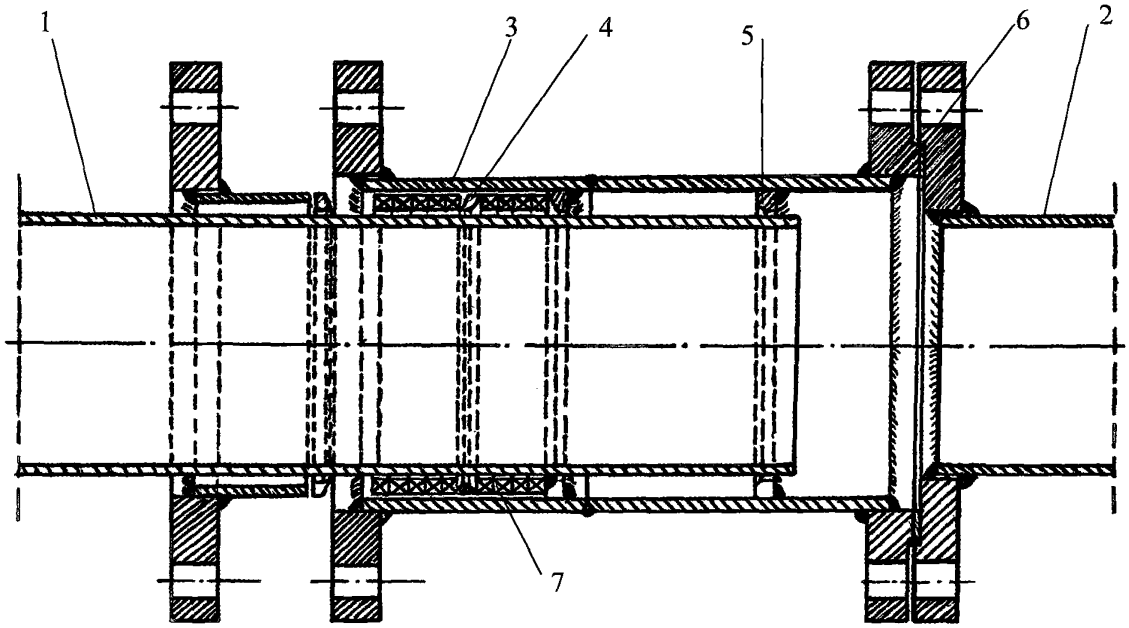


Рис. 2.3.23. Вставка с компенсаторной муфтой, устанавливаемая при подводном ремонте трубопровода:
1 – основной трубопровод; 2 – вставка; 3 – фланцевая компенсаторная муфта; 4 – упорное кольцо;
5 – направляющее кольцо; 6 – прокладка; 7 – сальниковая набивка

– водолазы обследуют место повреждения, отмывают грунт у трубопровода в обе стороны от двух ближайших фланцев;

– водолазы под водой отдают соединительные болты, после чего поврежденный участок извлекают на поверхность. Оставшиеся под водой концы трубопровода закрывают заглушками на болтах или деревянными пробками;

– вставку изготовляют наверху по длине поднятого на поверхность участка. С одной стороны вставки приваривают фланец, а с другой помещают компенсаторную муфту;

– вставку с компенсаторной муфтой непосредственно перед установкой на место укорачивают на 100–250 мм против замеренного под водой расстояния между фланцами соединяемых труб и осторожно на концах опускают на грунт;

– под водой соединяют фланец вставки с фланцем трубопровода. При помощи двух-трех удлиненных стяжных болтов фланец компенсатора сближают с фланцем основной трубы. При подтягивании болтов и выдвижении компенсатора вставку поддерживают на спусковых концах;

– соединительные болты ставят в свободные болтовые отверстия после стыковки фланцев. Затем стяжные болты заменяют на соединительные болты и поджимают все фланцы.

2.3.5.24. Вставки в ремонтируемые сварные трубопроводы устанавливают с использованием специальных коротких фланцевых муфт, которые имеют сальниковые устройства (рис. 2.3.24).

2.3.5.25. Технология установки вставки на сварной трубопровод предусматривает выполнение следующих действий:

– поврежденный участок после отмывки и обследования вырезают по шаблону, чтобы обеспечить ровный рез и сделать его перпендикулярным оси трубы. Поверхность концов трубопровода очищают от всяких неровностей на длине до 500 мм и закрывают деревянными пробками;

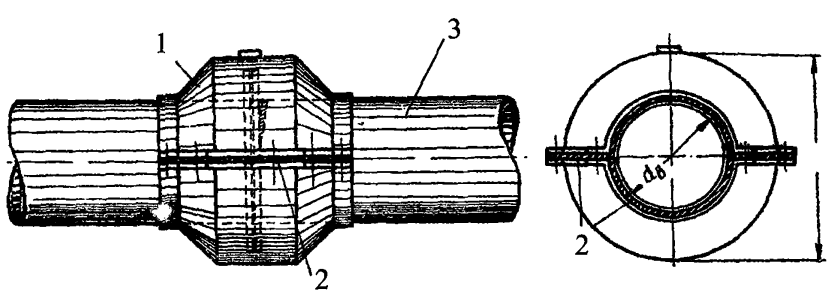


Рис. 2.3.24. Постановка муфты на поврежденный участок:
1 – муфта; 2 – резиновая прокладка толщиной 10 мм; 3 – труба

– вставку изготавливают на 100–500 мм короче вырезанного участка;

– под водой на каждый конец ремонтируемого трубопровода надевают упорный фланец и затем сальниковую муфту, предварительно сняв заглушки;

– вставку соединяют болтами с фланцами муфт, при этом муфты выдвигают к вставке. Между вставкой и муфтами ставят паронитовые или резиновые прокладки. Соединительные болты поджимают несколько раз;

– приступают к уплотнению зазора между муфтой и трубопроводом. Сначала между муфтой и трубой помещают 4 витка сальникового графитового шнура и первое упорное кольцо, затем 5 витков шнура и второе упорное кольцо. Шнур укладывают без слабины и перекручивания вокруг продольной оси;

– водолаз при помощи металлической полосы заталкивает шнур в щель между муфтой и трубой, а затем придвигает вплотную к шнуру первое кольцо и упорный фланец с прихваченным к нему вторым упорным кольцом и сильным обжатием упорного фланца уплотняет шнур;

– водолаз отдает болты упорного фланца, выдвигает его со вторым упорным кольцом из муфты, укладывает на трубопровод остальные 5 витков и вторично поджимает шнур;

– установленную вставку приваривают к основному трубопроводу при помощи книц, помещаемых сверху трубопровода между упорным фланцем и основным трубопроводом.

2.3.5.26. Ремонт безнапорных трубопроводов производят установкой бетонных массивов объемом от 0,5 до 2,0 м^3, которые могут быть размещены как в местах соединений звеньев труб, так и между ними (рис. 2.3.25).

2.3.5.27. Перед укладкой бетона щель в трубопроводе зачеканивают свинцом или забивают деревянными клиньями, после чего водолаз под-

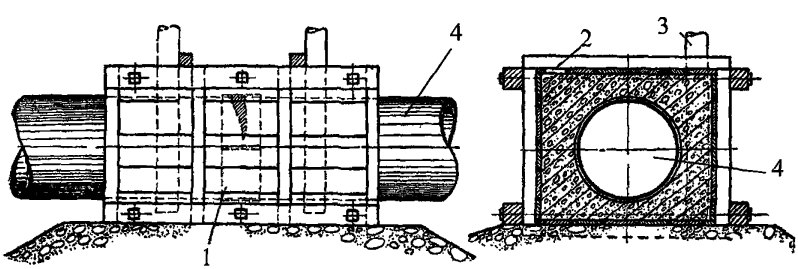


Рис. 2.3.25. Постановка бетонного массива на трубопровод:
1 – муфта; 2 – шланг для подачи бетона; 3 – отверстие для выхода воды;
4 – трубопровод

готавливает основание для постановки опалубки. Основание делается из песка или щебня. Оно должно быть прочным и иметь площадь, достаточную для постановки опалубки.

2.3.5.28. Опалубка для создания бетонного массива при ремонте подводного трубопровода представляет собой изготовленный на поверхности деревянный ящик из двух половин. Размеры ящика выбирают такими, чтобы слой бетона вокруг трубопровода был не менее 0,20 м. По длине бетонный формируемый массив должен быть не менее 0,8 м.

2.3.5.29. Опалубку, поставленную на место, плотно подгоняют по диаметру трубопровода, все щели и неплотности тщательно заделывают и конопатят просмоленной паклей. Подгонять опалубку рекомендуется на поверхности по отрезку трубы диаметром, равным диаметру ремонтируемого трубопровода. Для подачи бетона и выхода из опалубки воды в верхней ее части оставляют два отверстия.

2.3.5.30. Подачу бетона производят:

– через вертикально перемещающиеся трубы (метод ВПТ);

– раздельным бетонированием (метод восходящего раствора);

– безнапорным бетонированием;

– напорным бетонированием (инъекционный метод).

Технология бетонирования представлена в разделе 2.4.2.

2.3.5.31. При ремонте подводных трубопроводов с использованием подводной сварки и резки необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

– к выполнению работ допускаются водолазы, имеющие квалификацию «водолаз-сварщик» и выполнившие нормы работ, предусмотренные ПВС-ВМФ-2002;

– подводная резка и сварка выполняется только в исправной водолазной рубахе или гидрокомбинезоне с приклеенными рукавицами или перчатками. Производить работы с незащищенными руками запрещается;

– на голову водолаза должна быть обязательно надета феска и откидное защитное приспособление;

– все токоведущие части сварочной цепи, включая эдектрододержатели, должны иметь надежную электрическую изоляцию;

– сварочная цепь должна быть двухпроводной. Использовать металл разрезаемых конструкций, а также воду в качестве обратного провода запрещается;

– сварочные кабели, проложенные по палубе, должны иметь надежную защиту от механических повреждений и высокой температуры;

– включение и выключение рубильника, находящегося на пульте управления, для подачи электроэнергии или ее прекращения производить только по указанию водолаза, находящегося под водой.

2.3.5.32. Перед началом подводной резки конструкции трубопровода следует убедиться, что разрезаемая конструкция закреплена и падение отрезаемых частей исключено. Для этого отделяемую конструкцию острапливают, а стропы все время поддерживают в обтянутом состоянии. Водолазу запрещается находиться под отделяемой конструкцией.

2.3.5.33. Во избежание возгораний и взрывов запрещается производить работы при наличии в трубопроводе нефти или ее продуктов. Они должны быть удалены, а трубопровод должен быть заполнен водой.

Конструкции, находящиеся под давлением, варить или разрезать запрещается.

2.3.6. Укладка и ремонт подводных кабелей

2.3.6.1. Подводный кабель (силовой и связи) в период навигации укладывают с барж или плавучих понтонных площадок. Применяемые плавучие средства оснащают канатами, якорями, лебедками, специальными желобами для спуска кабеля и тормозными устройствами для предотвращения его самопроизвольного движения.

2.3.6.2. При ширине водной преграды до 200 м плавучее средство перемещается по натяжному канату, закрепленному на берегах, при большей ширине водоема – с использованием станового и папильонажных канатов.

2.3.6.3. С плавучего средства кабель укладывают непосредственно с барабана или из бухты («восьмерки»). Последний способ применяют в том случае, если подводный переход имеет значительную протяженность, при которой требуется монтаж соединительных муфт, а по условиям судоходства перерывы в укладке кабеля для монтажа соединительных муфт нежелательны.

2.3.6.4. Подготовительные мероприятия при укладке кабеля включают:

– доставку кабеля и его погрузку на плавучие средства;

– подготовку подводных и береговых траншей, месторасположение которых обозначают створами или другими знаками;

– оборудование в стенках набережных специальных труб для протаскивания кабеля;

– установку на берегах приспособлений для закрепления концов кабеля;

– выполнение промеров и водолазного обследования траншеи.

2.3.6.5. Подводный кабель укладывают в следующей последовательности:

– на барже или плавучей площадке проверяют состояние изоляции кабеля;

– конец кабеля отрезают и заделывают в свинцовый наконечник;

– конец кабеля выводят на берег, укладывают в береговую траншею или протаскивают через трубу, сделанную в стенке набережной;

– баржу или плавучую площадку устанавливают в створе траншеи;

– приводят плавсредство в движение, по мере которого кабель опускают в воду;

– при достижении противоположного берега второй конец выносят с баржи или плавучей площадки на берег или протаскивают через трубу в набережной;

– производят водолазное обследование проложенного кабеля. При необходимости водолаз выправляет его положение.

2.3.6.6. Для погрузки кабеля на баржу или плавучую площадку применяют следующие способы:

– передача краном. При этом барабан с кабелем переносят краном на палубу плавсредства и подвешивают на оси, которую пропускают через отверстие в барабане, и концами опирают на специальные опоры в виде рамы или на домкраты;

– передача перемоткой с барабана на барабан. При этом барабан с кабелем на берегу устанавливают на козлах или домкратах, и потребное количество кабеля перематывают на пустой барабан, установленный на палубе плавсредства;

– передача с барабана непосредственно на палубу. При этом сматываемый с установленного на берегу барабана кабель укладывают на барже или плавучей площадке «восьмерками».

2.3.6.7. Укладку кабеля «восьмерками» выполняют с целью предупреждения его перекручивания и обеспечения спуска в воду без образования крутых перегибов (колышек), вызывающих порчу изоляции кабеля. Минимальный диаметр закругления в «восьмерке» должен быть не менее 30 диаметров кабеля или значения, указанного в паспорте на кабель. Кабель, сложенный «восьмеркой», опускают в воду вручную.

2.3.6.8. При отсутствии автокрана барабаны с кабелем выгружают вручную по прочным настилам с уклоном, не превышающим 15°. При перекатывании барабан следует удерживать канатами и вращать только по направлению, указанному на нем стрелкой. Барабан с кабелем класть плашмя не допускается.

2.3.6.9. В береговую траншею кабель укладывают с бровки вручную или с помощью автокрана.

2.3.6.10. Протаскивание кабеля через стальную трубу, заделанную в стенке набережной, осуществляют с помощью толстой проволоки. Кусок проволоки продевают в трубу и протаскивают с его помощью тонкий канат. Этим канатом, закрепленным за проволочный чулок на конце кабеля, протаскивают кабель через трубу (рис. 2.3.26).

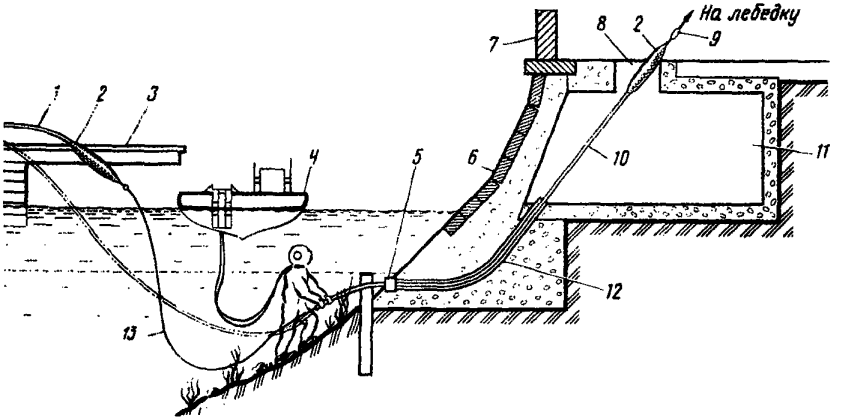


Рис. 2.3.26. Схема ввода конца кабеля в береговой колодец:
1, 10 – кабель до и после протаскивания; 2 – проволочный чулок;
3 – плавучая площадка; 4 – водолазный бот; 5 – пробка, закрывающая вход в вводную трубу; 6 – гранитная набережная; 7 – парапет;
8 – смотровой люк; 9,13 – стальной канат после и до протаскивания;
11 – береговой колодец; 12 – вводная труба

Стальные трубы, заделанные в стенки набережной для протаскивания концов уложенного кабеля, должны иметь внутренний диаметр не менее двух диаметров кабеля. Кабель во избежание порчи изоляции при пропуске через трубу смазывают тавотом.

2.3.6.11. Необходимую длину кабеля рассчитывают с учетом слабины (изгиба по длине змейкой) в целях предупреждения возникновения растягивающих усилий при размыве дна и для возможности подъема при ремонте. Длину кабеля выбирают на 10–15 % больше ширины водоема.

2.3.6.12. Баржу перемещают по водоему с помощью натяжных канатов. Для этого на обоих берегах в створе траншеи забивают сваи из бревен диаметром 200 мм и длиной 3,5 м. Концы канатов, намотанные на барабанах лебедок на носу и корме баржи, закрепляют на сваях. Баржу с кабелем устанавливают в створе траншеи и перемещают по ее оси путем выборки одного и ослабления другого каната.

С целью предупреждения сноса баржи течением на расстоянии 200–250 м выше створа со вспомогательного плавсредства забрасывают якорь, канат от которого крепят на барабане лебедки, установленной на палубе баржи.

2.3.6.13. При большой ширине водоема понтонную площадку или баржу с кабелем перемещают на якорях (рис. 2.3.27). При этом вдоль трассы

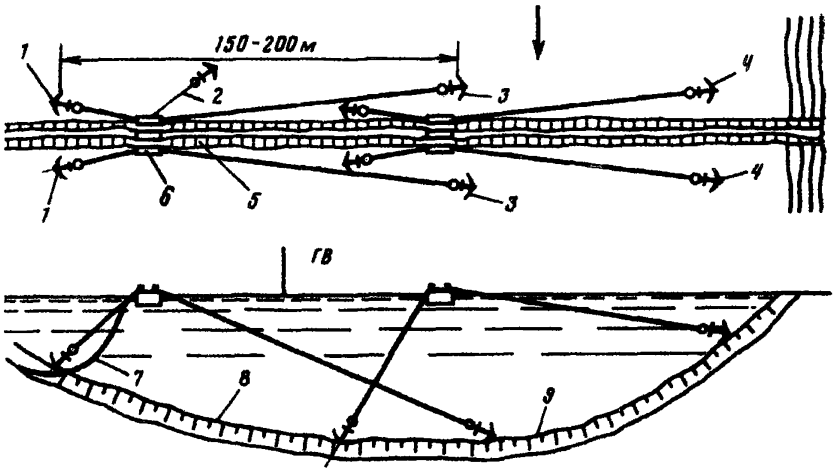


Рис. 2.3.27. Схема прокладки кабеля с понтона, перемещаемого на якорях с помощью носовых и кормовых лебедок:
1, 3, 4 – первая, вторая и третья пары якорей; 2 – становой якорь; 5 – понтоны с лебедками по бортам; 6 – понтон с уложенным на нем восьмерками кабелем; 7 – укладываемый кабель; 8 – дно подводной траншеи; 9 – дно реки

прокладываемого кабеля по обеим сторонам траншеи забрасывают по два якоря, канаты от которых закрепляют на барабанах лебедок, установленных на палубе площадки или баржи. Расстояние между первой и второй парами якорей составляет 150–200 м. Понтонную площадку перемещают по створу траншеи путем одновременного выбирания канатов передних якорей и травления канатов задних якорей.

Одновременно с укладкой кабеля в пределах первого участка на расстоянии 100–150 м от передних якорей заводят третью пару якорей, что дает возможность сократить время перекладки якорей в новое положение и вести прокладку кабеля без технологических перерывов.

2.3.6.14. Наиболее эффективным является способ укладки кабеля с использованием кабелеукладчика. При этом совмещаются несколько операций: разработка траншеи, укладка кабеля и засыпка траншеи. В результате сокращаются трудозатраты и сроки выполнения работ.

2.3.6.15. Принцип действия типового кабелеукладчика основан на заглублении кабеля в донную поверхность в зоне взвешивания грунта, создаваемой гидравлическими струями. Рабочий орган такого кабелеукладчика состоит из гидравлического ножа, расположенного между двумя полозьями. Полозья прикреплены при помощи болтовых соединений к опорной раме гидроножа, который состоит из водяного коллектора и на-

правляющей насадки. На нижней части гидроножа расположены гидромониторные насадки, через которые истекают водяные струи, размывающие грунт и создающие зону диффузии вокруг и сзади рабочего органа. Направляющая насадка, выполненная в виде желоба, удерживает кабель в необходимом положении. Передняя часть направляющей насадки выполнена подвижной и за счет своей конструкции усиливает диффузию грунта. Полозья представляют собой коробчатые конструкции с приподнятой передней частью и скобами для крепления тягового каната. В корпусах полозьев имеются камеры для размещения балласта.

2.3.6.16. Технология применения кабелеукладчика предусматривает предварительную установку на трассе створных знаков, выполнение водолазного обследования дна водоема с удалением посторонних предметов в полосе шириной не менее 10 м. Кабелеукладчик устанавливают в заранее разработанной приурезной траншее или в специальном котловане у стенки набережной. В направляющую насадку кабелеукладчика заводят кабель, конец которого закрепляют на берегу. Укладку кабеля производят в соответствии с инструкцией по применению кабелеукладчика.

2.3.6.17. Ремонт кабелей включает выполнение комплекса подводных и надводных работ. Подводные работы заключаются в остропке и подъеме кабеля или его участков с помощью грапнелей различного типа, применение которых определяется характером дна и глубиной.

2.3.6.18. Место повреждения подводного кабеля определяют с помощью прибора типа ИК1-5, который имеет три диапазона и позволяет производить измерения двумя способами подключения к кабелю: «жила-земля (экран)» и «жила-жила».

Расстояние от прибора до места повреждения определяют по формулам в зависимости от применяемого диапазона:

$$l = \lambda \cdot n \qquad \text{(в I диапазоне);}$$

$$l = 21{,}75 \cdot \lambda \cdot n \qquad \text{(в II диапазоне);}$$

$$l = 1{,}75 \cdot \lambda \cdot n \qquad \text{(в III диапазоне),}$$

где λ – скорость распространения импульса по кабелю (при способе подключения «жила-земля» λ=189 м/с, при способе подключения «жила-жила» λ=188,5 м/с);

n – количество меток на шкале прибора.

2.3.6.19. При подъеме подводного кабеля на поверхность целиком проверяют его механическую прочность.

Усилия, возникающие при подъеме в кабеле (рис. 2.3.28)

$$T_0 = \frac{l^2 \cdot G}{8 \cdot F} + G \cdot H,$$

где l – расстояние между участками кабеля, оставшимися на грунте, м;

G – удельный вес кабеля в воде, кгс/м;

F – высота подъема кабеля над грунтом, м.

Наибольшие усилия в кабеле возникают при выносе его на поверхность.

2.3.6.20. Для свободного подъема кабель должен быть размыт на участке длиной

$$l_s = l + \frac{l^3 \cdot G^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot$$

2.3.6.21. Если прочность кабеля для его подъема грапнелью не достаточна, кабель перерезают на дне и производят подъем его отдельных концов на поверхность для последующего сращивания.

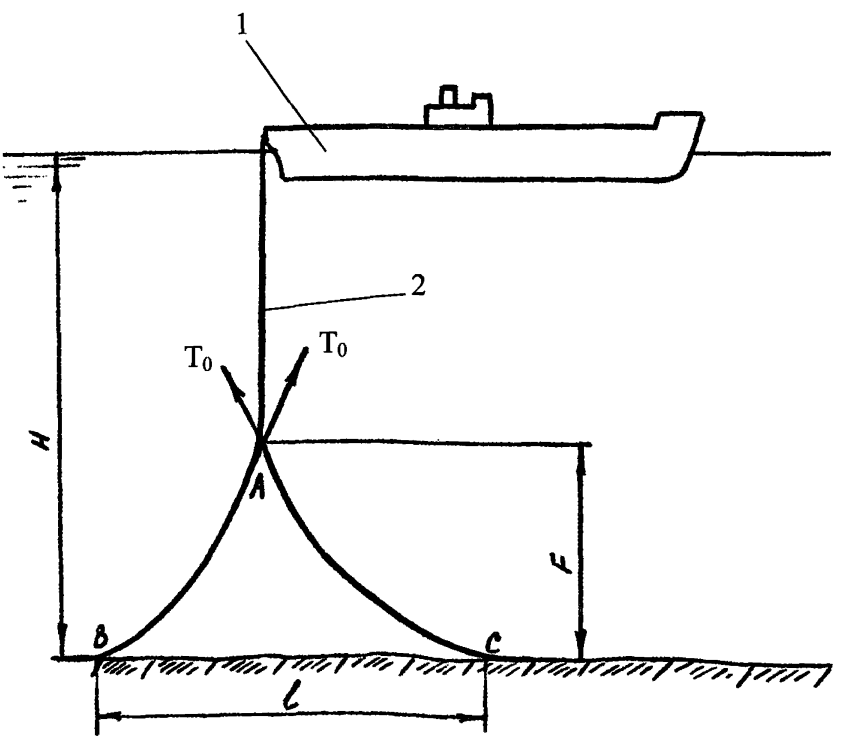


Рис. 2.3.28. Схема для расчета усилия для подъема на поверхность кабеля целиком при его ремонте:
1 – обеспечивающее плавсредство; 2 – поднимаемый кабель

Перерезание кабеля производят ножовкой по металлу. Вначале разрезают прочную оболочку (броню), отгибая ее в противоположную сторону, а затем свинцовую оболочку и проводники. Чтобы кабель не затек на большую глубину, перед перерезанием свинцовую оболочку по периметру обжимают. После перерезания на концы кабеля быстро надевают резиновые пробки, предотвращающие попадание воды во внутреннюю полость кабеля.

2.3.6.22. После окончания ремонта подводного кабеля производят электрические измерения для определения сопротивления изоляции, сопротивления шлейфа, омической асимметрии и электрической прочности изоляции (только на участках, питаемых дистанционно).

2.4. Подводно-технические работы при строительстве и ремонте гидротехнических сооружений

2.4.1. Устройство подводного основания под сооружение

2.4.1.1. Подводное основание под сооружение устраивают с целью обеспечения равномерного давления на выровненную поверхность дна и предохранения ее от размывов под действием волн и течения. В практике строительства применяют основания песчаные и песчано-гравийные, щебеночные и каменно-щебеночные.

Закладка основания – каменной постели предшествует возведению любого гидротехнического сооружения. Постель в большинстве случаев делают из каменной наброски. Перед укладкой бетонных массивов основного сооружения постель ровняют (рис. 2.4.1).

2.4.1.2. На небольшой глубине (до 4,5 м) отсыпку выполняют с использованием плавучих кранов с грейферными ковшами. Грунтовый материал доставляют в баржах.

2.4.1.3. На глубине более 4,5 м для отсыпки обычно используют саморазгружающиеся шаланды (с открывающимися бортом или днищем), состоящие из двух корпусов, в пространстве между которыми смонтированы трюмы. Трюмы шаланд разделены на отдельные секции, причем разгрузка материала отсыпки из секций может выполняться одновременно или по отдельности, благодаря чему повышается равномерность и точность отсыпки.

2.4.1.4. Место устройства основания перед отсыпкой материала в воду обследуют водолазами или телеуправляемыми подводными аппаратами. Производить водолазные осмотры постели под загруженными плавсредствами (шаландами), а также выполнять работы в зоне отсыпки камня под воду во время разгрузки шаланд запрещается.

2.4.1.5. Отсыпку грунта в основании подводных сооружений иногда осуществляют автосамосвалами с плавсредств, соединенных с берегом

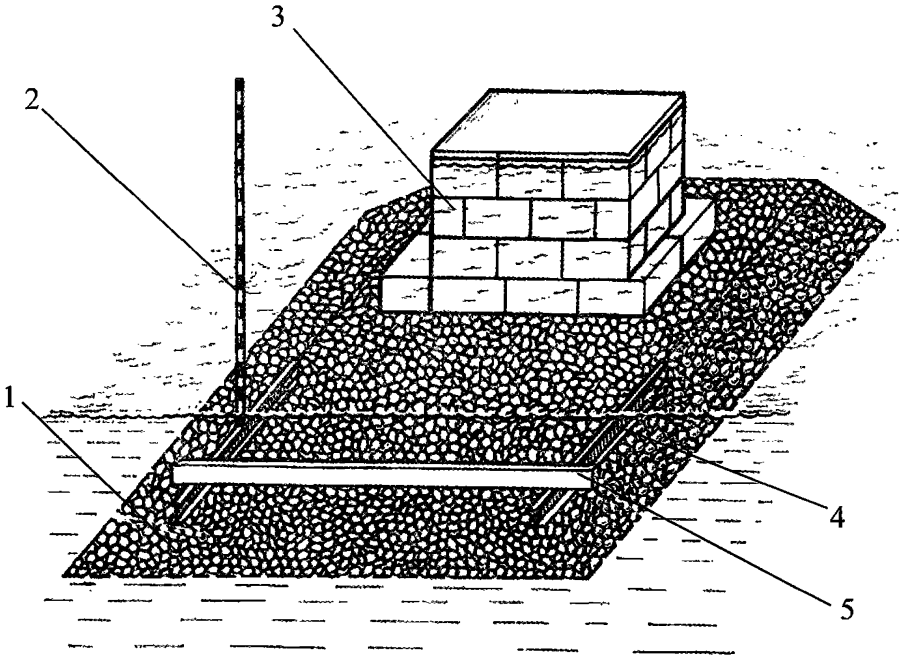


Рис. 2.4.1. Равнение каменной постели:
1 – каменная постель; 2 – футшток; 3 – бетонные массивы;
4 – направляющие; 5 – контрольная рейка

металлическим выездом, который одним концом опирается на берег, а другим на катки, расположенные на плавсредстве (барже, понтоне и т.д.).

2.4.1.6. В зимних условиях грунт часто отсыпают непосредственно со льда в майны, устроенные над постелью. При этом размер майн (во избежание накапливания грунта на кромках льда) должен превосходить ширину кузова самосвала или другого транспортного средства.

2.4.1.7. Камень в зависимости от массы отдельных кусков подразделяют на пять категорий (табл. 2.4.1). При устройстве каменных постелей применяют камень первой категории – массой 15–100 кг.

Таблица 2.4.1

Градация камня на категории

Категория	Масса камня, кг
I	5 – 100
II	100 – 1500
III	1500 – 4000
IV	4000 – 8000
V	Более 8000

2.4.1.8. При отсыпке камня на течении учитывают его снос, величину которого определяют по формуле:

$$L = \frac{k \cdot v_m \cdot h}{w},$$

где k – коэффициент (k=1,2–1,4);

$v_т$ – средняя скорость течения воды, м/с;

h – глубина в месте отсыпки камня, м;

w – гидравлическая крупность камня, м/с.

$$w = 0{,}55 \cdot \left[d \cdot \left(\frac{\rho_к}{\rho_0} - 1 \right) \right]^{-2},$$

где d – условный диаметр камня, см;

$\rho_к$ – плотность камня, кг/м^3;

ρ_0 – плотность воды, кг/м^3.

$$d = \left(\frac{6 \cdot V}{\pi} \right)^{-3},$$

где V – объем камня среднего размера, см^3.

2.4.1.9. В практике различают следующие степени равнения каменных постелей:

– грубое;

– тщательное;

– весьма тщательное.

Степень равнения зависит от типа и конструкции устанавливаемого на постель сооружения (табл. 2.4.2).

Таблица 2.4.2

Степень и допуски равнения каменных постелей

Тип сооружения, конструкции	Степень равнения	Допуски, мм
Бермы постелей причальных стенок, оградительных сооружений, поверхности под массивную наброску, откосы постелей	Грубое	±200
Поверхность постелей под ряжи, оголовки водозаборных и выпускных сооружений	Тщательное	±80
Набережные из массивовой кладки, уголковых блоков, массивов-гигантов, основания под дорожки слипов и эллингов	Весьма тщательное	±30

2.4.1.10. К равнению постели приступают, когда промерами будет установлено, что высота каменной наброски примерно соответствует проектной отметке.

2.4.1.11. Грубое равнение постели производят путем переноски водолазом отдельных камней с выступающих мест во впадины, определяясь визуально. Отклонения по общему уровню определяют футштоком, который водолаз устанавливает в разных местах выровненной поверхности. При недостатке камня для выравнивания впадин делают местную подсыпку.

2.4.1.12. Тщательное и весьма тщательное равнение постели осуществляют с помощью контрольной рейки, передвигаемой по направляющим, выложенным вдоль кромок постели. В качестве направляющих используют узколинейные рельсы или балки таврового сечения. Правильность укладки направляющих контролируют футштоком. Впадины и промежутки между крупными камнями заполняют мелкой щебенкой, подаваемой в корзинах или мешках.

Спуск под воду направляющих реек, металлической рамы или других приспособлений производят в отсутствии водолаза. Место спуска обозначают буями или вехами.

2.4.1.13. При выравнивании каменной постели производить дополнительную подсыпку камня без предупреждения об этом водолаза запрещается. Подсыпка может производиться по направляющим устройствам (лоткам, трубам и т.п.). Во время подсыпки камня без направляющих устройств водолаз должен подниматься на поверхность.

2.4.1.14. Равнение постелей при небольшом объеме работ водолазы выполняют с помощью специального приспособления – рамной конструкции, состоящей их двух вертикальных стоек, горизонтальных и вертикальных направляющих и выравнивающей рейки. Стойки могут перемещаться в вертикальных направляющих, жестко закрепленных на корме плавсредства или на санях, перемещаемых по льду. Соответствие проектных и фактических отметок основания проверяют при помощи меток, нанесенных на вертикальных стойках.

Поднимают и опускают приспособление при помощи лебедки, установленной на плавсредстве или санях.

2.4.1.15. При выравнивании каменных постелей под водой применяют бункеры с отводной трубой. К бункеру, укрепленному на барже или на другом плавсредстве, присоединяют гофрированный рукав диаметром 150–200 мм, по которому подают щебень. Конец рукава на 200–300 мм не доходит до верха постели и направляется водолазом в место подсыпки. Равнение оснований часто осуществляется при помощи ручных гидромониторов, грунтососов, эрлифтов, при этом водолаз устраняет местные пересыпы или добавляет грунт в выемки.

2.4.2. Подводное бетонирование

2.4.2.1. Подводное бетонирование применяется при возведении подводных частей сооружений и их ремонте.

2.4.2.2. Подводное бетонирование с берега или причала в закрытой акватории допускается производить при волнении водной поверхности не свыше 3 баллов, а на открытой акватории – не свыше 2 баллов.

2.4.2.3. Технология подводного бетонирования при строительстве, восстановлении или ремонте сооружений включает выполнение следующих этапов:

– подготовку места бетонирования (рытье котлована, расчистку, устройство постели или отсыпки, обработку поверхности ранее уложенного бетона);

– установка опалубки (сборку под водой, установку деревянных, железобетонных, металлических опалубочных щитов или бездонных ящиков-форм);

– литье бетона (подача смеси ведется с поверхности водоема);

– снятие опалубки;

– водолазное обследование забетонированного сооружения.

2.4.2.4. Водолазные спуски при подводном бетонировании выполняются в соответствии с требованиями действующих Правил водолазной службы ВМФ.

При спуске водолаза под воду поднимают предупредительные сигналы. Швартовка судов и плавсредств к водолазным судам (катерам) запрещается. Суда и плавсредства должны малым ходом проходить от борта судна, с которого ведутся водолазные работы, удерживаясь на расстоянии не менее 50 м.

Нахождение водолаза внутри опалубки во время бетонирования запрещается. Проверку состояния опалубки водолаз должен производить с наружной стороны. При обнаружении деформации опалубки во время укладки бетонной смеси работы немедленно прекращают.

2.4.2.5. Подводное бетонирование начинают с подготовки подводного участка. Водолазы очищают место работ от посторонних предметов и наносного грунта при помощи гидромониторной струи, удаляют скребками разрушенный поверхностный слой и устраняют борозды на поверхности ранее уложенного бетона, удаляют с поверхности масляные пятна и промывают ржавую арматуру и закладные части зеленым мылом.

2.4.2.6. Смеси, применяемые для подводного бетонирования, приготовляют с использованием цементов, рекомендуемых для подводных конструкций:

Марка бетона	200	250	300	400	500
Марка цемента	400–500	500	500	600	600–700

Водоцементное отношение назначают в соответствии с табл. 2.4.3.

Таблица 2.4.3

Максимальные водоцементные отношения бетонных смесей

Зона расположения частей сооружения	Водоцементное отношение для среды			
	Неагрессивной	Агрессивной		
		Слабой	Средней	Сильной
Подводная (ниже горизонта грунтовых вод, омывается без напора)	0,60	0,55	0,50	0,45
Зона переменного горизонта воды	0,55–0,60	0,50	0,45	0,40

2.4.2.7. В зависимости от характера выполняемых работ применяют различные способы подачи и укладки бетона:

– укладка бетонной смеси в мешках;

– подача по вертикально перемещающимся трубам (способ ВПТ);

– подача восходящего раствора (способ ВР);

– втрамбовывание бетонной смеси.

2.4.2.8. Подачу бетона в мешках применяют в качестве вынужденной меры при ликвидации аварий и при ремонтах, в основном в местах, защищенных от волнения.

2.4.2.9. Мешки изготавливают из редкой, но прочной ткани. Объем больших мешков составляет 10–20 л, а малых 5–7 л. Мешки должны быть чисто промыты и забиты смесью не более чем на 2/3 объема. Заполненные мешки прочно завязывают и придают им стелящуюся форму. Туго набивать мешки бетоном не следует, так как они от этого теряют гибкость и при укладке между мешками могут остаться пустоты.

2.4.2.10. Бетонная смесь, которую укладывают в большие мешки, должна иметь наибольшую крупность заполнителя (40 мм). При использовании малых мешков крупность заполнителя составляет не более 10 мм. Подвижность бетонной смеси по осадке конуса обеспечивают в пределах 20–50 мм. Заполнять мешки сухой бетонной смесью запрещается.

Количество изготовленных мешков назначают с таким расчетом, чтобы обеспечить беспрерывную укладку бетона в течение 1 ч.

2.4.2.11. Мешки с бетонной смесью укладывают с перевязкой швов на высоту не более 2 м. Рекомендуется прошивать мешки металлическими штырями диаметром 10–12 и длиной 300–400 мм.

2.4.2.12. Бетонную смесь подают водолазу в мешках на синтетическом (растительном) тросе-гордене, который заведен в блок, подвешенный на стреле или треноге, установленной у места опускания бетона. Простое сбрасывание мешков не допускается.

2.4.2.13. Вместо мешков при укладке бетона может применяться бадья специальной конструкции (рис. 2.4.2). Бадью заполняют на поверхности

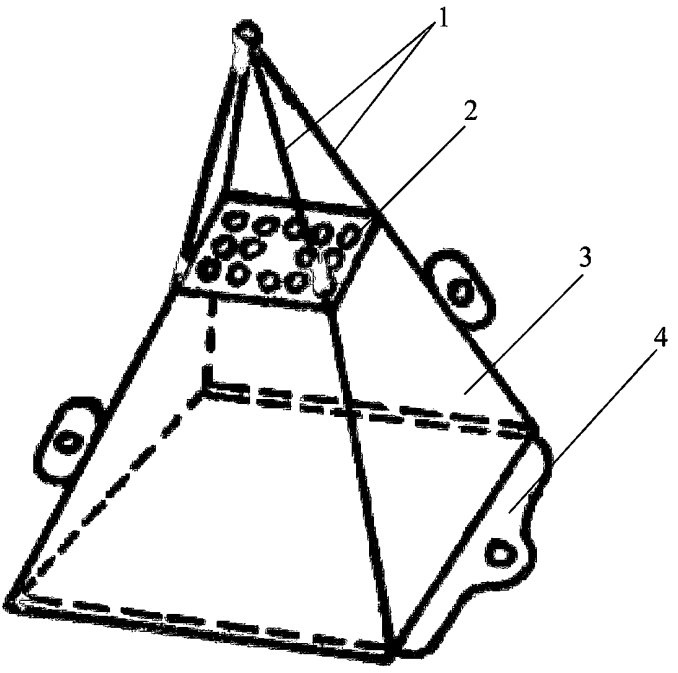


Рис. 2.4.2. Схема конструкции бадьи для подачи мокрой бетонной смеси: 1 – стропы; 2 – отверстия для поступления воздуха и воды; 3 – корпус; 4 – задвижка

в перевернутом виде через выдвижное днище. Освобождение бадьи производят под водой смещением выдвигающейся части после того, как она будет положена на бок в месте бетонирования.

2.4.2.14. Бетон в мешке или бадье подается по возможности с малыми интервалами. Поэтому, когда опускают один мешок (бадью), то второй должен быть уже подготовлен и его опускают немедленно после освобождения шкентеля первого.

2.4.2.15. Подача бетона по вертикально перемещающимся трубам (способ ВПТ) применяется при ремонтно-восстановительных подводно-технических работах, когда необходимо получить однородную монолитную бетонную массу.

2.4.2.16. Подводное бетонирование способом ВПТ (рис. 2.4.3) производят при глубине воды от 1,5 до 50,0 м и толщине укладываемого бетона не менее 1 м.

2.4.2.17. Технология способа ВПТ основана на непрерывной подаче бетонной смеси по трубе, опущенной сквозь толщу воды и погруженной в бетонную смесь на дне котлована.

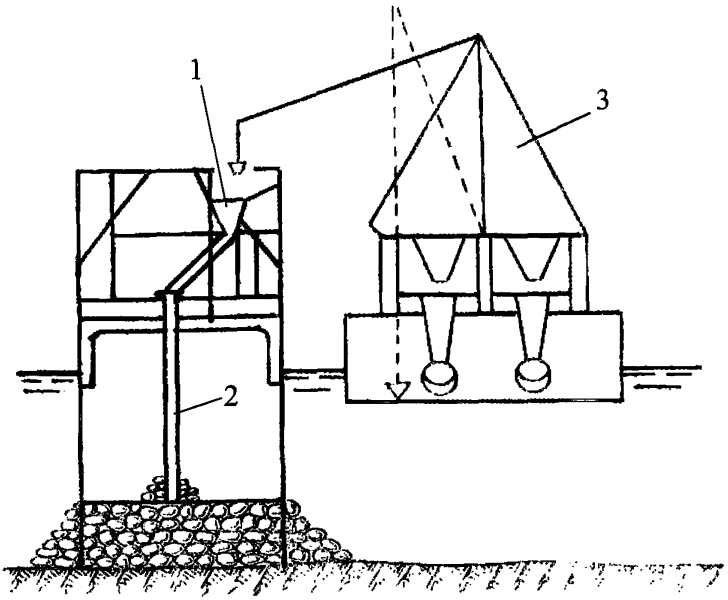


Рис. 2.4.3. Схема подачи бетона по вертикально перемещающимся трубам (способ ВПТ):
1 – воронка; 2 – труба; 3 – установка для приготовления и подачи бетона

Способ ВПТ исключает вымывание цемента, так как только верхний слой первой порции бетонной смеси соприкасается с водой. Весь остальной объем бетонной смеси, поступающий через нижний конец трубы, остается защищенным верхним слоем от контакта с водой.

2.4.2.18. При подаче бетона способом ВПТ водолазы опускают металлическую трубу диаметром 200–300 мм на заранее подготовленное место и устанавливают ее вертикально в середину бетонируемого квадрата. В верхней части труба имеет воронку, к которой присоединяют раздаточный бункер объемом 3 м^3. Замешанный в творилах бетон в виде густой и вязкой массы подают в воронку трубы. Трубу по мере накопления бетона на месте укладки приподнимают на концах стрелы или треноги.

2.4.2.19. Бетонную смесь принимают литой консистенции с осадкой конуса 16–20 см при укладке бетона без вибрации труб и 14–16 см при вибрировании. Крупность применяемых заполнителей должна быть не более 1/4 диаметра трубы.

Укладку бетонной смеси в полость оболочек, скважин и уширений производят, как правило, через одну бетонолитную трубу, устанавливаемую по центру оболочки.

2.4.2.20. Для бетонирования водозащитной подушки в котлованах количество труб определяют в зависимости от ее размеров и конфигурации. При этом необходимо, чтобы вся площадь котлована была перекрыта зонами действия труб.

2.4.2.21. Радиус действия бетонолитной трубы в зависимости от интенсивности бетонирования и свойств бетонной смеси определяют по формуле:

$$R = 6 \cdot k \cdot I,$$

где k – показатель сохранения подвижности смеси, определяемый по графику на рис. 2.4.4, ч;

I – интенсивность бетонирования, $м^3/м^2 \cdot ч$ ($I = 0{,}5–0{,}4\ м^3/м^2 \cdot ч$).

Примечание. Продолжительность транспортирования бетона от момента выгрузки из мешалки до укладки в трубу для смесей с показателем подвижности k≥60 мин. не должна превышать 30 мин. Для смесей с показателем k <60 мин. продолжительность транспортирования не должна превышать величины k/2.

2.4.2.22. Минимальное заглубление труб в укладываемую способом ВПТ бетонную смесь на протяжении всего времени бетонирования не должно превышать следующих значений:

Глубина бетонирования от поверхности воды, м	До 10	Более 10	Более 20
Минимальное заглубление, м	0,8	1,2	1,5

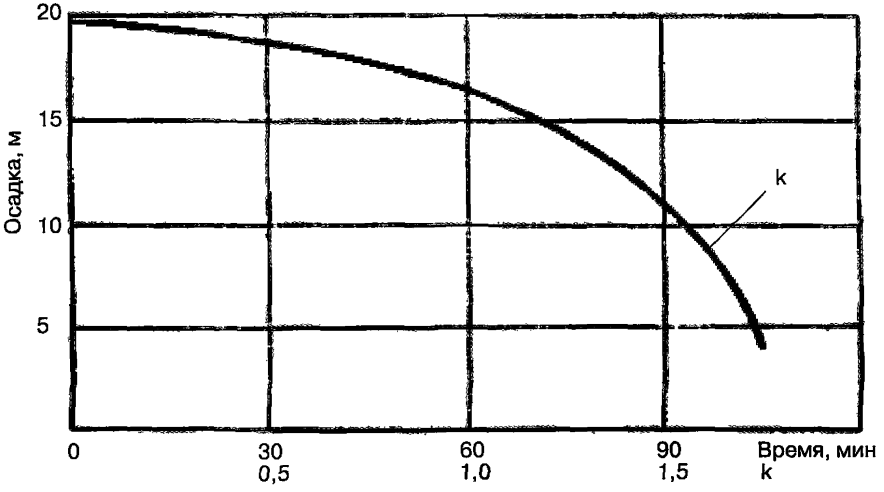


Рис. 2.4.4. График для определения показателя подвижности бетонной смеси

2.4.2.23. Превышение столба бетонной смеси в трубе над водой в любой момент бетонирования должно быть не менее величины, определяемой по формуле:

$$h = R - 0{,}6 \cdot H,$$

где H – высота столба воды над уровнем бетона в блоке, м.

2.4.2.24. Бетонирование способом ВПТ производят в следующей последовательности:

– перед началом работ заполняют бетоном раздаточный бункер. Во избежание попадания бетона в трубу ее закрывают предохранительной пробкой;

– производят срезку тросика, удерживающего предохранительную пробку, и бетон поступает в трубу, вытесняя воду;

– следят, чтобы в процессе бетонирования труба была постоянно заполнена бетоном, а нижнее отверстие ее было опущено в уложенный бетон на глубину около 1 м. Это обеспечивает падежную изоляцию выходящего из трубы бетона от соприкосновения с водой. Перемещение трубы в горизонтальном положении не допускают;

– прекращают работы, если в процессе бетонирования случается прорыв воды в трубу;

– извлекают трубы и возобновляют укладку бетона только после того, как уложенный бетон получит прочность 25 кг/см^2;

– несколько приподнимают трубу, если в ней образуются бетонные пробки, преграждающие подачу бетона. Это увеличивает скорость движения бетонной смеси. При поднятии необходимо следить, чтобы нижний конец трубы не выходил из бетона, уложенного под водой. Для увеличения скорости движения смеси можно подключить к трубе вибратор;

– по окончании работ производят распалубку массивов и водолазный осмотр. Время начала распалубки зависит от вида применяемого цемента, температуры воды и скорости течения. При слабом течении воды и применении бетона на портландцементе марки 400 опалубку снимают через 2–3 дня.

2.4.2.25. Работа водолазов при подводном бетонировании способом ВПТ является определяющей.

При подаче бетона водолаз, находясь у устья бетонолитной трубы, наблюдает за появлением бетона и сообщает о поступлении раствора на место укладки. Поступление считается нормальным, если бетон вокруг трубы начинает постепенно возвышаться и слегка ползти в стороны (рис. 2.4.5).

Водолаз наблюдает за устьем трубы, когда ее приподнимают. Он должен рукой прощупывать в растворе край трубы и, как только обнаружит, что он приближается к поверхности уложенного бетона, сигнализировать о прекращении подъема трубы. В случае выхода края трубы из бетона,

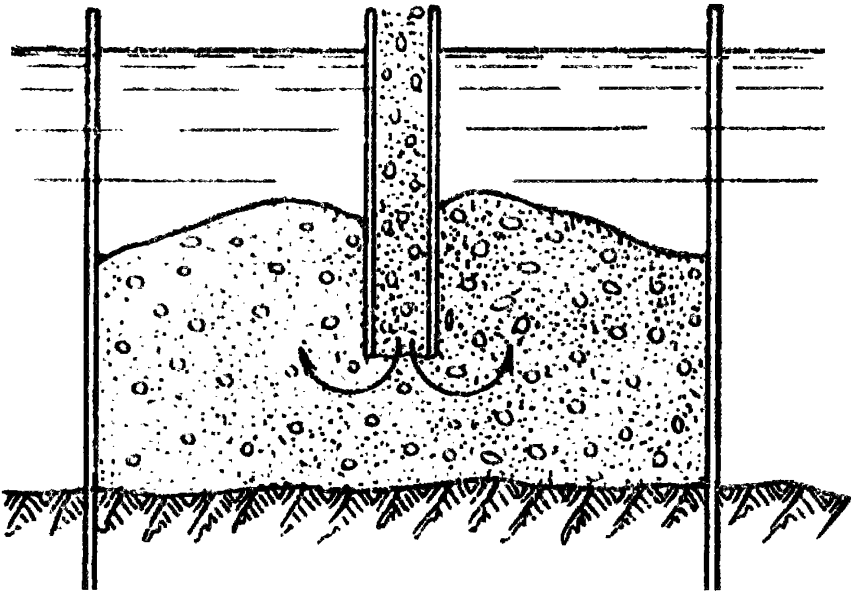


Рис. 2.4.5. Заполнение участка бетоном способом ВПТ

раствор высыпается, а труба наполнится водой, что прерывает процесс бетонирования.

2.4.2.26. Применение способа ВПТ эффективно при соблюдении следующих условий:

– бетон по трубе должен подаваться непрерывным потоком;

– нижний конец трубы всегда должен быть погружен в массу укладываемого бетона;

– размеры опалубки должны позволять при бетонировании держать трубу все время в вертикальном положении и обходиться без последующего равнения поверхности бетона.

2.4.2.27. Подачу бетона способом восходящего раствора применяют при заполнении бетоном бутовой кладки, массивов-гигантов и всякого рода каверн (рис. 2.4.6). Способ ВР отличается от способа ВПТ тем, что труба устанавливается неподвижно в бутовой кладке сооружения или массива. Раствор подают через воронку трубы с поверхности. Он выходит из нижнего конца трубы, поднимается вверх и заполняет бутовую кладку. Давление столба раствора, находящегося в трубе, способствует распространению его в кладке. Бетонную смесь подают по трубам диаметром 100–200 мм.

2.4.2.28. Бетонирование способом ВР осуществляют путем подачи цементного раствора в блок, предварительно загруженный крупным запол-

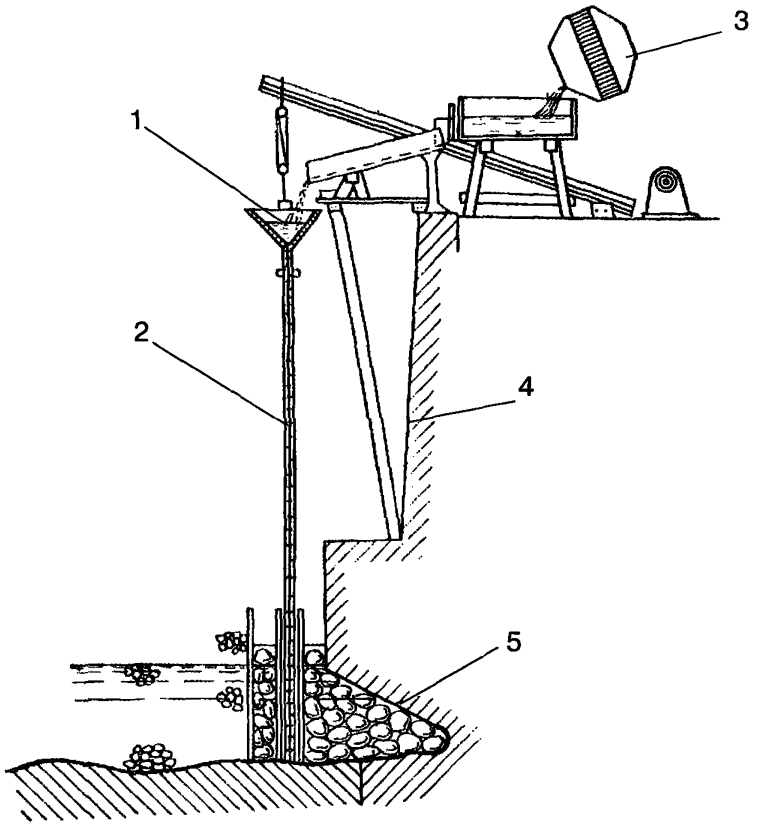


Рис. 2.4.6. Схема подачи бетона способом восходящего раствора:
1 – воронка; 2 – труба; 3 – бетономешалка; 4 – причальная стенка;
5 – бутовая кладка

нителем. Крупный заполнитель укладывают под воду бадьями. Простое сбрасывание крупного заполнителя в воду не допускается (рис. 2.4.7).

2.4.2.29. В качестве крупного заполнителя для подводной бутовой кладки используют камень крупностью 150–400 мм, а для подводного бетона марки 150 и выше – щебень крупностью 40–150 мм с объемом пустот более 45 %. После завершения отсыпки заполнителя водолазы производят его равнение.

2.4.2.30. Пустоты между предварительно уложенным крупным заполнителем заполняются раствором пластичной консистенции с крупностью частиц до 3 мм с мелкомолотыми пластифицирующими добавками для улучшения удобоукладываемости и водонепроницаемости.

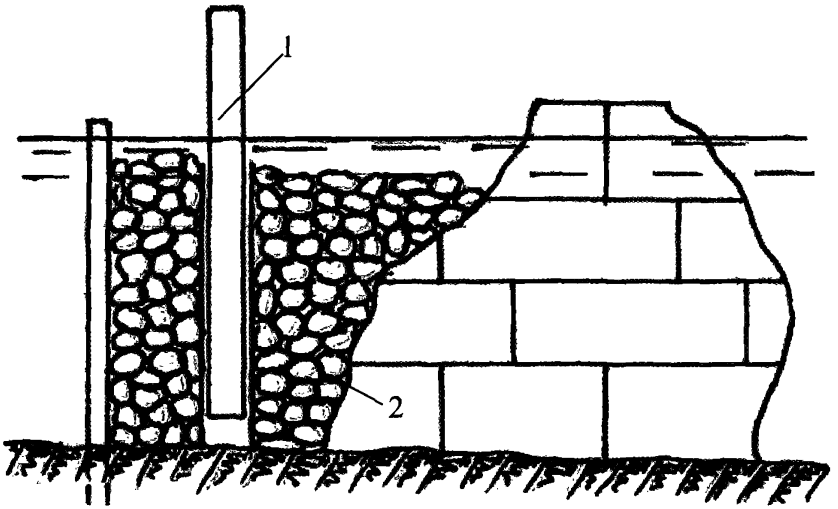


Рис. 2.4.7. Бетонирование способом восходящего раствора:
1 – труба; 2 – наброска

Заливку крупного заполнителя цементно-песчаным раствором применяют на глубинах не более 20 м, а щебеночного заполнителя – до 50 м.

2.4.2.31. При безнапорном бетонировании способом ВР цементный раствор, имеющий состав 1:1 или 1:2 с водоцементным отношением 0,65–0,85 и расходом цемента марки не ниже 300 до 300–370 кг на 1 м³ сооружения или 500–750 кг на 1 м³ раствора, в заполнитель с объемом пустот 40–50 % заливают через трубы, которые устанавливают в ограждающих шахтах в целях их свободного подъема и опускания. Напорное бетонирование производят через трубы, помещаемые в массу крупного заполнителя для полного использования напора от веса столба или закачивающего раствор насоса.

2.4.2.32. При бетонировании способом ВР применяют трубы диаметром 37–100 мм. Для непрерывной подачи раствора сверху их оборудуют жесткими воронками. Радиус действия труб назначают не более 3 м при заливке камня и не более 2 м при заливке щебня.

2.4.2.33. Трубы при бетонировании способом ВР устанавливают на некотором расстоянии от грунта. В процессе работ труба должна быть постоянно погружена в укладываемый раствор на глубину не менее 0,8 м.

Интенсивность подачи раствора должна быть не менее 0,2 м³/ч на 1 м² площади сооружения.

2.4.2.34. При плохом заполнении цементным раствором пустот между крупным заполнителем применяют вибрирование, в результате чего прочность бетона увеличивается на 10 %.

2.4.2.35. Типовой перечень материально-технических ресурсов, плавсредств и оборудования для производства работ по подводному бетонированию приведен в приложении 16.

2.4.2.36. Подачу бетона способом втрамбовывания применяют при небольшой глубине (до 1,5 м). Технология основана на укладке бетона с берега от уреза воды или с бетонного островка, причем последующие порции бетона укладывают и втрамбовывают в ранее уложенные, но еще не схватившиеся. В результате с водой соприкасается откос бетона, а втрамбовываемая смесь остается изолированной от воздействия воды. Размеры бетонируемого блока в плане назначают с таким расчетом, чтобы один из размеров был больше двойной глубины бетонирования.

2.4.2.37. Опалубка бетонируемого блока, применяемая при втрамбовывании, должна быть достаточно прочной и жесткой, чтобы противостоять воздействиям статических и динамических нагрузок, возникающих в процессе укладки бетона, а настил мостков из досок толщиной 40 мм должен выдерживать нагрузку 300 кг/м^2.

2.4.2.38. Укладку бетона способом втрамбовывания начинают в одном из углов блока с помощью бадьи, вывешенной на 0,3 м выше поверхности воды. Подвижность бетонной смеси, при которой образуется островок с подводным откосом под углом 35–40° к горизонту, находится (по осадке конуса) в пределах 5–7 см. Островок выводят выше поверхности воды не менее чем на 0,3 м.

2.4.2.39. Втрамбовывание бетонной смеси необходимо производить с интенсивностью, обеспечивающей укладку свежего бетона в интервалах между его подачей. Перерывы в бетонировании одного блока не должны быть более одного часа.

2.4.2.40. Вибрирование каждой порции смеси при втрамбовывании производят электровибратором, работающим от сети напряжением 36 В. Вибрирование смеси следует производить выше уровня воды на 0,2–0,3 м.

2.4.2.41. Подготовка места работы под водой является основным условием, которое должно быть соблюдено при всех способах укладки бетона. Качественная расчистка и ограждение места укладки обеспечивают надежное схватывание нового бетона со старым и предохраняют бетон от вымывания.

2.4.2.42. Бетонирование при ремонте и восстановлении гидротехнических сооружений выполняют способами ВПТ или ВР. Водолазы обеспечивают установку ограждения и труб для подачи бетона, а также наблюдают за укладкой бетона при реализации способа ВПТ или бута при реализации способа ВР.

2.4.2.43. Для ограждения бетонируемого участка применяют:

– опалубочные щиты;

– плиты;
– ящики;
– металлические и деревянные шпунты.

2.4.2.44. Шпунты или возведение опалубки из железобетонных плит и щитов применяют, если бетонируемое массивовое сооружение (причальная стенка, набережная, пирс) значительно разрушено, наблюдается опрокидывание и сдвиг массивов или бреши от взрывов (рис. 2.4.8).

2.4.2.45. Шпунт, формирующий опалубку при подводном бетонировании, забивают с поверхности. Водолазов привлекают к работе, когда шпунт на всем участке уже забит, и необходимо проверить герметичность шпунтовых пазов и стыков шпунта со стенкой кладки.

Спустившийся водолаз должен тщательно осмотреть каждый паз и стыки шпунта. При обнаружении расхождения необходимо проконопатить паз, заложить в него жгут из просмоленной пакли. Стыки шпунта со

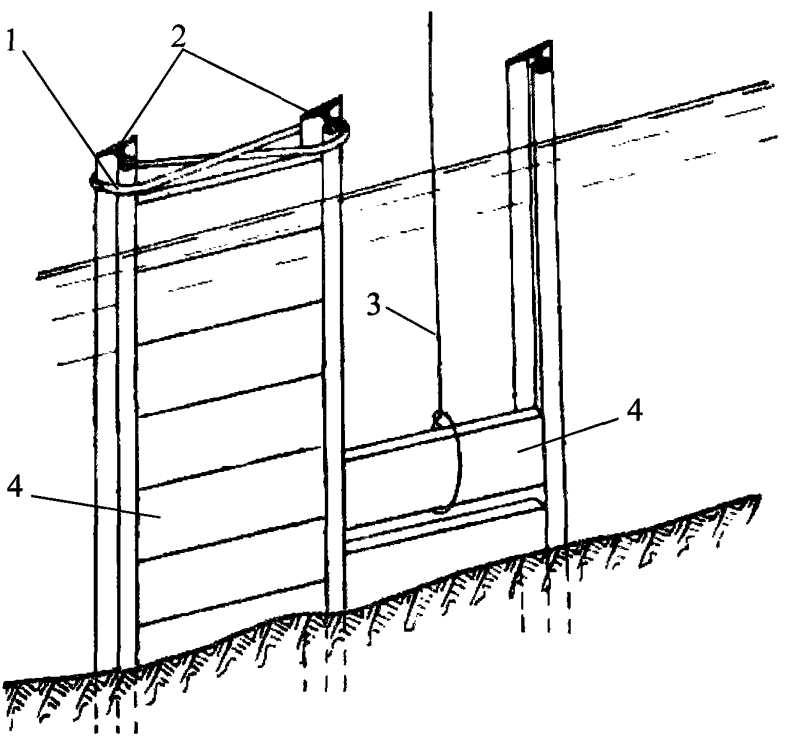


Рис. 2.4.8. Схема возведения опалубки из бетонных плит:
1 – проволока; 2 – рельсы (шпунт); 3 – строп; 4 – плита

стенкой массивового сооружения проконопачивают паклей, а в местах, где расхождение велико, забивают обвернутые паклей деревянные клинья.

Ограждение из двухрядного шпунта возводят без помощи водолазов. Герметичность его достигается засыпкой грунта между рядами.

2.4.2.46. На скалистых грунтах вместо шпунта при создании опалубки используют ограждение из больших опалубочных щитов. Если участок бетонирования сравнительно невелик и ограждение состоит из одного щита, водолаз осматривает и уплотняет его лишь по периметру. При наличии двух и более щитов водолаз должен осмотреть и уплотнить их стыки.

2.4.2.47. При устройстве железобетонного ограждения водолазы укладывают плиты в пазы забитых в грунт рельсов. Водолаз, спустившись к основанию забитых рельсов, расчищает на месте укладки грунт, а затем принимает и укладывает плиты. Плиту, остропленную удавкой, опускают на шкентеле. Водолаз подводит плиту к рельсам на весу и направляет ее в пазы между ними. Когда плита опустится на место, водолаз расстрапливает шкентель и вместе со стропом подает его наверх. Последующие плиты укладывают тем же способом.

После укладки одного ряда плит рельсы, между которыми уложены плиты, туго стягивают на поверхности закручиваемой проволокой, а водолаз переходит на укладку следующего ряда. Готовое ограждение водолаз осматривает и неплотности между плитами конопатит паклей. Закончив эту работу, водолаз переходит на ограждение и устанавливает бетонолитные трубы.

2.4.2.48. При различном уровне бетона, уложенного на стыках бетонируемых участков, водолазы выравнивают его поверхность, медленно сдвигая раствор во впадину. Выравнивать стыки водолаз должен с большой осторожностью, чтобы не вымывался из раствора цемент.

2.4.2.49. Восстановление поврежденного бетона на отдельных массивах сооружения или железобетонных сваях производят при ограждении бетонируемого участка небольшими деревянными щитами или ящиками. Перед постановкой ограждения (опалубки) водолаз металлическим скребком начисто удаляет разрушенный слой бетона и делает в кладке борозды для лучшего соединения нового бетона со старым.

2.4.2.50. Жирные пятна нефти в местах разрушения отдельных массивов удаляют, срубая слой бетона. На поврежденном участке массивовой кладки временно закрепляют щит (опалубку) забиваемыми сваями, клиньями или болтами, которые заделывают в кладку. Сваи забивают вплотную к стенке сооружения. После установки на место опущенной между сваями стенки щита верхние концы свай притягивают оттяжками к стенке, прижимая щит. Если щит оказался не плотно прижатым к стенке, водолаз поверх щита под сваи забивает деревянные клинья. После этого следует проконопатить все кромки щита.

2.4.2.51. Опалубку на локальные разрушения устанавливают с помощью шпилек. При этом применяют следующую технологию:

– под водой пробивают отверстия в бетоне по краям разрушения. Водолаз работает вручную или с использованием механического перфоратора;

– вставляют в пробитые отверстия шпильки, которые поочередно расклинивают деревянными клиньями;

– устанавливают поверх шпилек опалубку для разметки на ней мест для сверления;

– поднимают опалубку наверх и просверливают в ней все необходимые отверстия: для шпилек, для ввода бетонолитной трубы, для выхода вытесняемой бетоном воды;

– подают готовую опалубку водолазу, который крепит ее гайками, навернутыми на шпильки;

– под водой герметизируют края опалубки паклей, устанавливают трубу для подачи раствора;

– наблюдают при подаче раствора за появлением бетона в верхнем отводном отверстии опалубки, что свидетельствует о заполнении всего пространства между опалубкой и стенкой;

– по окончании бетонирования оставляют трубу и опалубку до полного затвердевания бетона.

2.4.2.52. Опалубку на железобетонную сваю устанавливают на месте бетонирования с помощью бугелей или болтов.

2.4.2.53. Контроль качества при подводном бетонировании производят непрерывно. Особое внимание обращают на соблюдение технологического режима бетонирования и качество бетона.

2.4.2.54. При выполнении крупных и особенно ответственных работ результаты контроля качества регистрируют в журнале подводного бетонирования, в котором обязательно отражают основные показатели:

– интенсивность бетонирования, которую определяют по объему бетона (раствора), выданному бетонным заводом;

– величину заглубления труб, которую получают сравнением отсчетов по делениям на трубах с отметкой уровня бетона (раствора);

– уровень бетона (раствора) в трубах, который определяют визуальным наблюдением или измеряют через трубу при помощи лота;

– уклон поверхности уложенного бетона (раствора) в блоке, который получают измерением глубины в блоке в контрольных точках (шахтах) футштоками или лотами;

– отсутствие утечки бетона (раствора) из блока, которое фиксируют при периодических водолазных осмотрах наружного контура опалубки и сравнении объема уложенного бетона с объемом бетона в блоке, устанавливаемом по данным промеров.

2.4.2.55. Контрольные образцы бетонной смеси при подводном бетонировании для определения ее подвижности следует отбирать из смесителей. Качество свежеуложенной смеси определяют по пробам, взятым непосредственно из бетонируемого блока.

2.4.2.56. Пробы из блоков бетонирования отбирают с помощью специальных ковшей, укрепленных на штанге. Для контроля подвижности бетонной смеси пробы отбирают каждый час, а также при всех изменениях состава бетона.

2.4.2.57. Прочность бетона (раствора) на сжатие контролируют по пробам, которые в объеме 3 $см^3$ берут из каждых 50 $м^3$ кладки.

2.4.2.58. Качество уложенного под водой бетона определяют с помощью неразрушающих методов контроля, например, прибором для определения прочности бетона типа ПИБГ-2.

2.4.2.59. Отклонения в положении осей бетонируемых конструкций от проектных должны быть не более ±25 мм, а в размерах конструкций в плане и в высотных отметках ±50 мм.

2.4.2.60. Контрольное водолазное обследование бетонируемого участка производят в период затвердения и после полного затвердения бетона.

Спустя двое-трое суток после бетонирования водолаз на ощупь проверяет твердость бетона. Для определения структуры бетона он ножом отрезает кусочки еще слабо затвердевшего бетона и выносит их наверх.

2.4.2.61. Когда бетон полностью затвердеет, водолазы отдают крепления опалубки и убирают ее. Наплывы и неровности, образовавшиеся на поверхности бетона, водолаз чистит зубилом и кувалдой. Если бетонируемый участок имел шпунтовое ограждение, шпунт разбирают надводными силами и средствами.

2.4.2.62. После освобождения бетонируемого участка от опалубки или шпунтового ограждения производят контрольное водолазное обследование поверхности уложенного бетона.

Водолаз должен определить степень плотности бетона. Обнаруженные пустоты фиксируют с привязкой к месту относительно краев забетонированного участка и измеряют.

2.4.2.63. Акт контрольного водолазного обследования содержит оценку выполненного подводного бетонирования. Если работа признается удовлетворительной, сооружение вводят в эксплуатацию.

2.4.3. Установка и ремонт плавучих причалов

2.4.3.1. Плавучие причалы являются средствами инженерного обеспечения базирования кораблей и судов ВМФ. Они предназначены для создания причального фронта в пунктах базирования.

2.4.3.2. Места размещения и очередность установки плавучих причалов на флоте определяются на основании утвержденных генеральных

планов развития пунктов базирования и указаний начальника штаба флота по представлению начальника морской инженерной службы (МИС) флота.

2.4.3.3. Установка причала на месте эксплуатации в основных пунктах базирования производится в соответствии с технической документацией, которая разрабатывается специализированными проектными организациями Минобороны России по заказу управления (отдела) капитального строительства (УКС, ОКС) флота.

2.4.3.4. При нетиповых схемах установки и сложных условиях эксплуатации плавучих причалов для сопровождения разработки проектной документации привлекаются научно-исследовательские организации Минобороны России.

2.4.3.5. Разработка технической документации на установку плавучего причала в пункте рассредоточенного базирования производится проектной организацией по поручению МИС флота на основании указаний начальника штаба флота.

2.4.3.6. Техническая документация на установку плавучего причала, как правило, должна включать:

– проект корневой части с подъездными путями;

– схему раскрепления причала в месте установки;

– проект подключения инженерных сетей причала к береговым коммуникациям;

– проект производства работ по установке причала и монтажу якорных систем;

– план мероприятий по защите причала от воздействия льда и сильных волнений.

Разработка технической документации производится заблаговременно до поступления причала на флот.

2.4.3.7. При размещении плавучего причала в основном пункте базирования силами специализированных подрядных организаций производятся:

– оборудование берега, включая строительство корневой части, подъездных путей и инженерных береговых сетей;

– изготовление железобетонных якорей и подвесных массивов;

– работы по установке и раскреплению причала;

– монтаж штатного оборудования;

– подключение, опробование и испытания всех инженерных сетей и электрического оборудования.

Весь комплекс работ выполняется за счет средств, которые выделяются флоту на капитальное строительство в соответствии с утвержденной установленным порядком проектно-сметной документацией, разрабатываемой проектной организацией по договору с УКС (ОКС) флота.

2.4.3.8. При размещении плавучего причала в пункте рассредоточенного базирования работы по установке (перестановке причала) производятся силами МИС флота, при этом привлекаются силы и средства службы вспомогательного флота (СВФ), а для выполнения водолазных работ – силы и средства УПАСР флота. Работы выполняются по заявкам бесплатно. При этом силы и средства УПАСР флота (СПАСР флотилии, ВМБ) привлекаются в соответствии с порядком, определенным действующим Наставлением по поисково-спасательному обеспечению ВМФ. Изготовление железобетонных якорей и подвесных массивов, оборудование берега в месте установки причала производится заранее строительными организациями флота по титульному списку капитального строительства в соответствии с установленным порядком.

2.4.3.9. Приемка (передача) плавучего причала в эксплуатацию осуществляется по акту (приложение 17), составленному комиссией, назначаемой начальником МИС флота. Сдача инженерных сетей, оборудования и систем обитаемости причала (энергопонтона) в эксплуатацию воинской части после проведения комплекса работ, изложенных в п. 2.4.3.7, осуществляется установленным порядком.

К акту прилагаются комплект технической документации, поставляемой с предприятия-строителя вместе с причалом, исполнительная схема раскрепления причала, опись штатного оборудования и инженерных сетей причала и протоколы испытаний инженерных сетей. Один экземпляр акта и документации передается МИС флота, а другой экземпляр акта и документации передается эксплуатирующей воинской части.

2.4.3.10. Замена, ремонт и перестановка плавучих причалов производятся за счет средств и силами МИС с привлечением плавсредств СВФ и УПАСР на основании планов, утвержденных командующим флотом.

2.4.3.11. Контроль эксплуатации плавучих причалов, находящихся в ведении ВМФ, возлагается на Управление начальника строительства, инженерного обеспечения и расквартирования ВМФ и его органы на флотах.

2.4.3.12. Контроль состояния высоковольтного электрооборудования энергопонтонов, за допуском личного состава к обслуживанию и несению вахты на энергопонтоне возлагается на органы Энергонадзора флота.

2.4.3.13. В ходе контрольных осмотров причала должно быть проверено состояние:

– корпусов понтонов, колесоотбоев, отбойных и швартовных устройств, герметичность люковых закрытий, исправность задраек;

– системы якорного раскрепления;

– соединительного моста, корневой части и межпонтонных соединений;

– инженерных сетей, раздаточных устройств и электроэнергетического оборудования;

– вспомогательного и пожарного оборудования, приспособлений и устройств;

– отсутствие воды в понтонах.

Кроме того, проводится проверка подготовленности команды обслуживания к эксплуатации плавучего причала.

2.4.3.14. При осмотре корпусов понтонов, колесоотбоев, отбойных и швартовных устройств устанавливают:

– наличие повреждений, пробоин, коррозии и причины их появления;

– наличие в понтонах железобетонных причалов трещин или ржавых пятен в корпусе, влаги (протечек) на внутренних поверхностях понтонов, нарушение защитного слоя бетона (выколы, выбоины), ослабление заделки закладных деталей в бетоне;

– надежность крепления и водонепроницаемость крышек палубных люков;

– наличие повреждений скоб рымов для раскрепления погрузочных средств;

– наличие и характер повреждений привальных брусьев, трубчатых амортизаторов и мягких кранцев и надежность узлов крепления их к понтонам;

– наличие повреждений и надежность болтовых креплений кнехтов и швартовных труб;

– наличие повреждений и состояние колесоотбоев и привальных брусьев.

2.4.3.15. При обследовании корпуса железобетонных причалов необходимо обращать внимание на белые налеты, слизь, подтеки и пятна на внутренней поверхности бортов и днищ понтонов, на выщелачивание и отслаивание бетона, а также выявлять наличие трещин, пробоин в днище и бортах, обнажения арматуры, бурых пятен на поверхности бетона, указывающих на коррозию арматуры. Особое внимание следует обращать на состояние бетона в местах крепления закладных частей и деталей.

2.4.3.16. При обследовании корпуса металлических причалов необходимо выявлять состояние окраски, наличие и размеры участков, подверженных коррозии, а также проверять состояние сварных и болтовых соединений.

2.4.3.17. При осмотре якорного устройства (работы выполняются с привлечением водолазов и телеуправляемых подводных аппаратов) устанавливают:

– положение и степень погружения якорей в грунт;

– высоту расположения над грунтом подвесных массивов при соответствующем уровне воды;

– состояние узлов крепления цепей к рымам подвесных массивов и якорей;

– состояние якорных цепей и стопоров;

– необходимость обтяжки якорных цепей.

2.4.3.18. При осмотре соединительного моста, корневой части и межпонтонных соединений устанавливают:

– наличие повреждений и состояние главных балок соединительного моста, береговой опоры, берегового лежня, переходного щита, скользящей опоры и пандуса;

– наличие повреждений и состояние соединительной штанги и узлов ее крепления к причалу и корневой части;

– положение и надежность крепления расчалок к понтонам и береговым опорам;

– наличие повреждений и состояние межпонтонных шарниров, болтовых соединений и переходных плит.

2.4.3.19. При осмотре инженерных сетей и раздаточных устройств устанавливают:

– наличие повреждений, течи и коррозии на магистральных трубопроводах, фланцах, резьбовых соединениях и запорной арматуре;

– наличие воды, топлива и конденсата в трубопроводах после их опорожнения;

– наличие повреждений, степень износа и степень обмерзания подвижных соединений трубопроводов инженерных сетей и кабелей;

– состояние корпуса электрораздаточных устройств, арматуры и исправность заземления;

– состояние электроколонок и изоляции кабелей.

2.4.3.20. При осмотре вспомогательного оборудования, приспособлений и устройств устанавливают:

– наличие и состояние вспомогательного оборудования, приспособлений и устройств, а также инструмента в соответствии с комплектацией причала;

– наличие и состояние буксировочного устройства;

– состояние осветительных мачт, отличительных огней и освещения причала;

– состояние противопожарного и спасательного имущества.

2.4.3.21. Ремонт плавучих причалов подразделяется на текущий, выполняемый без демонтажа причала, и доковый – капитальный.

2.4.3.22. Текущий ремонт плавучих причалов состоит:

– в устранении выявленных при текущих и периодических контрольных осмотрах и в процессе эксплуатации неисправностей – мелких повреждений и дефектов причалов, инженерных сетей, раздаточных устройств и электротехнического оборудования;

– в замене и восстановлении отбойных и швартовных устройств;

– в восстановлении окраски надводной части понтонов;

– в восстановлении защитного слоя бетона в местах обнажения арматуры железобетонных понтонов, а также заделке в бетоне волосяных трещин, небольших повреждений и пробоин.

2.4.3.23. Доковый ремонт проводится только для причалов с металлическим корпусом и состоит:

– в очистке, окраске и проверке технического состояния корпуса;

– в устранении повреждений, пробоин, замене и восстановлении изношенных элементов корпуса и технических устройств.

2.4.3.24. Произведенный ремонт причала оформляется записью в паспорте-формуляре и в карточке учета (приложение 18).

2.4.3.25. На командиров воинских частей, в ведении которых находятся плавучие причалы, возлагается:

– своевременное составление ремонтных ведомостей и представление заявок на ремонт причалов;

– доставка причалов на ремонтные предприятия в сроки, установленные исполнительным планом ремонта и сдачи причала в ремонт;

– контроль выполнения работ ремонтным предприятием в установленные сроки;

– приемка причалов после ремонта и доставка их к месту установки.

2.4.3.26. Все работы по сборке, установке и оборудованию причалов, испытании и эксплуатации их инженерных сетей и устройств, при производстве погрузочно-разгрузочных работ на причалах должны выполняться в соответствии с нормами и правилами по технике безопасности, установленными в нормативно-технических документах, действующих в ВМФ, и с учетом настоящих требований.

2.4.3.27. На акватории в месте производства работ по установке причала должны быть выставлены предупреждающие сигналы и знаки. Во избежание образования на акватории опасных волн и создания неблагоприятных условий для выполнения работ по сборке и установке причала проходящие корабли и суда должны иметь тихий ход (не более 3 узлов).

2.4.3.28. Маневры плавсредств, обеспечивающих выполнение работ по установке и раскреплению причала, должны производиться в соответствии с требованиями Морской практики, а водолазные и подводно-технические работы – в соответствии с действующими правилами, инструкциями и наставлениями.

2.4.3.29. Во время работ по установке причала должна быть организована спасательная служба. Все спасательные средства должны находиться в полной готовности.

2.4.3.30. Весь личный состав, участвующий в работах по сборке и установке причала, должен быть проинструктирован, знать и точно выполнять свои обязанности, а также правила техники безопасности и правила обслуживания порученных ему механизмов и оборудования.

2.4.3.31. Инструктаж личного состава, участвующего в сборке и установке причала, производится начальником команды ежедневно перед выполнением новых работ и в порядке надзора за их ходом.

2.4.3.32. Начальник команды непосредственно руководит работами по сборке и установке причала и обязан обеспечить:

– надлежащую организацию труда личного состава;

– знание и соблюдение правил и инструкций по технике безопасности, пожаробезопасности и санитарных правил подчиненными ему лицами;

– подготовку грузовых устройств к работе.

2.4.3.33. Перед началом работ личный состав команды обязан:

– привести в порядок свою одежду, а именно: одеть рукава, подвязать свисающие концы и обшлага, застегнуться;

– осмотреть свое рабочее место, убрать все лишнее, что может помешать произвести работу;

– проверить исправность ограждений в местах выполнения работ и, если они отсутствуют, установить их;

– принять меры к уменьшению скольжения по палубе причала путем посыпки песка и очистки ее ото льда или разлитого масла, краски и т.д.;

– проверить исправность инструмента, инвентаря и приспособлений, предназначенных для работы.

2.4.3.34. Распоряжения начальника команды по установке причала должны точно выполняться всеми участвующими в сборке, установке и оборудовании причала. Сигналы и команды о выполнении тех или иных работ должны подаваться только начальником команды или старшим такелажником, назначенным для производства транспортно-погрузочных работ.

2.4.3.35. При работах по установке, раскреплению или перестановке причалов **запрещается**:

– допускать к работам лиц с физическими недостатками (плохим слухом, зрением, инвалидов);

– курить и вести посторонние разговоры во время выполнения работ;

– производить такелажные работы при плохом освещении;

– ощупывать и вставлять пальцы в отверстия стыкуемых элементов;

– носить багры крюком назад;

– укладывать якоря и оборудование на круглые подкладки (трубы, катки, бревна);

– находиться под поднятым грузом или на пути его движения, вблизи или в створе направления тяги подбираемого или стравливаемого троса (цепи);

– пользоваться тросами, имеющими повреждения, сростки и значительную коррозию, а также цепями, имеющими растянутые звенья или изношенность более 15 %;

– производить расстропку груза до тех пор, пока он не будет надежно установлен на подкладки; употреблять кувалды и молотки для заведения на крюк стропов или цепей, которыми остроплен груз;

– находиться внутри бухт стравливаемых тросов или раскладов стравливаемых цепей;

– производить забортные работы между двумя стоящими рядом понтонами или между причалом и судном;

– производить подъем грузов из отсеков понтонов и опускание без предупредительного сигнала (команды).

2.4.3.36. Инструменты и другие приспособления, лежащие на поднимаемом грузе, должны быть сняты с него до начала подъема.

При подъеме груза необходимо следить за обтяжкой стропов и за надежностью их закрепления. С этой целью после подъема груза на высоту примерно 0,5 м производят осмотр правильности и надежности его остропки.

К остропке грузов могут допускаться только специально обученные такелажники.

2.4.3.37. Подъем грузов надлежит производить медленно, без рывков.

На острые ребра поднимаемых грузов под трос (цепь) должны подкладываться специальные подкладки (деревянные подушки) для предупреждения резких изгибов и перетирания стропов (цепей).

В случае вынужденного перерыва работ по подъему груза **запрещается** оставлять его на весу более 5 минут.

2.4.3.38. Все работы по перемещению якорных цепей как в цепном ящике, так и на палубе, должны производиться только при помощи крюков. Не допускается укорачивание цепей (тросов) завязыванием на них узлов.

2.4.3.39. Работы по подъему краном (килектором) якорей, подвесных массивов и элементов соединительного моста при сильной качке причала или крана (килектора) производить **запрещается**.

2.4.3.40. Особые меры предосторожности необходимо соблюдать при постановке полуосей берегового шарнира соединительного моста, межпонтонных шарниров и других работах за бортом понтонов, предусматривая страховочную привязку такелажника, выполняющего эту работу.

2.4.3.41. Сборка и испытания трубопроводов (водопроводов, паропроводов, воздухопроводов, газопроводов) должны проводиться в соответствии с требованиями соответствующих инструкций и документов, поставляемых с конкретными типами причалов, а также с требованиями действующих Правил безопасной эксплуатации береговых систем ВВД, а также Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов и трубопроводов Военно-Морского Флота (ПУБЭСК ВМФ).

2.4.3.42. Перед началом испытаний трубопроводов необходимо:

– установить границы запретных зон, в которых должны быть ограничены или полностью запрещены работы, не связанные с испытаниями, а также нахождение лиц, не участвующих в испытаниях;

– изучить методику, схемы, технологический процесс испытаний;

– проинструктировать работников независимо от степени их обученности и опыта;

– ознакомить их с особенностями данных испытаний, обращая внимание на опасные операции и места;

– обеспечить выполнение всех мер предосторожности;

– проверить оснастку и временный трубопровод.

2.4.3.43. При проведении испытаний трубопроводов воздуха и газа давлением свыше 200 кгс/см^2 устанавливается граница запретной зоны на расстоянии 20 м в обе стороны от испытываемого участка системы. Категорически запрещается проход в зону испытаний личному составу, не участвующему в испытаниях. При испытании трубопроводов воздуха и газа давлением ниже 200 кгс/см^2 «запретной зоной» является расстояние 10 м по длине причала от испытываемой части системы по всей ширине причала.

2.4.3.44. На границе запретной зоны должны устанавливаться предупредительные знаки: «ЗАПРЕТНАЯ ЗОНА», «ПРОХОД ЗАПРЕЩЕН», «ИДУТ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ ВВД-400» и др.

2.4.3.45. Личный состав, выполняющий на причале работы, не связанные с проведением испытаний системы ВВД-400, должен быть дополнительно проинструктирован о мерах предосторожности в условиях проведения испытаний. В проведении испытаний системы воздуха высокого давления и газа в сборе должно участвовать минимальное число аттестованных испытателей, но не менее двух, один из которых назначается старшим. Обязанности среди испытателей должны распределяться с учетом их квалификации в зависимости от требований методики испытаний, а также сложности и значимости операций; один производит обмыливание и осмотр соединения, другой осуществляет связь с руководителем испытаний.

2.4.3.46. При монтаже и эксплуатации электрооборудования плавучих причалов необходимо руководствоваться требованиями технической эксплуатации на соответствующие типы причалов, а также действующими Правилами эксплуатации электрооборудования кораблей ВМФ (ПЭЭК ВМФ) и Правилами техники безопасности при эксплуатации военных электроустановок.

2.4.4. Очистка и окраска подводных элементов сооружений

2.4.4.1. Очистка и окраска подводных объектов является сложной операцией, которую выполняют водолазы в тех случаях, когда невозможен

или нецелесообразен подъем объекта на поверхность либо нельзя выполнить эту операцию с плавучего средства.

2.4.4.2. Качество подводной окраски в значительной степени зависит от подготовки поверхности, в первую очередь от очистки. Очистка поверхности под водой включает удаление обрастаний, грязи, ржавчины, масла, старой отстающей краски, которое выполняется так же, как и на поверхности. При этом трудоемкость этих работ сильно возрастает, технический контроль затрудняется из-за плохой видимости под водой и поднимающейся в процессе очистки взвеси.

2.4.4.3. Очистку под водой выполняют следующими способами:

– при помощи механических средств;

– вручную при помощи скребков, шкрябок, щеток со стальной проволокой (плоских и торцовых). Для очистки деревянных корпусов применяют щетки со щетиной из морской травы или рисового корня;

– при помощи тупых молотков или тупых зубил, которыми обивают старую краску и ржавчину;

– отжигания старой краски и ржавчины на металлических элементах сооружения при помощи пламени газовых (при малом заглублении объекта очистки) и бензокислородных горелок. Обычно отжигание сопровождается последующей механической очисткой поверхности от окалины и сгоревшей краски.

2.4.4.4. Огневую очистку применяют в случаях, когда механическая очистка оказывается недостаточной. При использовании бензорезаков для отжига старой краски отключают подачу режущего кислорода или стопорят на головке резака вентиль режущего кислорода.

2.4.4.5. При огневой обработке поверхности горелку нельзя задерживать долго на одном месте во избежание прожога. Также не рекомендуется держать головку резака близко к поверхности. Водолаз должен следить за тем, чтобы сгорала (краснела) только окалина и старая краска.

Огневую очистку надлежит производить только на чистой акватории, не загрязненной нефтепродуктами.

2.4.4.6. Очистку металлических поверхностей производят по возможности до металлического блеска. Оставление пятен грязи, жира, окалины и рыхлой краски, а при очистке деревянных поверхностей водорослей и ракушек не допускается.

2.4.4.7. Между окончанием очистки и началом окраски объекта не должно быть слишком большого разрыва во времени, так как поверхность снова начинает ржаветь.

2.4.4.8. Наиболее распространенным способом очистки поверхности сооружений от ржавчины и обрастаний является очистка с помощью механических средств (скребков, щеток из стальной проволоки). Для удаления плотной ржавчины применяют пневматические молотки (пучковые и

строенные) и пневматические машины, характеристики которых приведены в приложении 19. Использование этих средств в 5–8 раз увеличивает производительность труда водолазов по сравнению с ручной очисткой.

2.4.4.9. Окраска поверхностей под водой производится для защиты бетонных и железобетонных сооружений от коррозии. Применяемые лакокрасочные покрытия в зависимости от степени агрессивности среды приготавливают на основе битумов и эпоксидных смол. Состав некоторых покрытий на основе битума БН-III и эпоксидных смол приведен в приложениях 20 и 21.

2.4.4.10. После очистки во избежание коррозии и обрастания на металлическую поверхность наносят защитное покрытие – этиленовые краски или каменноугольный лак. Краски затвердевают в воде за 18–24 ч, лак – за 24–32 ч. При нанесении нескольких слоев краски с целью различения одного слоя от другого в часть краски добавляют пигмент (сажу). При этом слои наносят поочередно – один с пигментом, другой без него. Характеристики и состав некоторых этиленовых красок на основе этиленового лака представлен в приложении 22.

2.4.4.11. Центробежная окраска позволяет наносить краску под водой в виде прочной и плотной пленки с оттеснением влаги с поверхности. Краску равномерно распределяют и растирают при помощи губчатого рабочего диска диаметром 80 мм, вращающегося с частотой до 600 об/мин, с приводом от пневматического роторного двигателя мощностью 0,55 кВт (приложение 23). Краска подается под давлением 50 кПа через центральное отверстие в диске. Вследствие действия центробежных сил при вращении диска краска распределяется по его внутренности. Производительность такой установки составляет 20–25 м^2.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Расчет облегченной горизонтальной опоры

Схема опоры представлена на рис. 1.

Расчет опоры производится на действие вертикальной и горизонтальной составляющих прикладываемого усилия.

Устойчивость опоры под действием вертикальной составляющей прикладываемого усилия считается обеспеченной в случае выполнения неравенства:

$$G_г + T > k_у \cdot N_2,$$

где $G_г$ – вес грунта, Н;

T – сила трения горизонтального несущего элемента о стенку котлована, Н;

$k_у$ – коэффициент запаса устойчивости горизонтального несущего элемента от сдвига вверх ($k_у = 3$);

N_2 – вертикальная составляющая прикладываемого к опоре усилия, Н.

$$G_г = \frac{a+b}{2} \cdot H \cdot 1 \cdot \rho_г \cdot g,$$

где a, b – размеры котлована, м;

H – глубина заложения горизонтального несущего элемента, м;

l – длина горизонтального несущего элемента, м;

$\rho_г$ – плотность грунта, кг/м^3 ($\rho_г = 1500$ кг/м^3);

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

$$T = f \cdot N_1,$$

где f – коэффициент трения анкерной опоры по грунту (f = 0,5 – для дерева, f = 0,45 – для стали);

N_1 – горизонтальная составляющая прикладываемого к опоре усилия, Н.

$$N_1 = N \cdot \cos\alpha;$$
$$N_2 = N \cdot \sin\alpha,$$

где N – прикладываемое усилие, Н;

α – угол наклона прикладываемого усилия к горизонту, град.

Прочность опоры считается обеспеченной, если давление на грунт вертикальной стенки от действия горизонтального усилия не превосходит допускаемого давления на грунт при расчетной глубине заложения анкерной опоры, то есть выполняется неравенство:

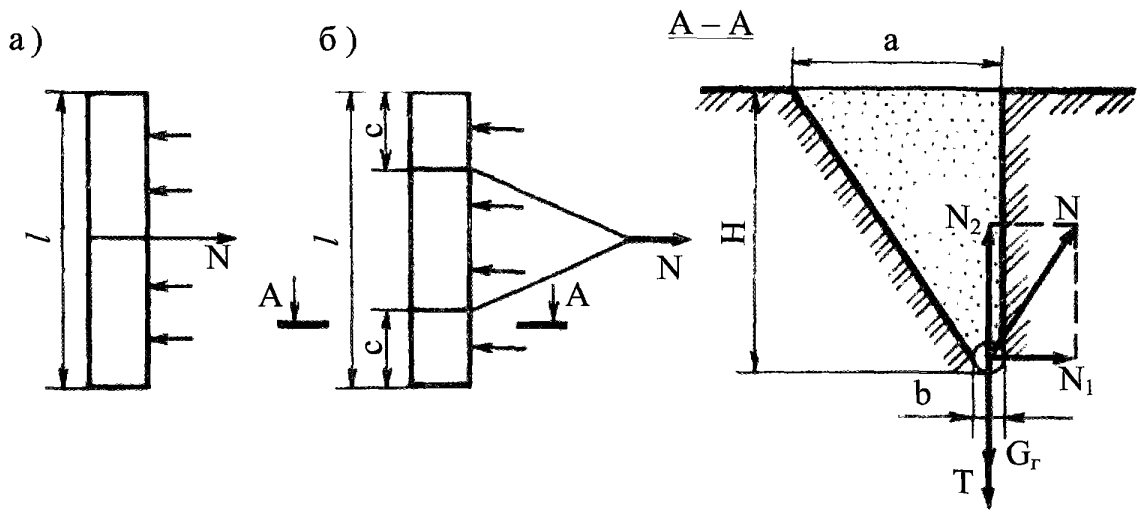


Рис. 1. Схемы для расчета облегченной горизонтальной анкерной опоры

$$\sigma_г \le [\sigma_г],$$

где $[\sigma_г]$ – допускаемое давление на грунт, Па.

$$\sigma_г = \frac{N_1}{l \cdot d \cdot n \cdot \eta},$$

где d_1 – внешний диаметр опоры, м;

n – число бревен или труб, соприкасающихся со стенкой котлована;

η – коэффициент уменьшения допускаемого давления, учитывающий неравномерность смятия (η=0,25);

Численные значения допускаемого давления на грунт представлены в табл. 1.

Таблица 1

Допускаемое давление для различных грунтов

Тип грунта	$[\sigma_г]$, Па
Плотно слежавшийся гравий	490–785
Сухой песок	295–490
Сухая глина	295–392
Мокрый песок	98–295
Мокрая глина	49–196
Торф, болотистый грунт	24–49

Прочность горизонтального несущего элемента анкерной опоры может быть рассчитана для двух случаев: опора с одной тягой и с двумя тягами.

Максимальный изгибающий момент:

– $M = \frac{P \cdot l^2}{8}$ – для опоры с одной тягой;

– $M = \frac{N \cdot c^2}{2 \cdot l}$ – для опоры с двумя тягами,

где P – равномерно распределенная нагрузка, Н/м;

c – расстояние от конца опоры до точки крепления тяги, м.

$$P = N/l.$$

Момент сопротивления сечения горизонтального несущего элемента:

– для круга $W = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32}$;

– для кольца с внешним и внутренним диаметром $W = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{d_1^4}\right)$,

где d – внутренний диаметр кольца, м

Напряжения, возникающие в поперечном сечении одного горизонтального несущего элемента:

$$\sigma = \frac{M}{W}.$$

Прочность несущего элемента считается обеспеченной при выполнении условия:

$$\sigma < 0{,}85 \cdot \sigma_{ст},$$

где $\sigma_{ст}$ – предел прочности стали, Па.

Пример. Произвести расчет облегченной горизонтальной опоры (рис. 1, а), установленной в котловане размерами a = 4 м, b = 1 м на смещающее усилие N = 10000 Н, приложенное под углом α = 30°. Глубина заложения горизонтального несущего элемента H = 3 м. Длина горизонтального несущего элемента l = 3 м. Диаметр опоры d = 0,8 м (внутренний d_1 = 0,7 м), количество стальных труб n = 20 шт. Грунт – плотно слежавшийся гравий.

Определим горизонтальную и вертикальную составляющую прикладываемого к опоре усилия:

$N_1 = 10000 \cdot \cos 30° = 10000 \cdot 0{,}866 = 8660$ Н,

$N_2 = 10000 \cdot \sin 30° = 10000 \cdot 0{,}5 = 5000$ Н.

Силу трения горизонтального несущего элемента о стенку котлована определим по формуле:

$T = 0{,}45 \cdot 8660 = 3897$ Н.

Вес грунта определим по формуле:

$$G_z = \frac{4+1}{2} \cdot 3 \cdot 3 \cdot 1500 \cdot 9{,}81 = 331087{,}5 \ H.$$

Проверим устойчивость опоры под действием вертикальной составляющей прикладываемого усилия:

331087,5 + 3897 >3 • 5000

334984,5 > 15000.

Проверка показывает, что устойчивость опоры под действием вертикальной составляющей прикладываемого усилия обеспечена.

Проверим прочность опоры.

Допускаемое давление на грунт определим по формуле:

$$\sigma_г = \frac{8660}{3 \cdot 0{,}8 \cdot 20 \cdot 0{,}25} = 721{,}7 \ \ Па.$$

Прочность опоры проверим из неравенства:

$$721{,}7 \ \ П \ а \leq 785 \ \ Па.$$

Давление на грунт вертикальной стенки от действия горизонтального усилия не превосходит допускаемого давления на грунт при расчетной глубине заложения анкерной опоры, следовательно, прочность опоры обеспечена.

Проверим прочность горизонтального несущего элемента анкерной опоры.

Равномерно распределенную нагрузку определим по формуле:

$$P = \frac{10000}{3} = 3333{,}3 \ Н/м.$$

Максимальный изгибающий момент определим по формуле:

$$M = \frac{3333{,}3 \cdot 3^2}{8} = 3750 \ \ Н \cdot м.$$

Момент сопротивления сечения горизонтального несущего элемента определим по формуле:

$$W = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}8^3}{32} \cdot \left(1 - \frac{0{,}7^4}{0{,}8^4}\right) = 126{,}1 \text{ м}^3.$$

Напряжения, возникающие в поперечном сечении одной балки, определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{3750}{126{,}1} = 29{,}7 \ Па$$

Проверим прочность горизонтального несущего элемента анкерной опоры, исходя из прочности стали $\sigma_{ст} = 230$ МПа:

$$29{,}7 \text{ Па} < 230 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Прочность горизонтального несущего элемента анкерной опоры обеспечена.

Расчет гравитационной опоры незаглубленного типа

Расчет заключается в определении веса, обеспечивающего устойчивость опоры от сдвига и опрокидывания (рис. 1).

Суммарный вес железобетонных массивов, обеспечивающих устойчивость опоры от сдвига, определяется по формуле:

$$G = \left(\frac{N_1}{f} + N_2 \right) \cdot k_y$$

где N_1 – горизонтальная составляющая сдвигающей нагрузки, кН;

N_2 – вертикальная составляющая сдвигающей нагрузки, кН;

f – коэффициент трения;

k_y – коэффициент запаса устойчивости опоры от сдвига ($k_y = 1,5$).

Для опор с металлическими рамами опытным путем получены коэффициенты трения f для разных грунтов в случае приложения усилия к опоре под наиболее невыгодным углом $\alpha = 27° 40'$ (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент трения для различных грунтов

Тип грунта	f
Песок сухой утрамбованный	0,785–0,835
Чернозем плотный сырой	0,895–0,955
Получернозем сырой	0,990–0,995

Если раму опоры, не имеющую шипов из швеллеров, устанавливают на грунт с дополнительным твердым покрытием (сталь, дерево, бетон), то вместо коэффициента трения по грунту используют коэффициент трения скольжения (табл. 2).

При установке бетонных массивов непосредственно на грунт f = 0,5.

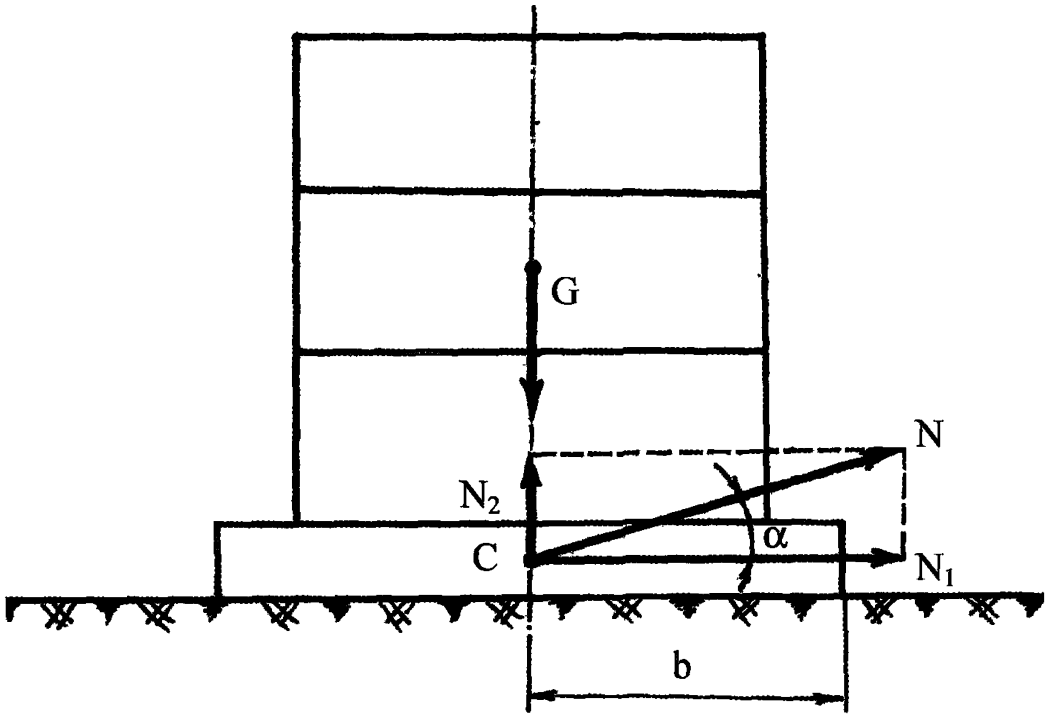


Рис. 1. Расчетная схема бетонной наземной анкерной опоры гравитационного типа

Таблица 2

Коэффициент трения скольжения

Материал соприкасающихся поверхностей	Состояние поверхности	f
Сталь:		
– по стали	Сухая Смазанная	0,15 0,10
– по чугуну	Сухая Смазанная	0,18 0,15
– по дереву	Сухая Смазанная	0,40 0,11
– по бетону	Сухая	0,45
– по гравию	Сухая	0,45
Дерево:		
– по дереву	Сухая Смазанная	0,50 0,15
– по бетону	Сухая	0,50
Полозья стальные по плотному снегу	–	0,02
Полозья деревянные по плотному снегу	–	0,035

Устойчивость опоры от опрокидывания считается обеспеченной, если выполняется неравенство:

$G \cdot b > k_y \cdot N \cdot a$,

где G – вес опоры, обеспечивающий ее устойчивость от сдвига, кН;

b – плечо момента веса опоры, равное половине длины рамы, м;

k_y – коэффициент запаса устойчивости опоры от опрокидывания (k_y = 1,4);

a – плечо опрокидывающего момента от усилия в тяге, м.

$a = b \cdot \sin\alpha$.

Примечание. Расчетный вес опоры, обеспечивающий ее устойчивость от сдвига, создает удерживающий момент, который значительно превышает опрокидывающий момент от усилия, действующего на опору при любых углах наклона грузовой тяги. Поэтому в практических расчетах можно ограничиться определением веса опоры для устойчивости от сдвига.

Пример. Произвести расчет металлической гравитационной опоры незаглубленного типа, установленной в плотном черноземе на прикладываемое усилие N=100 кН. Длина рамы составляет 6 м.

Определим вертикальную и горизонтальную составляющие прикладываемого к опоре усилия:

$N_1 = 100 \cdot \cos 27°40' = 100 \cdot 0{,}886 = 88{,}6$ кН;

$N_2 = 100 \cdot \sin 27°40' = 100 \cdot 0{,}464 = 46{,}4$ кН.

Коэффициент трения из табл. 1 примем равным f = 0,95.

Суммарный вес железобетонных массивов, обеспечивающих устойчивость опоры от сдвига:

$$G = \left(\frac{88{,}6}{0{,}95} + 46{,}4\right) \cdot 1{,}5 = 209{,}5 \ кН.$$

Плечо опрокидывающего момента от усилия в тяге:

$a = 3 \cdot \sin 27°40' = 3 \cdot 0{,}464 = 1{,}39$ кН.

Проверим условие устойчивости опоры:

$$209{,}5 \cdot 3 \geq 1{,}4 \cdot 100 \cdot 1{,}39$$

$$628{,}5 \geq 194{,}6$$

Условие устойчивости опоры от опрокидывания выполняется.

Расчет гравитационной опоры полузаглубленного типа

Полузаглубленные опоры (рис. 1) рассчитывают из условий недопущения:

– отрыва опоры от грунта вертикальной составляющей прикладываемого усилия;

– смещения опоры при разрушении стенок котлована, в котором частично размещены образующие опору блоки.

Условие недопущения отрыва опоры от грунта вертикальным усилием удовлетворяется, если выполняется неравенство:

$$G + T \geq k_y \cdot N_2,$$

где G – вес опоры, который задают, считая, что опора должна несколько превышать действующее на нее усилие, Н;

T – сила трения заглубленного блока опоры о стенку котлована;

N_2 – вертикальная составляющая прикладываемого усилия, Н;

k_y – коэффициент запаса сопротивления опоры на отрыв ($k_y = 1{,}4$).

$N_2 = N \cdot \sin\alpha$,

где α – угол наклона сдвигающего усилия к горизонту, град.

$T = N_1/f$,

где N_1 – горизонтальная составляющая сдвигающего усилия, Н;

f – коэффициент трения ($f = 0{,}5$).

$N_1 = N \cdot \cos\alpha$.

Условие прочности стенок котлована

$$\sigma_г \leq [\sigma_г]$$

где $\sigma_г$ – давление грани заглубленного блока на стенку котлована, Па;

$[\sigma_г]$ – допускаемое давление на грунт, Па.

$$\sigma_г = \frac{N_1}{l_б \cdot h_б \cdot \eta},$$

где $l_б$, $h_б$ – длина и высота заглубленного блока, м;

η – коэффициент уменьшения допускаемого давления, учитывающий неравномерность смятия грунта (η=0,25).

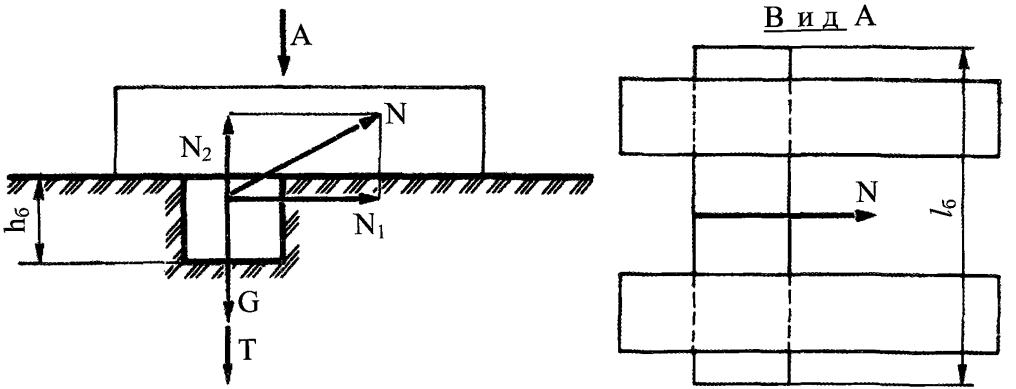


Рис. 1. Расчетная схема полузаглубленной опоры гравитационного типа

Численные значения допускаемого давления на различные грунты приведены в табл. 1 приложения 2.

Пример. Произвести расчет гравитационной опоры полузаглубленного типа весом $G = 250$ кН на прикладываемое усилие $N = 120$ кН. Размеры заглубленного блока $l_б = 7$ м, $h_б = 3$ м. Опора установлена в мокрой глине.

Определим вертикальную и горизонтальную составляющие прикладываемого к опоре усилия:

$N_1 = 120 \cdot \cos 27°40' = 120 \cdot 0{,}886 = 106{,}3$ кН;

$N_2 = 120 \cdot \sin 27°40' = 120 \cdot 0{,}464 = 55{,}7$ кН.

Определим силу трения заглубленного блока опоры о стенку котлована:

$$T = \frac{106{,}3}{0{,}5} = 212{,}6 \ кН.$$

Проверим условие недопущения отрыва опоры от грунта вертикальным усилием:

$$250 + 212{,}6 \geq 1{,}4 \cdot 55{,}7$$
$$462{,}6 \geq 78{,}0.$$

Условие недопущения отрыва опоры от грунта выполняется.

Определим допускаемое давление на грунт:

$$\sigma_г = \frac{106{,}3}{7 \cdot 3 \cdot 0{,}25} = 20{,}2 \ Па.$$

Из табл. 1 приложения 2 определим допускаемое давление для различных грунтов $[\sigma_г] = 100$ Па.

Условие прочности стенок котлована обеспечена.

«УТВЕРЖДАЮ»
командир войсковой части

_____

«____»_____20__ г.

АКТ
ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТА ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

_____

(место составления акта)

_____в.ч._____

«_____»_____20___г.

1. Технические характеристики объекта

1.1. Название объекта _____
1.2. Год постройки _____
1.3. Принадлежность (министерство, государство) _____
_____
1.4. Тип объекта _____

2. Данные внешнего водолазного обследования объекта, обследования с помощью подводных аппаратов

2.1. Месторасположение объекта ПТР (район, координаты, пеленги на береговые ориентиры и т.д.) _____
_____
2.2. Глубина в районе объекта ПТР, м _____
2.3. Наклон объекта ПТР относительно исходного положения, град. ____
2.4. Характер грунта, наличие каменных валунов _____
2.5. Прозрачность воды _____
2.6. Течения (характер, направление, скорость), высота приливов _____
_____
2.7. Погружение объекта в грунт, м _____
2.8. Захламленность объекта ПТР посторонними предметами _____
_____
2.9. Основные повреждения объекта (разрывы кабелей и трубопроводов, повреждение изоляции, разрушение несущих конструкций, узлов крепления, крепость бетона, коррозия металлических элементов и т.д.) _____
_____
_____
2.10. Характеристики района проведения ПТР _____
_____
2.11. Прочие данные _____
_____
_____
_____
_____
_____

Приложения.
1. Планшет глубин.
2. Фотографии общего расположения объекта ПТР на грунте.
3. Фотографии обнаруженных повреждений и разрушений.
4. Видеоматериалы, полученные в процессе обследования объекта ПТР.

5. Заключение о возможности восстановления (удовлетворительном состоянии) объекта ПТР, продолжительность работ и время года для их проведения, необходимые плавтехсредства.

Подписи: _____

(руководитель обследования объекта ПТР)

_____

(водолазы, операторы ПА, производившие обследование)

_____

(специалисты, производившие сбор документальных данных и сделавшие заключение о состоянии объекта ПТР)

Полноту и качество акта поверил: _____

(заместитель командира соединения по спасательным работам)

Примечание. Все графы акта должны быть заполнены. В случае отсутствия каких-либо данных должны быть сделаны соответствующие пояснения.

Характеристики источников сварочного тока

1. Электросварочный агрегат ПАС-400-VI

Автономный сварочный агрегат предназначен для использования в качестве однопостового источника постоянного тока при ручной дуговой сварке и резке металлов на воздухе и под водой на глубинах до 60 м. Агрегат используется на спасательных судах и в береговых подразделениях соединениями ВМФ при выполнении спасательных, судоподъемных и подводно-технических работ. Может использоваться для поджига и подпитки электрическим током экзотермических электродов.

Основные характеристики:

номинальный сварочный ток, А	400;
номинальное рабочее напряжение, В	40;
предел регулирования сварочного тока, А	120–600;
максимальный сварочный ток при полезной нагрузке 100 %, А	400;
максимальный сварочный ток при полезной нагрузке 45 %, А	500;
напряжение холостого хода, В	не более 100;
номинальная частота вращения, об/мин	1600;
вместимость топливного бака, л	50;
расход топлива при номинальном режиме, кг/ч	11,0;
габариты, мм	2667×985×125;
масса, кг	1990.

2. Универсальный сварочный агрегат АСУМ-400

Агрегат предназначен для ручной и полуавтоматической сварки и резки металла металлическими электродами на воздухе и под водой на глубине до 60 м. Может использоваться для поджига и подпитки электрическим током экзотермических электродов.

Основные характеристики:

номинальный сварочный ток, А	400;
номинальное рабочее напряжение, В	70;
предел регулирования сварочного тока, А	120–500;
напряжение холостого хода, В	не более 105;
относительная продолжительность нагрузки, %	65;
габариты, мм	1660×600×890;
масса, кг	850.

3. Агрегаты АДД-4001Т1, 4002Т1

Агрегаты предназначены для использования в качестве автономного источника питания одного поста при ручной дуговой сварке и резке металлов постоянным током на воздухе и под водой. Могут использоваться для поджига и подпитки электрическим током экзотермических электродов.

Основные характеристики:

номинальный сварочный ток, А	400;
номинальное рабочее напряжение, В	36;
пределы регулирования сварочного тока, А	60–450;
максимальный сварочный ток при полезной нагрузке:	
100%, А	315
30%, А	450;
напряжение холостого хода, В	не более 90;
продолжительность цикла сварки, мин	5;
относительная продолжительность нагрузки, %	60;
номинальная частота вращения, об/мин	1800;
мощность двигателя, кВт	36,8;
вместимость топливного бака, л	60;
расход топлива при номинальном режиме, кг/ч	5,2;
габаритные размеры АДД-4001Т1/АДД-4002Т1, мм:	
длина	3400/2020;
ширина	2010/950;
высота	2200/1210;
масса АДД-4001Т1/АДД-4002Т1, кг	1320/925.

4. Агрегаты АДС-3001У1, 3002У1

Агрегаты предназначены для использования в качестве автономного источника питания одного поста при ручной дуговой сварке и резке металлов постоянным током на воздухе и под водой. Могут использоваться для поджига и подпитки электрическим током экзотермических электродов.

Основные характеристики:

номинальный сварочный ток, А	300;
номинальное рабочее напряжение, В	36;
пределы регулирования сварочного тока, А	60–350;
максимальный сварочный ток при полезной нагрузке 100%, А	250
максимальный сварочный ток при полезной нагрузке 30%, А	350;
напряжение холостого хода, В	не более 100;
продолжительность цикла сварки, мин	5;
относительная продолжительность нагрузки, %	60;

номинальная частота вращения, об/мин	2000;
мощность двигателя, кВт	18;
вместимость топливного бака, л	45;
расход топлива при номинальном режиме, кг/ч	4,6;
габаритные размеры АДС-3001У1/АДС-3002У1, мм:	
длина	3000/1530;
ширина	2000/840;
высота	2500/1650;
масса АДС-3001У1/АДС-3002У1, кг	1300/750.

Основные технические характеристики электродов для ручной подводной сварки и электрокислородной резки

№ п/п	Характеристика	Для сварки		Для резки
		ЭПС-52	ЭПС-А	ЭПР-1
1	Назначение	Сварка малоуглеродистых сталей	Сварка аустенитных и низколегированных сталей	Резка корпусных сталей
2	Номинальный сварочный ток, А	260	300	400
3	Рабочее напряжение, В	30 – 45	40 – 45	60 – 90
4	Временное сопротивление металла шва на разрыв, кгс/см^2	34	50	–
5	Толщина разрезаемого под водой металла, мм	–	–	30
6	Рабочая глубина	60	60	60
7	Длина электрода, мм	350	350	450
8	Диаметр электрода, мм	4 или 5	4 или 5	7 или 8
9	Серийное изготовление по ТУ	ТУ 9-64	ТУ5.965-4021	ТУ 10-64

Режимы электрокислородной резки под водой

Толщина разрезаемого металла, мм	Сила тока, А	Давление режущего кислорода, кгс/см^2
5–10	200	1,5–2,0
10–15	220	2,0–3,0
15–20	250	3,0–4,5
20–30	275	4,5–5,5
30–40	300	5,5–6,0
40–50	320	6,0–6,5
50–60	350	6,5–7,0
60–80	350	7,0–9,0
80–100	350	9,0–11,0

Приложение 8

Формулы расчета электровзрывных сетей

Схема соединения электродетонаторов	Определяемая величина	Формула	Величины, входящие в формулу
Последовательное (рис. 1 а)	*Сопротивление боевика* с одним электродетонатором (ЭД)	$R_б = R_к + r_{э\,д}$	$R_К$ – сопротивление концевых проводов, Ом;
	То же, с двумя последовательно соединенными ЭД	$R_б = R_к + 2r_{э\,д}$	
Параллельно-пучковое (рис. 1 б)	Сопротивление двух боевиков с параллельно соединенными ЭД	$R_{2б} = R_к + \frac{r_{э\,д}}{2}$	$r_{ЭД}$ – сопротивление одного ЭД, Ом; $L_м$ – длина одного провода магистрали, м; $r_м$ – сопротивление 1 м магистрального провода, Ом;
	Сопротивление магистрали	$R_м = 2 \cdot L_м \cdot r_м$	
Параллельно-ступенчатое (рис. 1 в)	Сопротивление соединительных проводов	$R_c = L_c \cdot r_c$	$L_с$, $L_у$ – соответственно длина соединительных и участковых проводов, м; rс, rу – соответственно сопротивление 1 м соединительных и участковых проводов, Ом;
	Сопротивление участковых проводов	$R_у = L_у \cdot r_у$	
Последовательно-параллельное (рис. 1 г)	Общее сопротивление электровзрывной сети при параллельном соединении	$R_{об\,щ} = 2L_м \cdot r_м + L_c \cdot r_c + L_у \cdot r_у + N \cdot R_б$	$L_у$ – длина участковых проводов, м; $r_у$ – сопротивление 1 м участковых проводников, Ом; N – число боевиков во взрывной сети; Rб – сопротивление боевика, Ом.
Параллельно-последовательное (рис. 1 д)	Общее сопротивление электровзрывной сети при параллельно-пучковом соединении (одинаковое сопротивление всех ветвей)	$R_{об\,щ} = 2L_м \cdot r_м + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}}$	R_i – общее сопротивление i-ой отдельной ветви электровзрывной сети, Ом.

Схема соединения электродетонаторов	Определяемая величина	Формула	Величины, входящие в формулу
Парно-параллельное в боевиках дублированной сети (рис. 1е)	Общее сопротивление электровзрывной сети при параллельно-ступенчатом соединении	$R_{об\,щ} = 2L_м \cdot r_м + L_с \cdot r_с + L_у \cdot r_у + \frac{R_б}{4}$	k – число параллельно соединенных групп ЭД (боевиков) в электровзрывной сети; M – число последовательно соединенных групп ЭД (боевиков);
	То же при последовательно-параллельном соединении	$R_{об\,щ} = 2L_м \cdot r_м + \frac{L_с \cdot r_с + L_у \cdot r_у + N \cdot R_б}{k}$	
	То же при параллельно-после-довательном соединении	$R_{об\,щ} = 2L_м \cdot r_м + L_с \cdot r_с + L_у \cdot r_у + \frac{R_б \cdot M^2}{N}$	
	То же при двойном последовательном соединении	$R_{об\,щ} = 2L_м \cdot r_м + \frac{L_с \cdot r_с + L_у r_у + N \cdot R_б}{4}$	
Двойная электровзрывная сеть (рис. 1ж)	Общее сопротивление электровзрывной сети при парно-последовательном соединении ЭД в боевиках последовательной цепи	$R_{об\,щ} = 2L_м \cdot r_м + L_с \cdot r_с + L_у \cdot r_у + N \cdot R_б$	n_2 – число ЭД, соединенных последовательно в одной группе; n_3 – число ЭД, соединенных параллельно в одной группе;
	Сопротивление одной группы ЭД при соединении:		
	– параллельном	$R^1_{гр} = n_2 \cdot r_{эд}$	
	– последовательном	$R^{11}_{гр} = \frac{r_{эд}}{n_3}$	

Схема соединения электродетонаторов	Определяемая величина	Формула	Величины, входящие в формулу
Парно-последовательное в боевиках дублированной сети (рис. 1 з)	Сопротивление плеча треугольника при взрывании от трехфазного тока	$R_{п.т\ р} = \frac{n_1 \cdot r_{э\,д}}{3}$	n_1 – общее число ЭД в электровзрывной сети; $R_п$ – допустимое сопротивление цепи по паспорту для взрывной машинки, Ом; U – напряжение электрической цепи, В; $I_{эд}$ – сила тока, приходящая на один ЭД, А
	Общее сопротивление электровзрывной сети:		
	– при взрывании от трехфазного тока	$R_{о\,б\,щ} = 3L_м \cdot r_м + R_{п.т\ р}$	
	– при последовательном соединении при взрывании от взрывных машинок	$R_{о\,б\,щ} \leq R_п$	
	– при параллельном соединении при взрывании от взрывных машинок	$R_{о\,б\,щ} \leq \frac{R_п}{к^2}$	
	Общая сила тока в электровзрывной сети	$I_{о\,б\,щ} = \frac{U}{R_{о\,б\,щ}}$	
	Сила тока, приходящая на 1 ЭД, при соединении:		
	– последовательном	$I_{э\,д} = \frac{U}{R_{о\,б\,щ}}$	
	– параллельно-ступенчатом	$I_{э\,д} = \frac{I_{о\,б\,щ}}{4}$	
	– параллельно-пучковом	$I_{э\,д} = \frac{I_{о\,б\,щ}}{N}$	

Схема соединения электродетонаторов	Определяемая величина	Формула	Величины, входящие в формулу
	– параллельно-последовательном	$I_{эд} = \frac{I_{общ} \cdot M}{N}$	
	– последовательно-параллельном	$I_{эд} = \frac{I_{общ}}{k}$	
	– двойном последователь-ном	$I_{эд} = \frac{I_{общ}}{2}$	

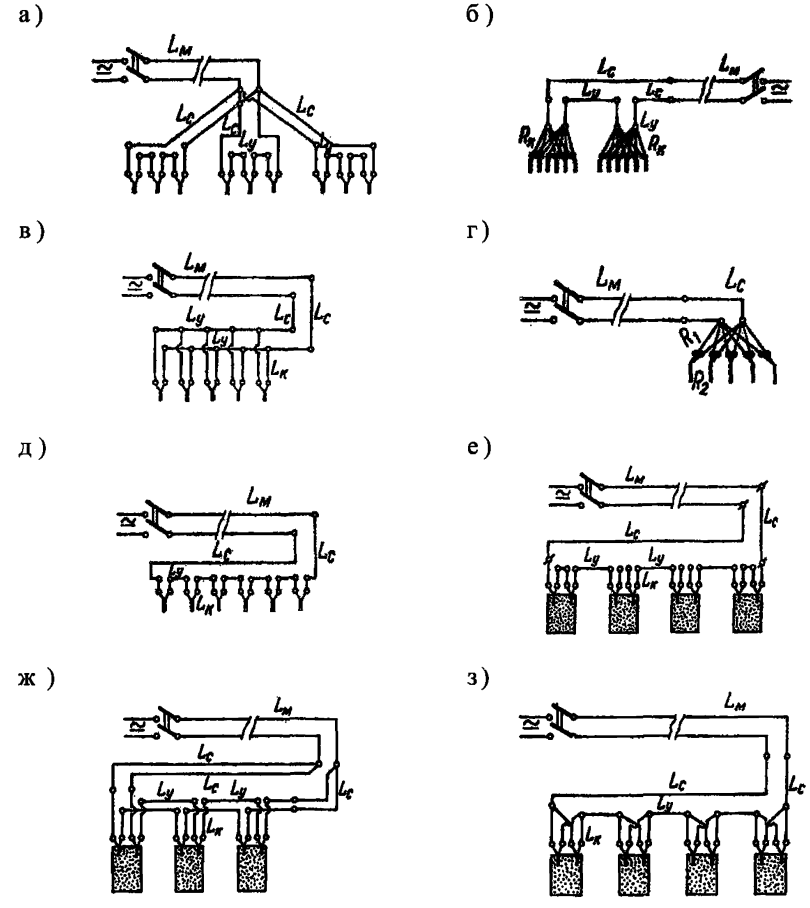


Рис. 1. Электрические схемы соединения электродетонаторов и боевиков в электровзрывных сетях:
а) последовательное; б) параллельно-пучковое;
в) параллельно-ступенчатое;
г) последовательно-параллельное; д) параллельно-последовательное;
е) парно-параллельное в боевиках дублированной сети;
ж) двойная электровзрывная сеть;
з) парно-последовательное в боевиках дублированной сети

Приложение 9

Основные характеристики взрывчатых веществ и имущества, используемых при подводных взрывных работах

Таблица 1

Характеристики взрывчатых веществ

Взрывчатое вещество	Плотность, г/см³	Объем газов, выделяющихся при взрыве 1кг ВВ, л	Теплота взрыва, МДж/кг	Температура взрыва, °С	Скорость детонации, м/с	Бризантность, мм
Тротил:						
Чешуированный	0,9	730	3,55	2950	400–4500	6–8
Прессованный	1,5	730	4,2	2950	5700–6000	22–24
Гранулированный	1,55	730	4,2	2950	500–6000	23–25
Бездымный пероксилиновый порох	1,37	–	–	600	6000	14
Аммонит ЖВ:						
№6	1,1	945	4,3	2600	3600–4200	14–16
№7	1,05	979	3,8	2300	3500–3900	13–15
Динафтолит	1,05	920	4,0	2650	3500–4500	15–16
Аммонит В-3	1,0	91 0	4,2	2300	3600–4000	14–15,5
Скальный №1 ЖВ прессованный	1,5	830	5,4	3400	6000–6500	23–27
Детонит:						
6А	1,1	845	4,9	3200	4900–5200	18–20
10А	1,1	875	4,9	3400	5100–5400	16–20
Аммонал водоустойчивый	1,05	875	4,9	4000	4000–5000	16–18
Динамит 62%-ный труднозамерзающий	1,45	634	5,0	4040	6000–7000	15–20
Победит ВП-2	1,20	790	3,8	2400	3800–4300	14–18

Таблица 2

Характеристики электродетонаторов, используемых при подводных взрывных работах

Тип электродетонатора	Металл мостика	Размеры гильзы, мм		Сопротивление в холодном состоянии, Ом	Расчетное сопротивление в нагретом состоянии, Ом	Минимальный воспламеняющий ток, А	Расчетный ток для взрыва, А		Глубина использования, м
		длина	диаметр				постоянный	переменный	
ЭДП	Платино-иридиевый	–	–	0,9–1,5	2,5	0,4	0,5	1,0	10
ЭДП-р	То же	–	–	0,9–1,5	2,5	0,4	0,5	1,0	100
ЭД4-16	“	50	8	–	2,5	0,5	0,5	1,0	25
ВКМ-80	“	90	8	–	2,5	0,5	0,5	1,0	100
ТАТ №8	“	47	7	0,7–2,0	2,5	0,5	0,5	1,0	25
ТАГ№8	“	47	7	0,7–2,0	2,5	0,5	0,5	1,0	25
ГРТ №8	“	49	7	0,7–2,0	2,5	0,5	0,5	1,0	25

Электродетонаторы замедленного и короткозамедленного действия состоят из капсюля-детонатора и электровоспламенителя, собранных в общей гильзе. Электродетонаторы замедленного действия взрываются через 2, 4, 6, 8, 10 или 15 с после подачи в них тока. Электродетонаторы короткозамедленного действия имеют замедление 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, 0,15 и 0,20 с.

Таблица 3

Характеристики саперных проводов

Тип провода	Сечение жилы, мм^2	Конструкция жилы	Конструкция изоляции	Наружные размеры, мм	Сопротивление 1 км жилы, Ом	Масса 1км провода, кг	Разрывное усилие, кгс
Одножильный СП-1	0,75	Семь медных луженых проволок диаметром 0,37 мм	Двухслойная резина, оплетка	4,5 (диаметр)	25	30	30
Двухжильный СП-2	2×0,75	То же	То же	4,8×8,5 (высота и ширина)	25 (одной жилы)	60	40

Таблица 4

Характеристики конденсаторных подрывных машинок

Наименование технического параметра	Наименование машинки	
	КПМ-1	КПМ-2
Габаритные размеры, мм	103×87×166	260×120×185
Масса, кг	1,6	6
Допускаемое количество электродетонаторов, при последовательном соединении	100	350
Общее допускаемое сопротивление сети, Ом: при последовательном соединении при параллельном соединении	350 25	900 50

Описание специализированного оборудования для резки крупногабаритных объектов механическим способом в направлении сверху вниз

(на примере отделения 1-го отсека АПК «Курск»)

Состав оборудования:

– вакуумные якоря со шкивами и с рамой, к которой закреплены цилиндры гидропривода и натягивающего устройства, а также гидравлические клапаны, трубы и система управления;

– режущая цепная пила;

– стальные ходовые тросы;

– система дистанционного контроля с подводными телекамерами и освещением.

Технология использования

Резка предполагает установку с обеспечивающего плавсредства по обоим бортам разрезаемого объекта вакуумных якорей, между которыми натягивается гибкая тросовая пила – 30-метровый стальной трос с вплотную одетыми бобышками (втулками) диаметром 80 мм, покрытыми режущим слоем из карбида вольфрама. В процессе резки тросовая пила перемещается вдоль линии реза под действием гидравлических блоков вакуумных якорей. Якоря по мере прорезания конструкций заглубляются в грунт, чтобы создать рациональный угол наклона в точке соприкосновения пилы и разрушаемой конструкции (рис. 1).

Принцип резания заключается в создании при натяжении троса давления со стороны расположенных сзади бобышек на бобышку, упирающуюся в перерезаемую конструкцию. Происходит своеобразное «накачивание» энергии в точку реза, под действием которой упирающаяся бобышка проскакивает вперед, срезая своей шероховатой поверхностью металл преграды (рис. 2).

Резка выполняется при ходе цепной пилы вдоль линии реза в обе стороны с натяжением, которое изменяется в зависимости от сопротивления распиливанию (рис. 2). Разрезание затонувшего корабля происходит сверху вниз в следующей последовательности:

– вакуумные якоря устанавливают на грунте с каждого борта разрезаемого объекта;

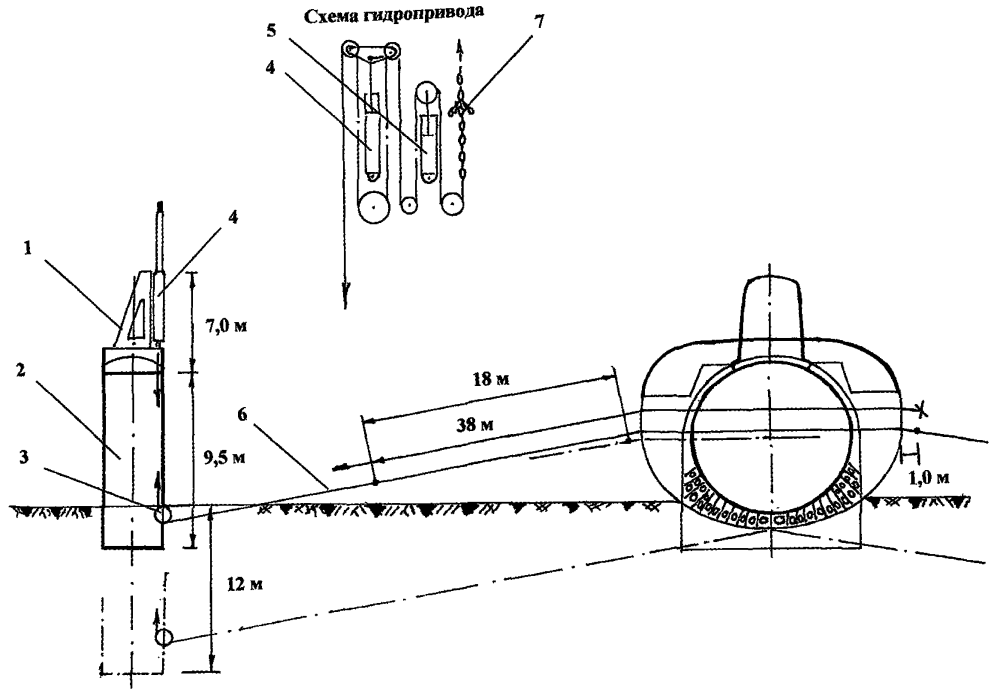


Рис. 1. Схема оборудования для отделения 1-го отсека АПК «Курск»:
1 – рама; 2 – вакуумные якоря; 3 – шкивы; 4 — цилиндр гидропривода; 5 – натягивающее устройство;
5 — стальные ходовые тросы; 6 – цепная пила; 7 – цепные стопоры

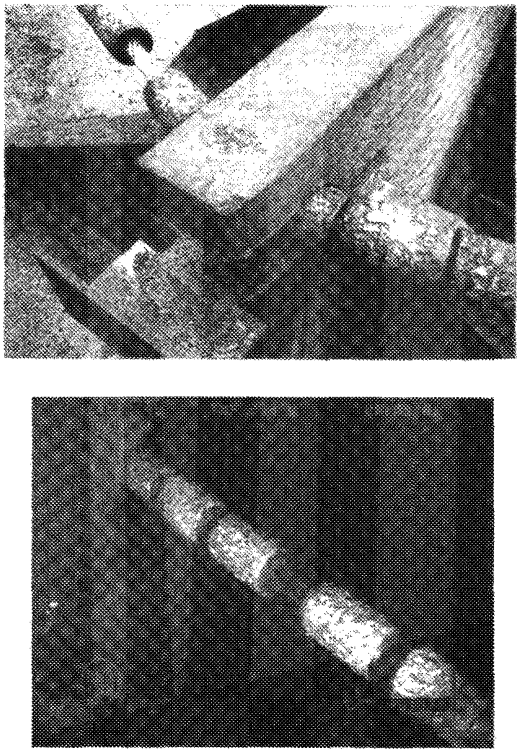


Рис. 2. Тросовая пила в действии

– цепную пилу перебрасывают через корпус объекта и при участии водолазов крепят с каждого конца к стальным ходовым тросам, которые пропущены через шкивы на якорях;

– цилиндрами натягивающего устройства выбирают начальную слабину и поддерживают натяжение в пиле по мере ее продвижения. Начальную настройку положения цепной пилы производят при участии водолазов с помощью якорных цепей небольшой длины, которые присоединяют с каждого конца стального троса, отмеряют и фиксируют на раме стопорами;

– после подъема водолазов пилу приводят в движение гидротолкателями, при этом поддерживают ее постоянное натяжение за счет действия натягивающего устройства. При этом подачу гидравлики и дистанционное управление работой пилы осуществляют с борта обеспечивающего носителя;

– в процессе резки контролируют натяжение с обеих сторон цепной пилы, а также скорость и перемещение режущей цепи за счет измерения вращения шкивов. Наблюдение за процессом резки осуществляют с использованием телеуправляемого подводного аппарата;

– рациональный угол наклона пилы по отношению к перерезаемой конструкции задают постепенным опусканием вакуумных якорей в грунт. Для этого внутри якоря, представляющего собой пару соединенных между собой прочных цилиндров, открытых снизу, создается разряжение. Внешнее гидростатическое давление вдавливает якорь в грунт. По мере продвижения якоря вниз грунт заполняет его внутреннюю полость.

Характеристики

а) Цепная пила:	
– максимальный ход	18 м;
– минимальный ход	2 м;
– максимальное режущее натяжение	70 т;
– оптимальное режущее натяжение	40 т;
– минимальное режущее натяжение	10 т;
– противонатяжение	0–30 т;
– максимальная скорость резания	1 м/с.
б) Гидравлическая система:	
– количество блоков питания	2 дизеля;
– мощность каждого дизеля	480 кВт;
– рабочее давление	200 атм;
– максимальное давление	320 атм.
в) Цилиндры гидропривода:	
– внутренний диаметр	420 мм;
– диаметр поршня	375 мм.

Состав, назначение и основные технические характеристики гидравлического инструмента «Станлей»

1. Отбойный молоток BR67

Отбойный молоток средней мощности предназначен для операций не высокой трудоемкости.

Основные характеристики:

Масса, кг	30
Длина (без насадок), мм	680
Рабочее давление, кгс/см^2	105–140
Оптимальный поток рабочей жидкости, л/мин	30
Частота ударов, уд./мин	0–1800

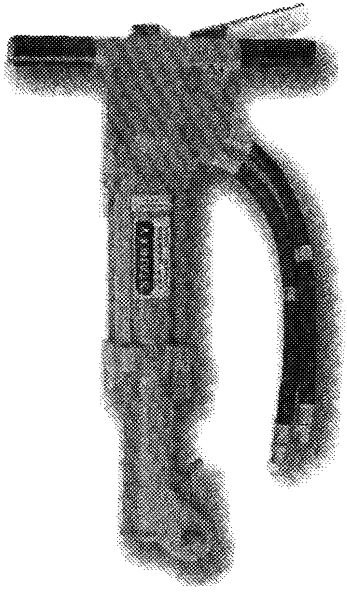


Рис. 1. Внешний вид отбойного молотка BR67

2. Отбойный молоток CH15

Отбойный молоток с D-образной рукояткой предназначен для работ в стесненных условиях.

Основные характеристики:

Масса, кг	7,3
Длина (без насадок), мм	430
Рабочее давление, кгс/см^2	90–117
Оптимальный поток рабочей жидкости, л/мин	20
Частота ударов, уд./мин	2000–2700



Рис. 2. Внешний вид отбойного молотка CH15

3. Ударный гайковерт IW12

Ударный гайковерт предназначен для заворачивания и отворачивания гаек. Хвостовик квадратного сечения 19 мм. Диапазон используемых насадок позволяет работать с гайками и болтами размером от 13 до 61 мм и при использовании насадок с тонкой стенкой – от 17 до 46 мм.

Основные характеристики:

Масса, кг	7,3
Длина, мм	260
Рабочее давление, кгс/см^2	70–140
Оптимальный поток рабочей жидкости, л/мин	30
Крутящий момент, Н . м	340–1632

Ударный гайковерт представляет собой вращающийся молоток, который ударяет по головке болта или гайке. В нем не применяется установив-

шийся крутящий момент при малых оборотах, как в стандартных гаечных ключах с ограничением по крутящему моменту.

При использовании ударных гайковертов на результирующий крутящий момент влияют следующие факторы:

1. Длина болта. Эффективность работы снижается при ее увеличении. Длинные болты рекомендуется закручивать со смазкой.

2. Масса и количество переходников. Тяжелые, ослабленные или многочисленные переходники между гайковертом и гнездом под инструмент рассеивают энергию удара по головке болта или гайке, что снижает эффективность его применения.

3. Продолжительность ударного воздействия. Максимальный результирующий крутящий момент получают, обеспечив непрерывное ударное воздействие гнезда на головку болта или гайку не менее чем в течение 10 секунд.

4. Расход жидкости. Если расход, подаваемый к инструменту, низкий, скорость молотка (или ударов) снижается. При нормальном расходе изменение давления сброса предохранительного клапана не влияет на силу удара.

Ударный гайковерт IW12 рекомендуется использовать для работ с болтами следующих марок:

Марка болта	Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр резьбы, мм
2 SAE	1 – 1 1/2	25 – 38
5 SAE	3/4 - 1 1/4	19 – 33
8 SAE	5/8 – 1	16 – 25

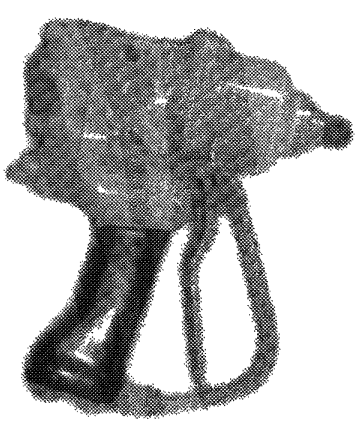


Рис. 3. Внешний вид ударного гайковерта IW12

4. Дрель DL09

Дрель с виброизолированной рукояткой предназначена для сверления отверстий в дереве, металле, камне. Максимальный диаметр сверла 12,7 мм, крутящий момент и скорость шпинделя зависят от давления и расхода масла.

Основные характеристики:

Масса, кг	2,7
Длина, мм	230
Рабочее давление, кгс/см^2	140
Оптимальный поток рабочей жидкости, л/мин	30
Частота вращения, об/мин	350–1200
Крутящий момент, Н • м	2,6

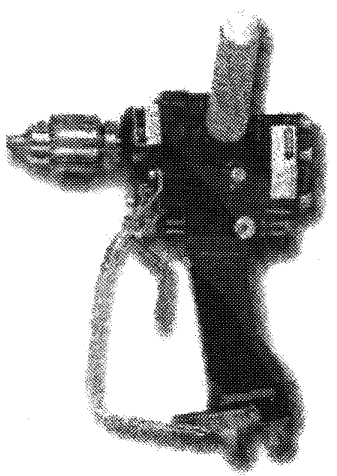


Рис. 4. Внешний вид дрели DL09

5. Перфоратор HD45

Перфоратор большой мощности предназначен для сверления отверстий диаметром 19–104 мм глубиной до 74 см. Спроектирован для стандартного бура из высокопрочной стали.

Основные характеристики:

Масса, кг	20,4
Длина (без насадок), мм	570
Рабочее давление, кгс/см^2	105–140

Оптимальный поток рабочей жидкости, л/мин	30
Частота ударов, уд./мин	0–300

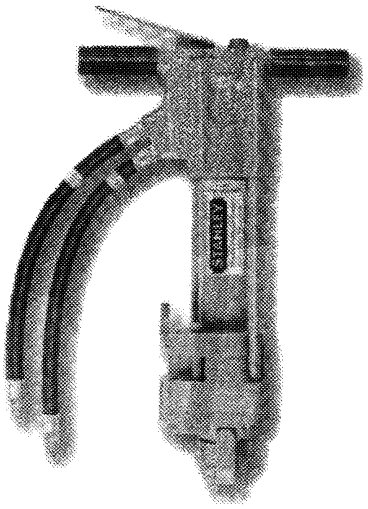


Рис. 5. Внешний вид перфоратора HD45

6. Дисковая пила CO23

Дисковая пила с максимально допустимым диаметром отрезного круга 254 мм и максимальной глубиной пропила 70 мм предназначена для резки бетона, стального профиля, листового металла и труб. При резке различных материалов применяются разные типы отрезных кругов, например, для бетона – корундовый круг, для стали – абразивный круг из композитных материалов.

Основные характеристики:

Масса, кг	10,4
Длина (без насадок), мм	490
Рабочее давление, кгс/см²	140
Оптимальный поток рабочей жидкости, л/мин	45

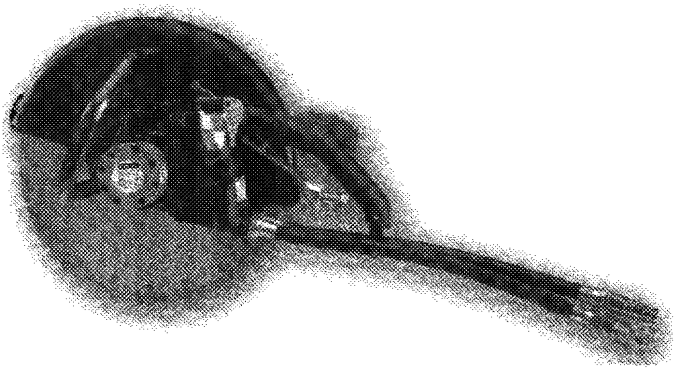


Рис. 6. Внешний вид дисковой пилы CO23

7. Алмазная цепная пила DS11

Алмазная цепная пила предназначена для пиления железобетона со стальной арматурой диаметром до 16 мм, гранита, натурального камня. Ресурс цепи рассчитан на выполнение разреза в железобетоне площадью 15 м^2, например одной цепью можно сделать пропил глубиной 0,5 м и длиной 30 м.

Основные характеристики;

Масса (с полотном длиной 450 мм), кг	11,8
Длина (с различными полотнами), мм	810, 890, 970
Рабочее давление, кгс/см^2	140
Оптимальный поток рабочей жидкости, л/мин	45
Крутящий момент, Н • м	200

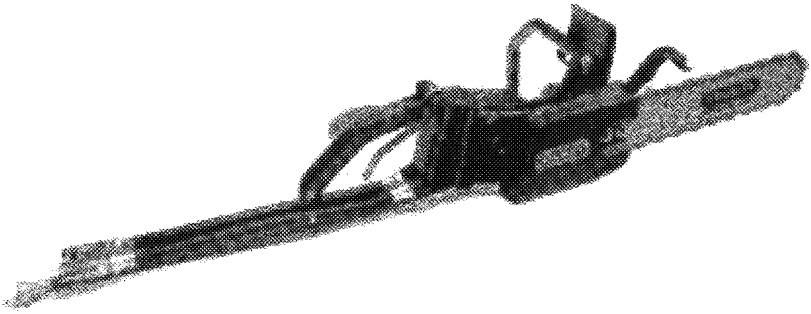


Рис. 7. Внешний вид корундовой цепной пилы DS11

Использование вышеперечисленного подводного гидравлического инструмента регламентируется действующей Инструкцией по эксплуатации, а также «Руководством по использованию РТПА «Веном-1К-100» и «Руководством по использованию ЖС «HS-1200» в комплекте с морским подъемным краном «HIAB-200», подводной станцией гидравлического привода, комплектов адаптеров и гидравлическим инструментом «Стенлей».

Основные технические характеристики систем гидроабразивной резки

Назначение аппаратуры – «холодная» резка под водой различных материалов (металлы, мягкие термопласты, акрил, твердая керамика, резина) с помощью абразивных и водяных струй без ударных и вибрационных нагрузок, а также без образования температурно-напряженных зон в районе линии реза.

Принцип действия – используются сухие абразивные материалы, которые смешиваются в режущем сопле с напорной струей воды и выбрасываются в виде высоко эффективной режущей струи. Эффективность и экономические показатели резки абразивными струями воды зависят от давления, расхода и равномерности подачи рабочей воды, количества и характеристик абразивного материала (зернистость), равномерности перемещения и расстояния режущей головки от перерезаемого участка.

Состав аппаратуры для гидроабразивной резки фирмы «Hammelman»:
– высоконапорный агрегат (рис. 1а);
– режущая головка (рис. 1б);
– механизм перемещения режущей головки;
– бак для абразивного материала;
– шланг для абразивного материала.

Высоконапорный агрегат предназначен для подачи воды под давлением к режущей головке.

Технические характеристики комплекта фирмы «Hammelmann» (Германия) с высоконапорным агрегатом HDP 404:

Мощность дизельного привода, кВт	400;
Масса, кг	4500;
Габариты, мм	3200×1500×2200;
Максимальное давление рабочей жидкости, МПа	250
Расход воды на выходе, л/мин	до 85
Расход абразива, кг/мин	до 3,2
Скорость резания малоуглеродистой стали толщиной 50 мм, мм/мин	36

Расходные характеристики высоконапорного агрегата HDP-554 представлены в табл. 1.

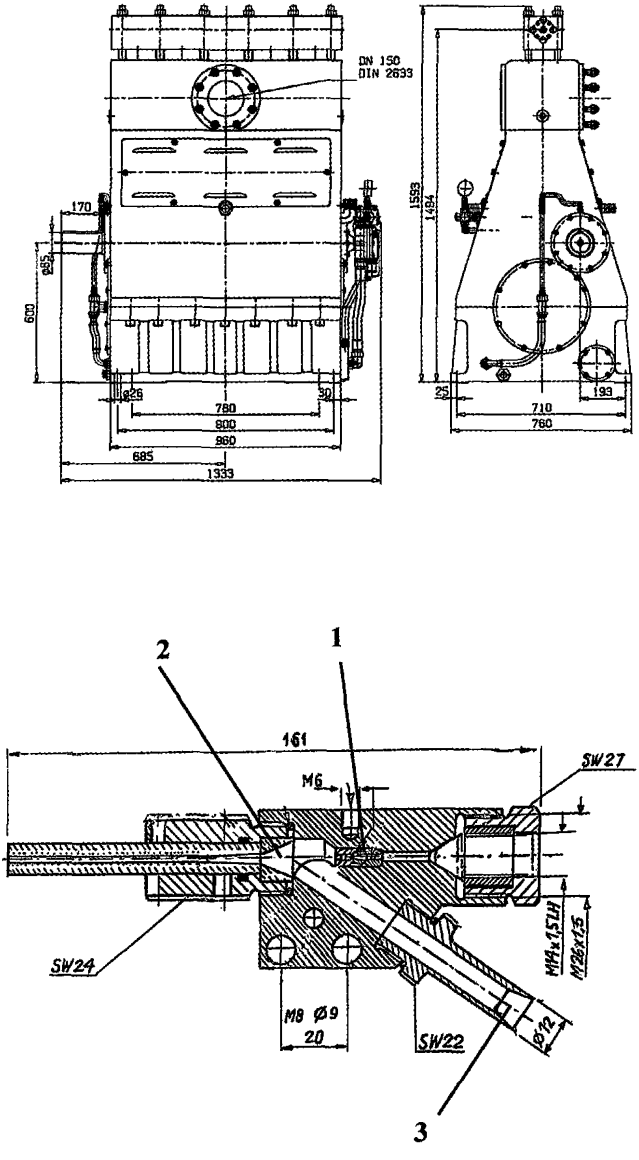


Рис. 1. Внешний вид элементов аппаратуры гидроабразивной резки компании «Hammelman»:
а) высоконапорный агрегат HDP-554
б) режущая головка
1 – сопло круглой струи; 2 – специальное сопло; 3 – насадочное сопло

Таблица 1

Зависимость расхода и давления воды от мощности на валу высоконапорного агрегата HDP-554

Расход воды, л/мин	Мощность на валу, кВт						
	250	300	350	400	450	500	550
	Давление, атм						
69	1950	2300	2500				
82	1600	1950	2300	2500			
99	1350	1600	1900	2150	2400	2500	
99	1350	1600	1900	2150	2400		
119	1100	1350	1600	1800	2000	2200	2400
142	940	1100	1300	1500	1700	1900	2100

Режущая головка формирует высоконапорную струю смешанного с водой абразива и состоит из трех основных частей:

– сопла круглой струи;

– насадочного сопла;

– специального сопла.

Сначала вода проходит через сопло круглой струи и под высоким напором входит в смесительную камеру. Благодаря скорости водной струи абразивный материал через приточное отверстие всасывается в смесительную камеру. Насадочное сопло формирует воду, смешанную с абразивным материалом, в рабочую струю, которая выбрасывается в специальное сопло.

Бак для абразивного материала имеет емкость около 200 кг. Нижняя часть его выполнена в виде воронки, через которую абразивный материал под действием силы тяжести поступает в выпускную камеру.

Шланг для подачи абразивного материала крепится к выпускной камере, изготовлен из прозрачного полихлорвинила и предназначен для подачи абразивного материала к сопловому устройству. Проток абразивного материала к режущей головке можно контролировать визуально.

Для работы аппаратуры фирмы «Hammelman» используют все виды сухих абразивных материалов (табл. 2). Более мягкие абразивные материалы обычно более дешевы и меньше изнашивают детали сопла. Однако при этом снижается эффективность резки.

Абразивный материал, который выбирается для использования, должен быть чистым и сортированным.

Таблица 2

Характеристики абразивного материала

Материал	Твердость по Моксу	Характеристика
Медеплавильные шлаки	6,5	Мягкий
Кварцевый песок	7,2	Среднетвердый
Корунд	9,0	Твердый

Отечественным аналогом системы для гидроабразивной резки является мобильный гидрорезный комплекс, разработанный и изготовленный МГУ им. Ломоносова на базе автомобиля ЗИЛ-131.

Технические характеристики комплекса МГУ им. Ломоносова:

Потребляемая электрическая мощность, кВт	80;
Масса станции, кг	не более 2300;
Номинальное давление рабочей жидкости, МПа	200;
Расход воды на выходе, л/мин	до 20;
Расход абразива, г/л	до 1500;
Скорость резания малоуглеродистой стали толщиной 5–30 мм, мм/мин	20–300;
Скорость резания резины толщиной 1,5-60,0 мм, мм/мин	400–45000;
Время непрерывной работы, ч	4;
Ресурс работы установки. лет	6.

Комплекты оборудования для спуска трубопроводов с рельсового пути ОСД-2 и ОСД-3

Комплекты разработаны СКВ «Газстроймашина» и включают:
– 500 м сборного рельсового пути;
– 25 тележек;
– понтонное устройство (для ОСД-2);
– опорное устройство (для ОСД-3).

Технические характеристики оборудования ОСД-2 и ОСД-3 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики оборудования комплектов оборудования для спуска трубопроводов ОСД-2 и ОСД-3

Показатели	Тип комплекта	
	ОСД-2	ОСД-3
Диаметр протаскиваемого трубопровода, мм	до 1020	до 1020 (бетонированный)
Грузоподъемность тележки, тс	15	25
Тип тележки	плавающая	неплавающая
Масса комплекта оборудования, т	67,5	92,0

Конструкция тележки из комплекта ОСД-2 показана на рис. 1. Конструктивная особенность тележки – крепление трубопровода к тележке с помощью подвески, которая позволяет автоматически отсоединять трубопровод при входе в воду. Тележка имеет положительную плавучесть. В конце спусковой дорожки она, освободившись от трубопровода, всплывает и доставляется на берег.

Использование оборудования для спуска трубопроводов ОСД-2 и ОСД-3 значительно уменьшает тяговые усилия при протаскивании берегового участка трубопровода и упрощает процесс стыковки плетей.

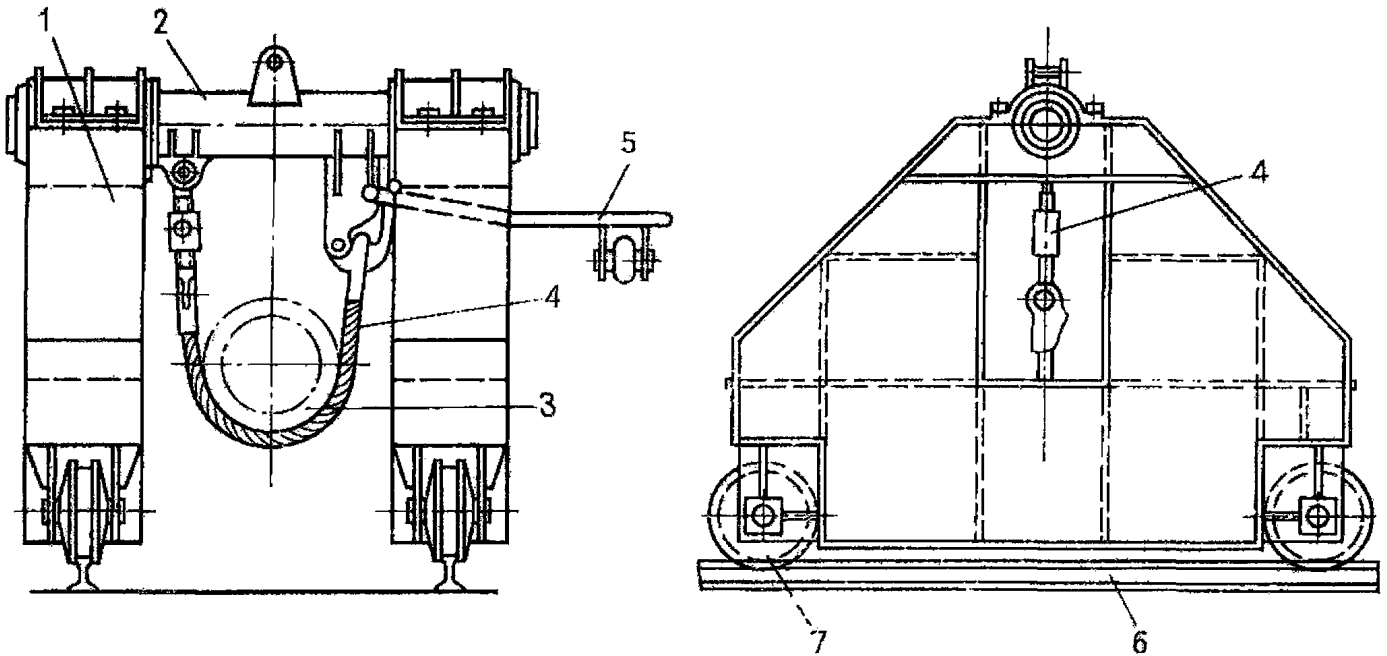


Рис. 1. Конструкция тележки из комплекта оборудования для спуска трубопроводов ОСД-2:
1 – корпус; 2 – поперечина; 3 – трубопровод; 4 – подвеска; 5 – рычаг для автоматического отсоединения тележки;
6 – рельсовый путь; 7 – колесо

Методика расчета усилий протаскивания трубопровода по грунту в момент страгивания

Расчет производится для всей длины буксируемой секции.

Тяговое усилие

$P = 1{,}5 \cdot T_1 + T_2$,

где T_1 – трение трубопровода о грунт, кг;

T_2 – трение тягового троса о грунт, кг.

Величина трения трубопровода о грунт

$T_1 = q \cdot L \cdot f$,

где q – вес 1 пог. м трубопровода в воде, кг;

L –длина трубопровода, м;

f –коэффициент трения скольжения трубопровода о грунт (принимается по табл. п. 5.2.37).

Величина трения тягового троса о грунт

$T_2 = g \cdot f_2 \cdot L_1$,

где g – вес 1 пог. м стального троса в воде, кг;

f_2 – коэффициент трения скольжения стального троса о грунт, равный от 0,5 до 1;

L_1 – длина тягового троса, м.

Пример.

Определить величину усилий протаскивания трубопровода длиной L = 2500 м по грунту в момент страгивания. Вес 1 пог. м трубы в воде q = 7,8 кг, стального троса – 3,6 кг. Длина тягового троса L_2 = 2500 м. Грунт – взорванная скала и булыжник.

Приняв коэффициент трения скольжения трубопровода о грунт f = 0,5, определим величину трения трубопровода о грунт:

$T_1 = 7{,}8 \cdot 2500 \cdot 0{,}5 = 9750$ кг

Приняв коэффициент трения скольжения стального троса о грунт f = 0,8, определим величину трения стального троса о грунт:

$T_2 = 3{,}6 \cdot 0{,}8 \cdot 2500 = 7200$ кг

Суммарное тяговое усилие

$P = 1{,}5 \cdot 9750 + 7200 = 21825$ кг = 21,8 т

Методика определения количества поддерживающих средств, их грузоподъемности и мест расстановки при погружении трубопроводов с использованием плавкранов

Расчет выполняют в следующем порядке.

Определяют сумму весов части трубопровода длиной 1 м в воде (Р) и на воздухе (q_1).

$$\omega_1 = P + q_1 \tag{1}$$

Сила реакции

$$R = \left(2\sigma_{max} \cdot P \cdot W\right)^{0,5}. \tag{2}$$

Определяют коэффициент

$$\psi = \frac{\omega_1}{R}. \tag{3}$$

Находят безразмерную величину

$$\overline{h} = \left(h - D_н\right) \cdot \psi^4 \cdot E \cdot \frac{I}{\omega_1}, \tag{4}$$

где $D_н$ – наружный диаметр трубопровода, м.

Безразмерное усилие следует принимать $\overline{W} = 2{,}828$.

По графикам на рис. 1, по известной величине P/ω_1 находят значения $\overline{a}, \overline{b}, \overline{c}, \overline{N}_c$, затем определяют размерные значения расстояний и усилий в поддерживающих устройствах:

$$a = \frac{\overline{a}}{\psi};\ b = \frac{\overline{b}}{\psi};\ c = \frac{\overline{c}}{\psi};\ N = \frac{\overline{N}\omega_1}{\psi};\ N_c = \frac{N_c\omega_1}{\psi}. \tag{5}$$

По графику на рис. 2 по известным величинам P/ω_1 и $\overline{h}$ находят число поддерживающих средств n_c без усилия N_c.

Общее число поддерживающих средств

$$n = nc + 1 \tag{6}$$

Длина поднимаемого участка трубопровода

$$l = L + c = b \cdot n_c + c \tag{7}$$

Пример. Определить число, грузоподъемность и расстановку поддерживающих средств для погружения (подъема) конца трубопровода при следующих данных: h = 12 м; $D_н$ = 1,42 м; δ = 0,014 м; P = 4010 Н/м; q_1 = 6130 Н/м; E • I = 33·108 Н·м²; W = 0,021457 м³; σ_{max} = 252 МПа.

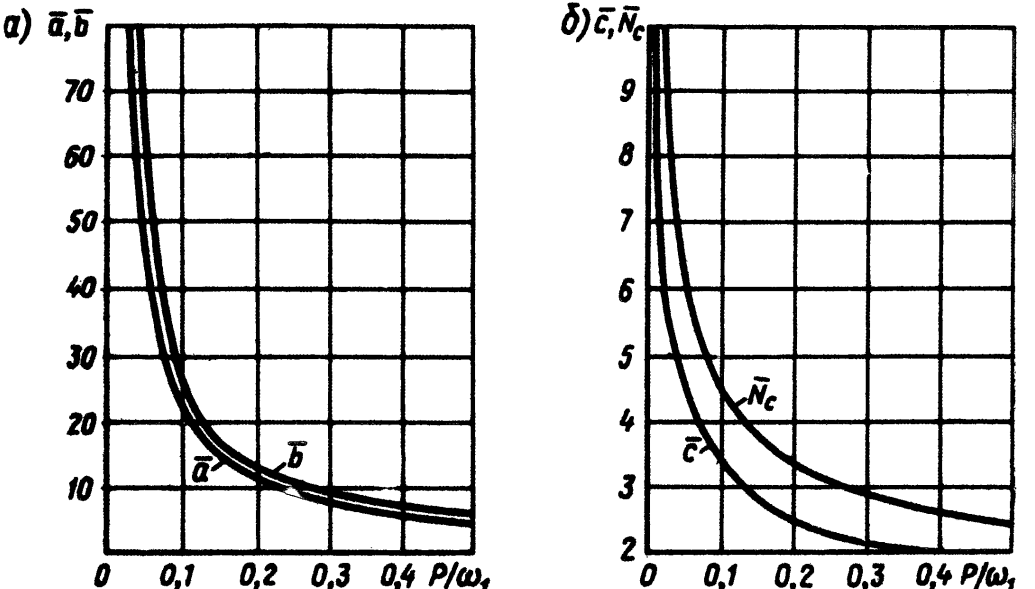


Рис. 1. Графики для определения безразмерных расстояний $\bar{a},\bar{b},\bar{c}$ и усилия N_c

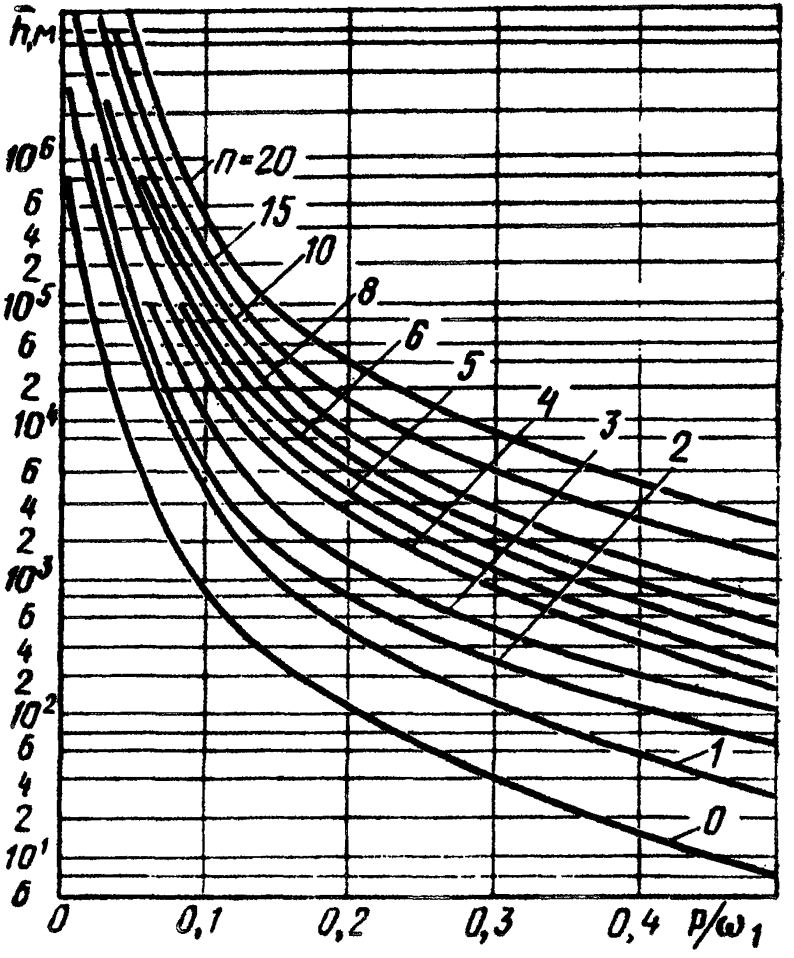


Рис. 2. График для определения числа поддерживающих устройств при погружении трубопроводов с использованием плавкранов

Решение.

Определим значения:

$$\omega_1 = 4010 + 6130 = 10140 \text{ Н/м};$$

$$P / \omega_1 = \frac{4010}{10140} = 0{,}394.$$

$$R = (2 \cdot 2{,}52 \cdot 10^8 \cdot 4010 \cdot 0{,}021457)^{1/2} = 206 \text{ кН};$$

$$\psi = \frac{10140}{206 \cdot 10^3} = 4{,}92 \cdot 10^{-2} \quad 1/\text{м}$$

По графику на рис. 1 находим:

$$\bar{a} = 5{,}6; \quad \bar{b} = 6{,}5; \quad \bar{c} = 2{,}05; \quad \overline{N_c} = 2{,}65.$$

Определяем размерные значения расстояний и усилий в поддерживающих устройствах:

$$a = \frac{5{,}6}{4{,}92 \cdot 10^{-2}} = 114 \text{ м};$$

$$b = \frac{6{,}5}{4{,}92 \cdot 10^{-2}} = 132 \text{ м};$$

$$N = \frac{2{,}828 \cdot 10140}{4{,}92 \cdot 10^{-2}} = 582 \text{ кН};$$

$$c = \frac{2{,}05}{4{,}92 \cdot 10^{-2}} = 42 \text{ м};$$

$$N_c = \frac{2{,}65 \cdot 10140}{4{,}92 \cdot 10^{-2}} = 546 \text{ кН}.$$

По графику на рис. 2 при $P/\omega_1 = 0{,}394$ и

$$\bar{h} = \frac{(12 - 1{,}42) \cdot 4{,}92^4 \cdot 33 \cdot 10^8}{10140 \cdot 10^8} = 20{,}03$$

находим $n_c > 0$.

Принимаем $n_c = 1$, тогда число поддерживающих устройств n=2.

Длина поднимаемого участка трубопровода:

$$l = 114 + 132 \cdot 1 + 42 = 288 \text{ м}.$$

При отсутствии мощных кранов можно уменьшить расчетные величины путем остропки понтонов и увеличить количество поддерживающих средств за счет применения средств с меньшей мощностью, что снизит также максимальные напряжения в трубопроводе.

Приложение 16

Типовой перечень материально-технических ресурсов, плавсредств и оборудования для производства работ по подводному бетонированию

№ п/п	Наименование
1	Водолазное судно, катер или другое плавсредство с установленной на него водолазной станцией
2	Крановая установка (плавкран)
3	Двухвесельная рабочая шлюпка
4	Гидромонитор с комплектом шлангов
5	Канаты, стропы, тросы (стальные, растительные, синтетические)
6	Струбцины, домкраты, талрепы, такелажные и строительные скобы, зажимы для стальных канатов, болты, хомуты, бугели
7	Трубы металлические (с приемным бункером)
8	Металлическая шахта (при безнапорном бетонировании)
9	Бетономешалка, насос для подачи раствора, растворопровод
10	Портландцемент, цемент, песок, жидкое стекло и другие катализаторы твердения
11	Проволока, арматура
12	Вибратор
13	Лебедки (ручные, с электромеханическим приводом)
14	Бревна, брусья, мостки, сваи, опалубочные щиты
15	Инструменты, механизированный инструмент, принадлежности, скользящие пробки (для труб)
16	Лот с лотлинем длиной 20–50 м
17	Балластины
18	Установка подводная осветительная

УТВЕРЖДАЮ
Начальник морской
инженерной службы флота

_____
(воинское звание, подпись)
«____»_____200__г.

АКТ
на постановку (приемку) плавучего причала в эксплуатацию

«____»_____200__г. _____
(место составления акта)

Комиссия в составе _____
_____
_____

составила настоящий акт в том, что у корня № ____раскреплен плавучий причал _____, учетный номер _____, заводской № _____, год изготовления _____, завод-строитель _____
(тип причала)
_____

Плавучий причал состоит из ____ секций (____ понтонов) общей длиной _____ м.

Примечание. При комплектации причала, отличной от паспортной, приводится номер и год изготовления для каждого отдельного понтона.

1. Причал смонтирован, установлен и раскреплен согласно прилагаемой схеме.
2. Плавучий причал сдается в соответствии с прилагаемой описью.
3. Передается документация: _____
_____
_____
4. Плавучий причал раскреплен на ____ якорях массой ____ т и ____якорях массой _____ т цепями калибром _____ мм, общей длиной _____ м.
5. Инженерные сети (какие именно смонтированы, не смонтированы)
_____

6. За правильную эксплуатацию плавучего причала и оборудования несет ответственность _____

7. Контроль правильности эксплуатации переданного причала, оборудования остается за морской инженерной службой _____

_____

и осуществляется начальником _____

_____

непосредственно или через своих представителей.

8 Требования и указания МИС _____ флота в части эксплуатации причала являются обязательными для выполнения соединением, частью, предприятием.

9. Акт составлен в двух экземплярах, один из которых находится в МИС _____ флота, а другой у принявшей воинской части

_____

Приложения:

1. Исполнительная схема раскрепления.
2. Техническая документация.
3. Опись.

Причал в эксплуатацию сдал _____
(подпись)

Причал в эксплуатацию принял _____
(подпись)

КАРТОЧКА №_____
учета плавучего причала

_____
(флот, база, в/часть)

1. Наименование причала _____
2. Предприятие-строитель _____
3. Год постройки _____ 4. Строительный № _____
5. Присвоенный шифр (наименование), его изменения:

_____ (шифр, наименование)	Год	Новое наименование, шифр	Год	Новое наименование, шифр

Примечание. При комплектации причала, отличной от паспортной, приводится номер и год изготовления для каждого отдельного понтона.

6. Данные по установке причала:

Год и месяц установки	Месяц установки	Кем эксплуатируется, номер акта	Состав установленного причала

7. Ремонт причала и техническое состояние:

Вид ремонта	Время проведения ремонта		Предприятие, производившее ремонт	Качественная оценка технического состояния причала после ремонта
	начало	окончание		

8. Техническое состояние по данным ежегодных осмотров:

Год и месяц	Краткое описание повреждений и недостатков, замеченных при осмотре	Сведения об устранении повреждений

Схема раскрепления причала:

Начальник МИС флота _____
«_____»_____200__г.

Технические характеристики инструментов для механической очистки поверхностей под водой

Характеристика	Значение характеристики для инструмента		
	Пучковый молоток	Строенный молоток	Пневматическая машина
Назначение	Удаление плотной ржавчины и старой краски из раковин и углублений	Удаление (отбивка) плотной ржавчины, окалины, старой краски	Очистка металлических поверхностей
Частота ударов бойка в секунду	30	30	–
Скорость вращения рабочего органа, об./мин	–	–	600 об/мин
Тип двигателя	Роторный	Роторный	Роторный
Частота вращения двигателя, об/с	–	–	10
Расход сжатого воздуха при давлении 50 кПа, м³/мин	5–6	18–20	1,5
Диаметр диска, м	–	–	190
Длина щетины, мм	–	–	18
Габаритные размеры, мм	220×44×190	122×76×418	–
Масса (на воздухе/на воде), кг	2,0/1,5	2,5/1,8	6/4,5

Строенный пневматический молоток (рис. 1) предназначен для удаления ржавчины, окалины и старой краски. Строенный молоток для малых толщин не применим, так как существует опасность повреждения обрабатываемой поверхности.

Пучковый пневматический молоток (рис. 2) применяют для очистки неровных поверхностей, для работы в труднодоступных местах. Он применяется для отбивания старой краски, ржавчины, окалины и т.д.

Ударно-центробежные машинки (рис. 3), приводимые в движение от электродвигателя, получили довольно широкое распространение. Преимуществом этих машинок является очистка поверхности нанесением скользящих ударов, что уменьшает опасность повреждения обрабатываемой поверхности при очистке. Вместе с тем для сильно затвердевшей краски применение подобных машинок недостаточно эффективно и приходится прибегать к пневматическим молоткам. К недостаткам машинок следует отнести относительно быстрое сминание щеток и скручивание гибкого вала, что не позволяет производить работы на большом удалении от приводного двигателя.

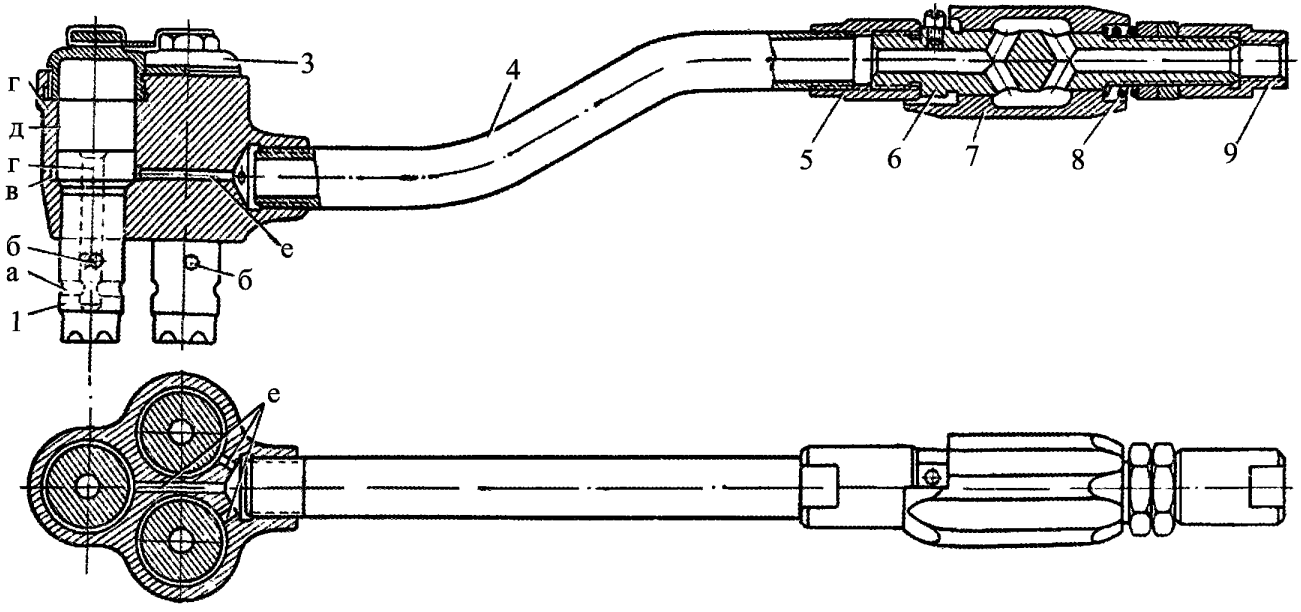


Рис. 1. Схема конструкции строенного пневматического молотка
а, б, г, е – каналы; в – кольцевая камера; д – верхняя камера; 1 – бойки; 2 – корпус; 3 – крышка; 4 – трубка; 5 – муфта; 6 – перепускной палец; 7 – перепускная муфта (рукоятка); 8 – пружина; 9 – футорка

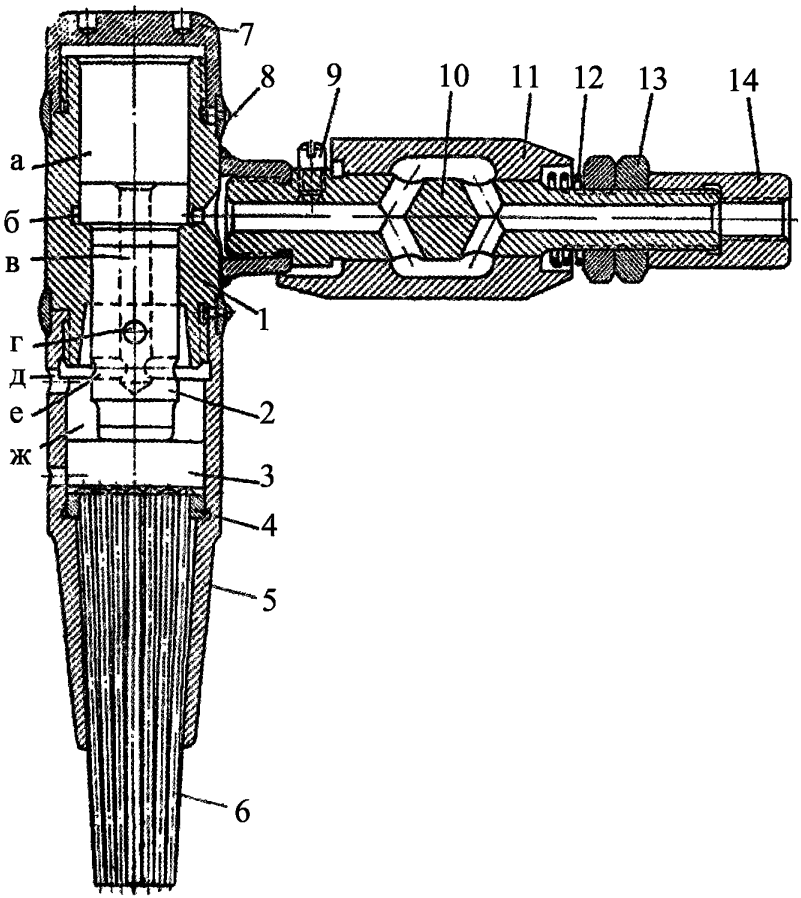


Рис. 2. Схема конструкции пучкового пневматического молотка
а – верхняя камера; б – кольцевая камера; в, г, е – каналы; ж – нижняя камера; д – выхлопные отверстия; 1 – корпус; 2 – боек; 3 – вкладыш; 4 – решетка; 5 – втулка; 6 – пучок стержней; 7 – крышка; 8 – стопор; 9 – упорный винт; 10 – перепускной палец; 11 – перепускная муфта; 12 – пружина; 13 – гайка; 14 – футорка

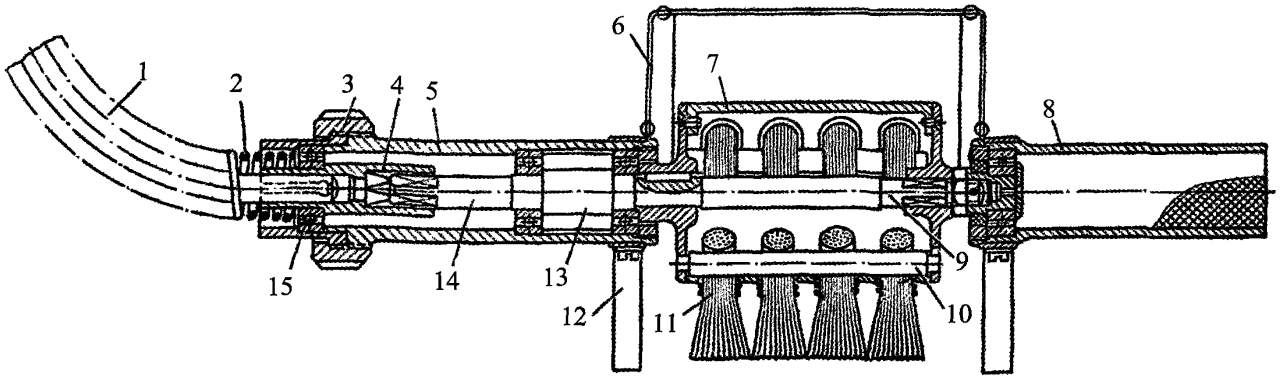


Рис. 3. Схема конструкции ударно-центробежной машинки для очистки поверхностей от ржавчины и краски
1 – гибкий вал; 2 – пружина спиральная; 3 – накидная гайка; 4 – патрон; 5 – рукоятка; 6 – предохранительный кожух; 7 – обойма; 8 – рукоятка; 9 – шпиндель; 10 – рабочая ось; 11 – проволочные щетки; 12 – упор; 13 – втулка; 14 – хвостовик; 15 – шарикоподшипник

Состав лакокрасочных покрытий, изготавливаемых на основе битума БН-III и применяемых для подводной окраски

№ п/п	Наименование покрытия	Состав	Процентное содержание
1	Лак холодный битумный	Битум Керосин (растворитель – бензин)	75–25 25–75
2	Краска горячая битумная	Битум Пластификатор – соляровое масло	95–80 5–20
3	Мастика холодная битумная	Битум Пластификатор – зеленое масло Наполнитель – асбест IV сорта	50–55 30 –25 20–25
4	Мастика горячая битумная гр. I	Битум Наполнитель – асбест IV сорта Каменная мука Пылевидный известняк	30–55 17–5 – 53–40
5	Мастика горячая битумная гр. II	Битум Пластификатор – соляровое масло Наполнитель – асбест	60–65 10–15 30–20
6	Мастика битумно-резиновая	Битум Наполнитель – резина в порошке	93 7
7	Мастика битумно-резиновая улучшенная	Битум Пластификатор – полидеин Наполнитель – резина в порошке	88 5 7

Состав покрытий, изготовленных на основе эпоксидных смол и применяемых для подводной окраски

№ п/п	Состав покрытия	Весовая часть составляющего элемента
1	Смола ЭД-5, ЭД-6 Пластификатор ДБФ Отвердитель – полиэтиленполиамин	100 20 10
2	Смола ЭД-5, ЭД-6 Отвердитель – полиамид ПО-200	100 100
3	Смола ЭД-40 Пластификатор ДБФ Отвердитель – полиэтиленполиамин	100 20 10
4	Смола ЭД-40 Отвердитель – полиамид ПО-200	100 80
5	Смола ЭД-33 Отвердитель – полиамид ПО-200	100 70

Характеристики и состав этиленовых красок, изготавливаемых на основе этиленового лака и применяемых для подводной окраски

№ п/п	Характеристика	Марка краски							
		ЭКЖС-40	ЭКСС-50	ЭМЛ-54	ЭККЛ-154	ЭККЛ-155	ЭКБТ-202	ЭЭ-85	ЭЭ-75
1	Цвет	КК	О	–	Ч	Ч	Ч	–	–
2	Время полного высыхания при 20°С (на поверхности), ч	10	10	26	0,75	0,25	2	24	24
3	Вязкость исходного лака по вискозиметру ВЗ-4, сек	10	10	–	–	–	18	–	–
4	Гибкость, мм	5	5	–	3	5	1	1	1
5	Твердость по маятнику	0,6	0,65	0,8	–	–	0,77	0,3	0,18
6	Сопротивление удару, кгс·м	30	15	50	–	–	–	10	10
7	Водопоглощение, %	0,5	0,5	–	–	–	–	–	–
8	Стойкость к действию морской воды, сут.	180	180	–	500	500	–	–	–
9	Расход краски, г/м²	110	125	–	–	–	–	–	–

Примечание. КК – красно-коричневая, О – оранжевая, Ч – черная.

Состав этиленовых красок на основе этиленового лака

№ п/п	Наименование	Состав	Процентное содержание
1	ЭКЖС-40	Лак этиленовый Сурик железный сухой	60–65 40–35
2	ЭКСС-50	Лак этиленовый Сурик свинцовый	45–50 55–50
3	ЭМЛ-54	Лак этиленовый Эфир гарпиуса Хлорированные жирные кислоты парафина Скипидар	25 25 25 25
4	ЭККЛ-154	Лак этиленовый Лак каменноугольный	75 25
5	ЭККЛ-155	Лак этиленовый Лак каменноугольный	90 10
6	ЭКБТ-202	Лак этиленовый Лак 411	50 50
7	ЭЭ-85	Лак этиленовый Лак эпоксидный ЭД-6	85 15
8	ЭЭ-75	Лак этиленовый Лак эпоксидный ЭД-6	75 25

Технические характеристики установки для центробежной окраски поверхностей под водой

Наименование показателя	Единица измерения	Блок установки	
		Окрасочная машинка	Подогреватель
Тип двигателя	–	Пневматический роторный	–
Число оборотов двигателя без нагрузки	об/мин	600	–
Число оборотов двигателя с нагрузкой	об/мин	350–475	–
Мощность	л.с./кВт	0,75/–	–/4
Напряжение	В	–	220
Давление воздуха	кг/см^2	5	–
Расход воздуха	м^3/мин	1,5	–
Диаметр рабочего диска	мм	80	–
Емкость	л	–	17 (бачок) 12 (межрубашечное пространство)
Время нагревания краски в водяной бане до 95°С	ч	–	0,7
Габаритные размеры	мм	295×255×220	720×380 (без бачка) 525×380 (с бачком)
Вес (без краски) в воздухе	кг	6	18,5

РУКОВОДСТВО
по деятельности групп подводно-технических работ
РПД ГПТР-2009
Часть II
Подводно-технические работы ВМФ
Практическое пособие

Ответственный за издание к.т.н. *А.В. Краморенко*
Корректор *О.В. Сергеева*
Верстка *В.В. Царьков*
Дизайн обложки *М.Г. Хабибуллов*

ООО «Издательский дом «Вече»

129348, Москва, ул. Красной Сосны, 24.

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.000129.01.08 от 16.01.2008 г.
E-mail: gost.e-ecolog.ru
gost.e-ecolog.ru

Подписано в печать 15.12.2008. Формат 60×90 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура «NewtonC». Печать офсетная. Бумага офсетная.
Печ. л. 14.5. Тираж 1000 экз. Заказ Т-1709.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленного электронного оригинал-макета
в типографии ОАО ПИК «Идел-Пресс».
420066, г. Казань, ул. Декабристов, 2.
E-mail: gost.e-ecolog.ru
gost.e-ecolog.ru