ББК 39.71–022
Т 38
УДК 622.691.47

Авторы: В.И. Бармин, Б.Ф. Белецкий, Р.Д. Габелая, А.А. Сыровайская, Ю.Н. Афанасьев

Предприятие-спонсор ПСМО "Южтрубопроводстрой"

Т 38 **Технологическое** проектирование строительства магистральных трубопроводов: Справочник / В.И. Бармин, Б.Ф. Белецкий, Р.Д. Габелая и др. Под ред. В.И. Бармина. – М.: Недра, 1992. – 288 с.: ил.

ISBN 5-247-02485-0

Систематизированы данные, необходимые для разработки документации по строительству линейной части магистральных трубопроводов в разных природно-климатических условиях. Определены требования к материалам и способам прокладки магистральных трубопроводов. Описаны все этапы строительства: подготовительный период работ, выполняемый внутри и за пределами строительной полосы, инженерно-технологический и завершающий. Даны рекомендации по охране окружающей среды и технике безопасности.

Для специалистов, занятых проектированием и строительством магистральных трубопроводов.

$\frac{\text{Т } 2503010500 - 015}{043\,(01) - 92}$ 351–92

ББК 39.71–022

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Инв. № 574702
БИБЛИОТЕКА УНИ

Бармин Валентин Иванович
Белецкий Борис Федорович
Габелая Резо Дементьевич и др.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Заведующий редакцией *Н.Е. Игнатьева,* редактор издательства *Н.В. Сергеева,* технический редактор *Н.С. Анашкина,* корректор *Г.Л. Петушкова,* операторы *Л.В. Фролова, Н.В. Штанько*

ИБ № 9037

Подписано в печать с репродуцированного оригинал-макета 27.04.91. Формат $60\times90^{1}/_{16}$. Бумага офсетная № 1. Гарнитура "Пресс-роман". Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,0. Усл. кр.-отт. 18,0. Уч. изд. л. 20,44. Тираж 1330 экз. Зак. № 397 /2792–3.
Набор выполнен на наборно-пишущей машине

Издательство "Недра".
125047, Москва, Тверская застава, 3.

Московская типография № 6 Министерства информации и печати РФ.
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

ISBN 5-247-02485-0

©Коллектив авторов, 1992

ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительство магистральных трубопроводов, особенно газонефтепроводов, в нашей стране с каждым годом увеличивается. Уже в настоящее время общая протяженность таких трубопроводов превысила 270–280 тыс. км. Только за одиннадцатую и двенадцатую пятилетки она увеличилась на 100 тыс. км, а грузооборот этих систем вырос в 4 раза. В последние годы досрочно сооружена уникальная в инженерно-техническом отношении шестиниточная система трансконтинентальных газопроводов диаметром 1420 мм Западная Сибирь–Центр–Западные границы общей протяженностью более 20 тыс. км. Досрочный ее ввод в эксплуатацию принес большой эффект нашему народному хозяйству. На перспективу также намечены большие объемы трубопроводного строительства. Чтобы обеспечить запланированный прирост добычи и транспорта нефти и газа потребуется в будущем реализовать самую крупную строительную программу. При этом основные объемы работ перемещаются в арктические зоны Тюменской области и пустынные, безводные районы Прикаспийской низменности и Средней Азии. Почти в два раза увеличатся объемы работ по прокладке промысловых трубопроводов. Справиться с возросшими объемами работ, причем в сложных природно-климатических условиях, можно только при новых подходах к решению этих сложных задач. Потребуются кардинальные изменения в технике, технологии, организации, экономике нефтегазового строительства, в управлении им. Большую помощь в обеспечении возросших темпов трубопроводного строительства может оказать своевременная и качественная подготовка строительно-монтажных работ и, в частности, разработка качественной технологической документации.

В настоящее время имеется много источников, опубликованных в разное время различными издательствами, в которых рассмотрены вопросы организации строительства и производства работ при сооружении линейной части магистральных трубопроводов. Однако на практике при разработке проектов производства работ (ППР) подчас трудно воспользоваться этими разобщенными источниками, часть из которых к тому же устарела. Учитывая это, в данной работе коллективом авторов предпринята попытка обобщить в одной книге необходимые сведения и данные по технологии, организации, механизации и материалам строительства линейной части магистральных трубопроводов в различных природно-климатических районах. В книге, наряду с кратким изложением технологических вопросов по отдельным видам работ, приведены подробные справочные и нормативные табличные данные.

В основу книги авторами положен передовой опыт, накопленный ведущими организациями отрасли в области технологии и организации работ, а также технологического проектирования при прокладке магистральных газо- и нефтепроводов. Систематическое изложение вопросов технологического проектирования строительства линейной части магистральных трубопроводов с включением нужных справочных данных составляет главную цель данной книги.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Состав и содержание технологической документации по производству работ при строительстве магистральных трубопроводов

Документация по производству работ включает проекты производства работ, разрабатываемые на основе рабочей документации, технологические карты, инструкции. Начинать и производить строительно-монтажные работы без утвержденного проекта производства работ (ППР) запрещается. Не допускается отступления от решений ППР без согласования с организацией, разработавшей и утвердившей его. В зависимости от сроков строительства объекта и объемов работ по решению строительной организации ППР может разрабатываться на строительство сооружения в целом, на возведение его отдельных частей, на выполнение отдельных технически сложных строительных, монтажных и специальных строительных работ, а также работ подготовительного периода и передан на строительную площадку за 2 мес. до начала возведения тех частей сооружения или начала выполнения тех работ, на которые ППР составлен. Утверждает ППР главный инженер генподрядной строительной организации, а в части монтажных и специальных работ – главные инженеры соответствующих субподрядных организаций по согласованию с генеральной подрядной организацией. Исходными материалами для разработки проекта производства работ служат:

задание на разработку, выдаваемое строительной организацией, как заказчиком ППР, с обоснованием необходимости разработки его на здание (сооружение) в целом, его часть или вид работ и указанием сроков разработки;

проект организации строительства (ПОС);

необходимая рабочая документация;

условия поставки конструкций, готовых изделий, материалов и оборудования, использования строительных машин и транспортных средств, обеспечения рабочими кадрами строителей по основным профессиям, применения бригадного подряда на выполнение работ, производственно-технологической комплектации и перевозки строительных грузов, а в необходимых случаях также условия организации строительства и выполнения работ вахтовым методом.

Согласно СНиП 3.01.01-85 в состав проекта производства работ на возведение здания, сооружения или его части (узла) включаются:

1) календарный план производства работ по объекту или комплексный сетевой график, в которых устанавливаются последовательность и сроки выполнения работ с максимально возможным их совмещением, а также нормативное время работы строительных машин, определяется потребность в трудовых ресурсах и средствах механизации, выделяются этапы и комплексы работ, поручаемые бригадам (в том числе работающим по методу бригадного подряда) и определяется их количественный, профессиональный и квалификационный состав; формы могут уточняться в соответствии со спецификой отраслей промышленности и видов строительства, а также требованиями к унификации проектной документации для различных целей, в том числе для применения в автоматизированных системах управления строительством;

2) строительный генеральный план с указанием границ строительной площадки и видов ее ограждений, действующих и временных подземных, наземных и воздушных сетей и коммуникаций, постоянных и временных дорог, схем движения средств транспорта и механизмов, мест установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия, размещения постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, опасных зон, путей и средств подъема работающих на рабочие ярусы (этажи), а также проходов в здании и сооружения, размещения источников и средств энергообеспечения и освещения строительной площадки с указанием расположения заземляющих контуров, мест расположения устройств для удаления строительного мусора, площадок укрупнительной сборки конструкций, расположения помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей, питьевых установок и мест отдыха, а также зон выполнения работ повышенной опасности; на просадочных грунтах водоразборные пункты, временные сооружения и механизированные установки с применением мокрых процессов должны размещаться на строительной площадке с низовой по рельефу местности стороны от зданий и сооружений, а площадки вокруг них должны быть спланированы с организованным быстрым отводом воды;

3) графики поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования с данными о поступлении этих ресурсов по каждой подрядной бригаде и с приложением комплектовочных ведомостей (при наличии службы производственно-технологической комплектации – унифицированной документации по технологической комплектации), а в случаях строительства комплектно-блочным методом – графики комплектной поставки блоков;

4) графики движения рабочих кадров по объекту и основных строительных машин по объекту; графики движения основных строительных машин следует разрабатывать с учетом своевременного выполнения каждой бригадой поручаемого ей комплекса работ; потребность в основных строительных машинах на земляных работах следует определять исходя из условия выполнения их преимущественно комплексными механизированными подрядными бригадами;

5) технологические карты (схемы) (с использованием соответствующей типовой документации) на выполнение отдельных видов работ, с включением схемы операционного контроля качества, описанием методов производства работ, указанием тредозатрат и потребности в материалах, машинах, оснастке, приспособлениях и средствах защиты работающих, а также последовательности демонтажных работ при реконструкции предприятий, зданий и сооружений;

6) решения по производству геодезических работ, включающие схемы размещения знаков для выполнения геодезических построений и измерений, а также указания о необходимой точности и технических средствах геодезического контроля выполнения строительно-монтажных работ;

7) решения по технике безопасности в составе, определенном СНиП III-4-80;

8) мероприятия по выполнению работ методом сквозного поточного бригадного подряда, составленные на основе данных, имеющихся в рабочих чертежах, согласованные с субподрядными организациями и включающие графики работы хозрасчетных бригад генеральных подрядных и субподрядных организаций, составы технологических комплектов технических средств оснащения бригад;

9) мероприятия по выполнению, в случае необходимости работ вахтовым методом, включающие графики работы, режимы труда и отдыха и составы технологических комплектов оснащения бригад;

10) решения по прокладке временных сетей водо-, тепло- и энергоснабжения и освещения (в том числе аварийного) строительной площадки и рабочих мест с разработкой, при необходимости, рабочих чертежей подводки сетей от источников питания;

11) перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки, а также схемы строповки грузов;

12) пояснительная записка, содержащая обоснование решений по производству работ, в том числе выполняемых в зимнее время; потребность в энергетических ресурсах и решения по ее покрытию; перечень мобильных (инвентарных) зданий и сооружений и устройств с расчетом потребности и обоснованием условий привязки их к участкам строительной площадки; мероприятия, направленные на обеспечение сохранности и исключение хищения материалов, изделий, конструкций и оборудования на строительной площадке, в зданиях и сооружениях; мероприятия по защите действующих зданий и сооружений от повреждений, а также природоохранные мероприятия; технико-экономические показатели, включая объемы и продолжительность выполнения строительно-монтажных работ, а также их себестоимость в сопоставлении со сметной, уровень механизации и затраты труда на 1 м^3 объема, 1 м^2 площади здания, на единицу физических объемов работ или иной показатель, принятый для определения производительности труда

Проект производства работ на выполнение отдельных видов работ (монтажных, санитарно-технических, отделочных, геодезических и т.п.) должен состоять из календарного плана производства работ по виду работ, в котором выделяются этапы работ, поручаемые бригадам, в том числе работающих по методу бригадного подряда, и определяется их количественный и профессионально-квалификационный состав; строительного генерального плана; технологической карты производства работ с приложением схемы операционного контроля качества, данных о потребности в основных материалах, конструкциях и изделиях, а также используемых машинах, приспособлениях и оснастке и краткой пояснительной записки с необходимыми обоснованиями и технико-экономическими показателями.

Проект производства работ на подготовительный период строительства должен содержать:

1) календарный план производства работ по объекту (виду работ);

2) строительный генеральный план с указанием на нем мест расположения временных, в том числе мобильных (инвентарных) зданий, сооружений и устройств, внеплощадочных и внутриплощадочных сетей с подводкой их к местам подключения и потребления, а также постоянных объектов, возводимых в подготовительный период для нужд строительства, с выделением работ, выполняемых по ним в подготовительный период;

3) технологические карты;

4) графики движения рабочих кадров и основных строительных машин;

5) график поступления на строительство необходимых на этот период строительных конструкций, изделий, основных материалов и оборудования;

6) схемы размещения знаков для выполнения геодезических построений, измерений, а также указания о необходимой точности и технических средствах геодезического контроля;

7) пояснительную записку в объеме, предусмотренном подпунктом настоящего приложения.

Основные положения по производству строительных и монтажных работ в составе рабочей документации типовых проектов предприятий, зданий и сооружений должны разрабатываться проектной организацией с обоснованием принятых методов организации и технологии выполнения основных видов работ с указаниями по производству работ в зимних условиях, с требованиями по технике безопасности, перечнем рекомендуемой монтажной оснастки, инвентаря и приспособлений. К указанным положениям должны прилагаться график производства работ с указанием физических объемов работ и затрат труда на их выполнение, схема строительного генерального плана на возведение надземной части зданий (сооружения) и краткая пояснительная записка.

Документация по организации работ, разрабатываемая при подготовке строительной организации к строительству объектов, должна включать:

календарный план (сводный) строительства объектов годовой (двухлетней) производственной программы строительной организации с установлением последовательности и сроков поточного выполнения работ, их взаимной увязки во времени с целью достижения полной загрузки и ритмичной работы производственных подразделений строительной организации в плановом периоде;

ведомость (сводная) поставки технологических комплектов строительных материалов, деталей, конструкций и инженерного оборудования.

ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

Магистральные трубопроводы – один из наиболее материалоемких сооружений. Для их строительства используются стальные трубы, запорная и регулирующая трубопроводная арматура, изоляционные грунтовки, мастики, ленты и обертки, протекторы и анодные заземлители, чугунные и железобетонные утяжеляющие грузы, анкеры, лес, канаты, горюче-смазочные материалы.

Сварочные материалы

Электроды для ручной дуговой сварки

При изготовлении сварных трубных конструкций применяют следующие сварочные материалы: электроды для ручной дуговой сварки, проволока, защитные газы и флюсы. В СССР в соответствии с ГОСТ 9466–75 выпускают электроды, покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей. В этом стандарте учтены рекомендации СЭВ по стандартизации РС 52–70 и международного стандарта ISO 2560–73. В соответствии с ГОСТ 9466–75 электроды классифицируют по следующим основным признакам: по назначению – для сварки различных марок стали; по виду покрытия – основное (Б), рутилоосновное (РБ), рутиловое (Р), целлюлозное (Ц), по толщине покрытия – тонкое (М), среднее (С), толстое (Д) и особо толстое; по механическим свойствам металла шва, по точности изготовления и химическому составу металла шва (1, 2 и 3-й группы). По допустимым пространственным положениям сварки электроды по ГОСТ 9466–75 обозначают цифрами: 1 – для всех положений; 2 – для всех положений, кроме вертикального сверху вниз. Все эти признаки тесно взаимосвязаны. Группы тех или иных признаков положены в основу классификации электродов в национальных стандартах различных стран.

По техническим условиям электроды делят на марки. В пределах каждого типа электродов может выпускаться несколько марок. Основные марки электродов отечественного производства, рекомендуемых для сварки стальных трубных конструкций, представлены в табл. 2.1.

Обозначения типов электродов состоят из индекса Э (электроды для дуговой сварки) и следующих за ним цифр и букв: для классов электродов У (например, электроды Э42, Э46, Э50, Э55, Э60) и Л (например, электроды Э70 и Э85) – цифры, следующие за буквой Э, соответствуют минимальному значению временного сопротивления разрыва, если за этими цифрами следует буква А, то это значит, что электроды имеют повышенное гарантированное относительное удлинение и ударную вязкость; для классов Т и В – первые две цифры указывают среднее содержание углерода в наплавленном металле в сотых долях процента. Химические элементы, содержащиеся в наплавленном металле, обозначены следующими буквами: А – азот, Б – ниобий; В – вольфрам; Г – марганец; М – молибден; Н – никель; Т – титан; Ф – ванадий; Х – хром. Цифры, следующие за буквенным обозначением химических элементов, указывают среднее содержание элемента в процессах.

Таблица 2.1. **Рекомендуемые марки электродов отечественного производства для сварки стальных труб**

Нормативное (по ТУ) временное сопротивление разрыву металла труб, 10^{-2} МПа	Назначение электрода	Тип электрода – вид электродного покрытия (по ГОСТ 9466–75)
⩽ 5,5	Для сварки первого (корневого) слоя шва неповоротных стыков труб	Э42-Ц
⩽ 6		Э42-Ц
⩽ 5,5	Для сварки "горячего" прохода неповоротных стыков труб	Э42-Ц, Э50-Ц
⩽ 6		Э42-Ц, Э50-Ц, Э60-Ц*
⩽ 5	Для сварки и ремонта сваркой корневого слоя шва поворотных и неповоротных стыков труб	Э42А-Б, Э46А-Б,
⩽ 6		Э50А-Б, Э60-Б*
⩽ 5	Для подварки изнутри труб	Э42А-Б, Э46А-Б
⩽ 6		Э50А-Б
⩽ 5	Для сварки и ремонта заполняющих и облицовочных слоев шва (после "горячего" прохода электродами Ц или после корневого слоя шва, выполненного электродами Б	Э42А-Б, Э46А-Б
> 5		Э50-Б, Э55А-Ц
⩽ 5,5		
> 5,5		
⩽ 6		Э60-Б, Э60-Ц, Э70-Б*

* Предназначены для сварки термоупрочненных труб.

Для класса электродов Т при среднем содержании основного химического элемента в наплавленном металле менее 0,8 % число за буквенным обозначением химического элемента не ставится. Для класса электродов В при среднем содержании элементов менее 1,5 % цифры не проставляются; при среднем содержании в наплавленном металле кремния до 0,8 % и марганца до 1,6 % буквы С и Г не проставляются. ГОСТ 9467–75 и ГОСТ 10052–75 предусматривают и другие типы электродов.

Сварочно-технологические свойства электродов с различными видами покрытий следующие.

Электроды с основным (фтористо-кальциевым) покрытием применяют для сварки постоянным током обратной полярности корневого и заполняющих слоев. Способ сварки – снизу вверх. Скорость сварки 6–10 м/ч. Повышенная чувствительность к изменению сварочного режима, а также к следам ржавчины и влаги на кромках. Образуют наплавленный металл с небольшим содержанием вредных примесей (например, содержание серы не превышает 0,01–0,025 %). Швы обладают высокой ударной вязкостью и малой склонностью к образованию трещин. При увлажнении покрытия в металле шва образуются поры. При сварке в разделку шлак плохо отделяется. Устойчивость горения дуги – удовлетворительная; разбрызгивание – незначительное; провар – средний. Толщина покрытия 1,1–1,2 мм на сторону. Коэффициент наплавки 9 г/(А · ч).

Электроды с целлюлозным покрытием применяют для сварки постоянным током прямой и обратой полярности (за исключением электродов Foxcel – 85 и 90). В процессе сварки за счет разложения целлюлозы создается интенсивная газовая защита. Значения ударной вязкости металла шва ниже, чем при сварке электродами с основным покрытием. При сварке дают мало шлака, что облегчает технику сварки этими электродами в различных пространственных положениях, а также в узкой и глубокой разделках. Устойчивость горения дуги удовлетворительная; разбрызгивание – повышенное; провар – глубокий с образованием плавного обратного валика. Толщина покрытия 0,8–0,9 мм на сторону. Электроды гигроскопичны. Коэффициент наплавки 10,5 г/(А · ч).

Обеспечение необходимого качества сварных соединений при использовании целлюлозных электродов гарантируется выполнением так называемого горячего прохода. Для этой цели предназначены те же электроды, что и для корневого шва, обладающие высокой проплавляющей способностью. При этом корневой шов переплавляется на 30–40 %, а содержание диффузионного водорода в переплавленном металле остается, как и при сварке традиционными электродами УОНИ-13/55. Электроды ОЗС-24 (тип 355) предназначены для сварки постоянным током во всех пространственных положениях особо ответственных конструкций из хладостойких низколегированных перлитных сталей 06Г2НАБ, 10ХГНМЛЮ, 12Г2АФЮ и др., когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости при отрицательных температурах. В частности, они рекомендованы для сварки стыков трубопроводов, транспортирующих охлажденный (до –70 °С) природный газ. При сварке в различных пространственных положениях электроды обеспечивают получение металла шва по стабильно высоким механическим свойствам, низким содержанием газов и неметаллических включений. Электроды с рутиловым и рутилоосновным покрытием обладают высокими сварочно-технологическими свойствами: шов имеет благоприятную форму с плавным переходом к основному металлу, потери на разбрызгивание невелики, отделимость шлака лучше, чем у электродов с основным покрытием. Однако в сваренном шве содержание газов и неметаллических включений повышено, наблюдается склонность к порообразованию, вследствие чего вязкопластические свойства такого металла сравнительно невысоки. Стойкость к образованию горячих трещин ниже, чем у металла шва, сваренного основными электродами. Горение дуги стабильно как на постоянном, так и на переменном токе. Коэффициент наплавки 8 г/(А · ч). Применяют их для сварки неответственных трубопроводных конструкций (водоводы и т.п.). Устойчивость горения дуги – высокая, разбрызгивание умеренное. Наиболее эффективны эти электроды для сварки трубных конструкций с наружным диаметром до 529 мм. Электроды предназначены, как правило, для сварки снизу вверх со скоростью сварки 8–9 м/ч.

Ориентировочные режимы сварки в зависимости от вида покрытия электрода, его диаметра и области применения приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2. **Характеристика некоторых марок электродов для сварки стальных трубных конструкций и рекомендуемые режимы сварки**

Тип и марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток[1], А	Производительность сварки, кг/ч	Расход электродов на 1 кг наплавленного металла, кг
Э42, УОНИ-13/45	2	30–50	0,3	1,5
	2,5	60–80	0,6	1,5
	3	80–100	0,8	1,5
	4	100–160	1,1	1,5
	5	140–200	1,4	1,5
Э50А, УОНИ-13/55	2	40–70	0,5	1,5
	2,5	50–80	0,6	1,5
	3	60–100	0,7	1,5
	4	110–160	1,2	1,5
	5	140–200	1,5	1,5
Э50А, LB-52У	2,5	60–90	0,7	1,4
	3,25	90–100	0,9	1,4
Э60, LB-62Д	4	135–185	1,4	1,6
Э50А, Garant	2	50–60	0,5	1,4
	2,5	70–80	0,7	1,4
	3,25	60–100	0,8	1,4
	4	110–160	1,3	1,4
Э50А, SAFERMF	5	150–200	1,6	1,4
48Т	2	55–65	0,5	1,5
	2,5	70–80	0,7	1,6
	3,15	90–110	0,9	1,6
	4	140–170	1,4	1,6
Э50А, FOXEV 50	5	180–200	1,7	1,6
	2	60–80	0,6	1,4
	2,5	90–110	0,9	1,4
	3,25	120–140	1,2	1,4
Э350А, ТМУ–21У	4	140–180	1,5	1,4
	3	80–110	0,9	1,5
	4	130–170	1,4	1,5
	5	170–200	1,8	1,5
Э50А, ЦУ–5	2,5	75–90	0,9	1,6
Э55, Garant K	4	110–190	1,5	1,4
Э60, Garant KS	5	190–240	2,1	1,4
Электроды с рутилоосновным и рутиловым покрытием				
Э46, АНО–4	3	100–140	1	1,6
Э46, АНО–4	4	170–200	1,6	1,6
	5	190–270	1,9	1,6
Э46, ОЗС–4	3	90–100	0,8	1,6
	4	160–180	1,4	1,6
	5	200–250	2	1,6
	6	250–300	3,4	1,6
Э46, МР–3	3	90–120	0,8	1,7
	4	160–180	1,2	1,7

Продолжение табл. 2.2

Тип и марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток[1], А	Производительность сварки, кг/ч	Расход электродов на 1 кг наплавленного металла, кг
Э46, МР-3	5	170–230	1,5	1,7
	6	280–320	2,2	1,7
Электроды с целлюлозным покрытием				
Э42, ВСЦ-4	3; 3,25	90–160	0,9	1,5
Э50, ВСЦ-4А	4	120–170	1,4	1,5
Э42, Fleetweld	3,25	80–130	1	1,5
	4	110–180	1,4	1,5
Э60, SH	4	150–180	1,5	1,5
Schwarz 3K	5	200–250	2	1,5
Э60, ВСФ-65У	3	100–120	1	1,4
	4	150–180	1,6	1,4
Э70, ВСФ-75У	4	150–190	1,5	1,4
Э80, ВСФ-85	3	90–130	1	1,4
	4	160–200	1,7	1,4
Э42, Foxcel	4	110–180	1,4	1,4
Э50, Shield ArC 85P	4	120–180	1,5	1,5
Э50, Foxcel	3,25	80–130	1	1,4
	4	120–180	1,4	1,4
Э60, ВСЦ-60	5	160–210	1,9	1,5
	6	240–260	2,5	1,5

[1] В таблице приведены средние значения тока, так как сила тока зависит от пространственного положения сварки и порядкового номера накладываемого слоя.

Сварочные проволоки

Проволоки для автоматической сварки под слоем флюса. При сварке стальных трубных конструкций используют стальную холоднотянутую сварочную проволоку по ГОСТ 2246–70, которая подразделяется на низкоуглеродистую, легированную и высоколегированную. Наиболее широко применяют проволоки следующих марок: Св-08; Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-08МХ, Св-08ХМ и Св-08ХМФА.

По назначению проволока делится на сварочную (или для наплавки) и для изготовления электродов. По виду поверхности низкоуглеродистая и легированная проволока подразделяется на неомедненную и омедненную. В маркировке проволоки указывают диаметр и марку проволоки, назначение и вид поверхности. Буква А в конце условного обозначения проволоки означает повышенную чистоту металла по содержанию серы и фосфора. Сдвоенная буква А (например, Св-08АА) указывает на пониженное содержание серы и фосфора по сравнению

с проволокой, маркируемой только одной буквой А. Условное обозначение проволоки состоит из индекса Св и следующих за ним через тире цифр и букв. Цифры, следующие за индексом Св, указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, буквы означают наименование химических элементов, содержащихся в проволоке: Ф – ванадий, Г – марганец, М – молибден, Х – хром. Цифры, следующие за буквами, указывают среднее содержание элемента в процентах. После буквенного обозначения элементов, содержащихся в небольших количествах (менее 1 %), цифры не проставляют. Например, проволока сварочная диаметром 3 мм марки Св-08А, предназначенная для сварки с неомедненной поверхностью, обозначается: проволока 3 Св-08А ГОСТ 2246–70. В трубопроводном строительстве для сварки под флюсом используют проволоку диаметром 2, 3 и 4 мм, как омедненную с содержанием меди не выше 0,1 %, так и неомедненную. Следует отметить, что омеднение, хотя и не защищает проволоку от атмосферной коррозии, повышает стабильность процесса сварки, уменьшает износ токоподводящих наконечников и при правильной упаковке позволяет избежать операции зачистки.

Проволоки для сварки в среде защитных газов. Проволоки поставляют, как и для сварки под флюсом, в соответствии с ГОСТ 2246–70. При сварке в защитных газах проволока практически единственный инструмент регулирования химического состава металла шва в достаточно широких пределах, его свойств, а также технологических характеристик процесса сварки, таких, как стабильность горения дуги, разбрызгивание в процессе сварки и др. Это достигается при помощи входящих в состав проволоки элементов-раскислителей. Для удобства сопоставления проволок с различным набором раскислителей Международным институтом сварки (МИС) предложена классификация электродных проволок, применяемых для сварки в защитных газах низкоуглеродистых сталей. Для сварки стыков магистральных трубопроводов могут применяться отечественные проволоки марок: Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-08Х12С, Св-10ХГ2СМА и Св-08ХГ2СМ.

Порошковые проволоки. Они состоят из металлической оболочки с порошкообразным заполнителем, представляющим собой смесь газообразующих и легирующих элементов в виде металлических порошков и ферросплавов. Отношение массы сердечника к массе проволоки называют коэффициентом заполнения и оно составляет обычно 15–40 %. Для сварки в углекислом газе применяют порошковые проволоки простых трубчатых сечений; для сварки без дополнительной защиты – проволоки с оболочкой более сложной конструкции, которые надежно защищают сварочную ванну от окружающей среды. По способу защиты порошковые проволоки делят на самозащитные и применяемые с дополнительной защитой зоны сварки газом или флюсом. По составу сердечника порошковые проволоки делят в зависимости от основных составляющих шихты сердечника на пять типов: рутилорганические, флюоритные, рутиловые, рутилфлюоритные и карбонатно-флюоритные. Последние два типа проволок применяют при сварке в углекислом газе. По назначению порошковые проволоки различают в зависимости от рекомендуемой области их применения. Для сварки труб из низкоуглеродистых сталей применяют обычно проволоки рутилорганическо-

го типа. Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей применяют проволоки карбонатно-флюоритного типа. Для сварки кольцевых стыков трубопроводов с принудительным формированием применяют порошковые проволоки ПП-АН-19, ПП-АН-240.

Сварочные электроды, флюсы, порошковую проволоку непосредственно перед применением необходимо сушить, прокаливать согласно режимам, приведенным в табл. 2.3.

Диаметр порошковой проволоки и допустимые предельные отклонения должны соответствовать указанным в табл. 2.4 значениям.

Таблица 2.3. **Режимы прокалки сварочных материалов**

Тип и марка сварочных материалов	Температура прокалки, °С	Время выдержки, ч
Электроды:		
Э42, Э50	60–100	1
Э42А	250	1
Э50А	300	1
Э60, Э70	350	1
Флюсы:		
АН-348А	200–300	1,5
АН-47	300–350	1,5
АН-ВС	300–350	1,5
ФЦ-16	400–500	3–3,5
Порошковая проволока:		
ПП-АН19	230–250	2–3
ПП-АН24	200–230	1,5–2
ПП-АН30С	200–230	1,5–2

Таблица 2.4. **Диаметры порошковых проволок и допустимые отклонения**

Номинальный диаметр, мм	Предельное отклонение, мм	Номинальный диаметр, мм	Предельное отклонение, мм
1,2	±0,05	2,4	±0,1
1,4		2,6	
1,6		2,8	
1,8	±0,08	3	±0,12
2		3,2	
2,2		3,6	
		4 и более	±0,15

Флюсы

Флюсы для электродуговой сварки сталей представляют собой шлаковые системы, обеспечивающие при сварке изоляцию сварочной ванны от атмосферной среды, стабилизацию дугового разряда, регулирование химического и газового составов металла шва, формирование поверхности шва. Флюсы классифицируют по назначению, химическому составу, способу изготовления, по строению и размерам частиц. Флюсы бывают общего и специального назначения. Флюсы общего назначения применяют при механизированной дуговой сварке углеродистых и низколегированных сталей. Специальные флюсы применяют для специализированных методов сварки, например, для электрошлаковой сварки, а также для сварки специальных сталей. По способу изготовления различают флюсы плавленные и неплавленные, к последним относятся керамические (агломерированные) флюсы. В СССР распространены плавленные флюсы, за рубежом находят применение также керамические (агломерированные) флюсы. Плавленные флюсы получают в электрических или пламенных печах путем сплавления компонентов и последующей грануляции мокрым или сухим способом. Керамические флюсы изготовляют из смесей измельченных компонентов, с добавлением связующего состава, чаще всего жидкого стекла.

По химическому составу флюсы можно разделить на три группы: оксидные, солевые и солеоксидные. Для сварки трубопроводов применяют оксидные флюсы, состоящие из оксидов металла и содержащие до 10 % фтористых соединений. По химическому составу шлакообразующей части в зависимости от соотношения входящих в их состав кислых и основных оксидов флюсы делят на кислые, нейтральные и основные.

Выпускают флюсы в соответствии с ГОСТ 9087–81, который регламентирует химический состав, однородность, гранулометрический состав, влажность и среднюю плотность.

Для сварки стальных трубных конструкций и особенно при строительстве трубопроводов наиболее широко применяют следующие марки плавленных флюсов:

для механизированной сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей – АН-348А, АН-348АМ, АН-348В, АН-47, ОСЦ-45, РСЦ-45М, АН-60 и ФЦ-9;

для дуговой автоматической сварки легированных сталей – АН-20С, АН-20СМ, АН-20П, АН-22;

для автоматической и полуавтоматической сварки коррозионностойких и жаропрочных сталей – АН-26С, АН-26СП и АН-26П;

для сварки высоколегированных сталей и сплавов – АНФ-1П, АНФ-5, АНФ-7, АНФ-23, АНФ-17, АН-29 и АН-292.

Индексы в наименовании марки флюса имеют следующие значения: М – мелкий, С – стекловидный, П – пемзовидный.

Характеристики и область применения некоторых флюсов в сочетании с различными проволоками приведены в табл. 2.5 и 2.6.

Изолирующее действие флюса в значительной мере определяется строением и размером его частиц. Лучше всего изолируют сварочную ванну от окружающей среды флюсы мелкой грануляции с частицами высокой плотности или же с плотной укладкой частиц смеси. Защита сварочной ванны от окружающей среды зависит также от высоты слоя флюса над поверхностью основного металла. Эта высота определяется главным образом мощностью дуги, применяемой для сварки:

Сварочный ток, А	200–400	400–800	800–1200
Высота слоя флюса, мм	25–35	35–45	45–60

Таблица 2.5. **Необходимые качества флюсов**

Марка флюса	Цвет зерен	Размеры зерен, мм	Масса 1 дм^3, кг
АН-348, АН-348А	Желтый и коричневый всех оттенков	0,35–3	1,3–1,8
АН-47	Черный	0,25–2,5	1,4–1,8
АН-ВС	Сочетание равномерно распределенных черно-белых частиц	0,25–2,5	0,9–1,5
АНЦ-1	Темно-коричневый всех оттенков	0,25–1,6	1,3–1,8
ФЦ-16	Светло-серый	0,25–3	0,8–1,1

Таблица 2.6. **Сочетаемость некоторых проволок и флюсов**

Марка флюса	Марка проволоки	Марка свариваемой стали
АН-348А	Св-08	Малоуглеродистые и низколегированные стали с $\sigma_в$ не выше 490 МПа
АН-348В АН-348А АН-348АМ АН-47	Св-08ГА	Низколегированные стали типов 0972, 17Г1С, 17ГС с $\sigma_в$ не выше 530 МПа
АН-348В АН-348А АН-348АМ	Св-08ГА	Малоуглеродистые и низколегированные стали типа 17Г2СФ, 14Г2САФ, 15Г2САФ с $\sigma_в$ = 490 ÷ 539 МПа
АН-22 АН-47	Св-08ХМ Св-08МХ	Низколегированные стали типа 17Г2СФ, 14Г2САФ, 15Г2СФА, термоупрочненные трубы с $\sigma_в$ = 539÷588 МПа
АН-47	Св-08ХМ Св-08МХ	Низколегированные стали типа 17Г2СФ, 14Г2САФ, 15Г2САФ, термоупрочненные трубы с $\sigma_в$ = 588 МПа и выше

Примечание. $\sigma_в$ – **нормативное значение временного сопротивления разрыву.**

Стабилизирующее действие флюса зависит от наличия в его составе соединений щелочных и щелочно-земельных материалов, например CaO, Na_2O, K_2O, которые повышают устойчивость горения дуги под слоем флюса. Фтористые соединения, входящие в состав флюса, например CaF_2, напротив, снижают стабильность процесса.

Защитные газы

В качестве защитной среды при сварке используют инертные и активные газы, а также их смеси. Из инертных газов наибольшее распространение при сварке получили аргон и гелий. Аргон (ГОСТ 10157–79) – бесцветный неядовитый газ. При сварке сталей неплавящимися электродами аргон обеспечивает хорошую защиту и благоприятные условия для формирования шва. Для сварки сталей плавящимся электродом аргон обычно смешивают с кислородом и углекислым газом. Температура насыщения аргона – 50 °С.

Гелий – бесцветный неядовитый газ, легче воздуха и аргона. Его расход при сварке очень высок. Напряжение дуги в гелии в 1,5–2 раза выше, чем в аргоне; при одном и том же токе при сварке в среде гелия выделяется больше тепла, чем при сварке в аргоне; проплавляющая способность дуги в гелии также выше, чем в аргоне. Гелий используют, как правило, для сварки неплавящимся электродом цветных, активных и тугоплавких металлов.

Кислород технический (ГОСТ 5583–78). Температура насыщения минус 43 °С. Бесцветный газ без запаха и вкуса.

Диоксид углерода (ГОСТ 8050–85) для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Газ бесцветный, хорошо растворяющийся в воде. Сварочный диоксид углерода содержит также 0,1 % минерального масла. При сварке используют только сварочный или пищевой с дополнительной осушкой углекислый газ. Температура насыщения –34 °С.

Для сварки используют и различные смеси газов: смесь углекислого газа с кислородом – 60–80 % CO_2 и 40–20 % O_2, смесь аргона с кислородом – 1 или 5 % O_2, смесь аргона с углекислым газом и кислородом – 75–80 % Ar и 25–20 % CO_2 или 75 % Ar, 20 % CO_2 и 5 % O_2. Готовые смеси в нашей стране не выпускают.

Транспортирование, хранение и подготовка сварочных материалов

Сварочные материалы поступают к месту сварки от различных поставщиков в различной упаковке, и состояние упаковки после транспортирования также отличается в каждом отдельном случае.

Электроды должны поставляться в герметичной неповрежденной упаковке. На монтажной площадке не допускается хранение электродов в раскрытых пачках более 4 ч. Без предварительной сушки или прокалки электроды можно применять сразу после вскрытия герметичной упаковки при положительной температуре окружающего воздуха. Если упаковка была повреждена, а также если сварку выполняют при отрицательной температуре (независимо от условий хранения, транспортирования и состояния упаковки), электроды перед сваркой необходимо прокалить.

Срок хранения сварочных материалов следующий: электродов с основным видом покрытия – 2 сут, порошковой проволоки – 2 сут, электродов с целлюлозным видом покрытия – 5 сут, флюсов – 15 сут.

574702
Ин
БИБЛИОТЕКА

Сварочная проволока поставляется в бухтах, при этом упаковка бухт часто бывает повреждена. В связи с этим проволока ржавеет. Кроме того, поверхность проволоки часто покрыта слоем смазочного материала, на ней может быть грязь и другие вещества, попадание которых в сварочную ванну нежелательно. Во избежание этого проволоку перед употреблением подвергают зачистке на специальном оборудовании. Машина МОК-52 предназначена для очистки и намотки сварочной проволоки диаметром от 1,2 до 5 мм. Машина может работать в условиях Севера при температуре до −40 °С. На ней можно наматывать и очищать обычную сварочную проволоку. В машине МОН-52 осуществляется порядная намотка проволоки в кассеты.

Флюсы поставляют партиями. Флюс упаковывают в пятислойные бумажные мешки, не больше 25 кг в каждый. Каждая партия должна иметь сопроводительный документ, удостоверяющий соответствие поставляемой партии флюса техническим условиям на его изготовление. При перевозке малыми партиями в сборных вагонах или автотранспортом флюс должен быть упакован в деревянную или металлическую тару. Перед употреблением флюсы АН-348А и АН-47 прокаливают. Сушат флюс в печах типа СНО. Аргон транспортируют и хранят в стальных баллонах в газообразном состоянии при давлении 15 МПа или в жидком переохлажденном состоянии – при температуре не выше −186 °С и давлении 0,1−1 МПа. Гелий транспортируют и хранят в баллонах в газообразном состоянии при давлении 15 МПа в сжиженном – при давлении не более 0,2 МПа. При сварке в CO_2 следует учитывать, что непрерывная подача газа из баллона сопровождается резким снижением температуры и давления.

Расход электродов, кислорода и ацетилена

Данные о расходе электродов при ручной сварке, а также кислорода и ацетилена при ручной резке труб приведены в табл. 2.7–2.12.

Таблица 2.7. **Расход электродов при ручной дуговой сварке стыковых соединений труб диаметром 1420 мм с ломаным скосом кромок под совмещенными углами на сварочной базе и трассе**

Материалы	Толщина стенки трубы, мм				
	15,7	17	18,7	21,6	26
Электроды, кг	13,4	14,9	16,9	22,5	29,3
В том числе:					
на сварку первого (корневого) шва	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
на подварку корня шва	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Таблица 2.8. **Расход электродов (в кг) при ручной дуговой сварке стыковых соединений труб с V-образным скосом кромок на сварочной базе и трассе**

Нормы на 1 стык

Показатели	Толщина стенки трубы, мм	Диаметр трубопровода, мм											
		219	273	325	377	426	530	630	720	820	1020	1220	1420
Сварка первого (корневого) слоя, последующих и облицовочного слоев шва	6	0,42	0,53	0,63	0,73	0,83	1,02	1,22	1,4	–	–	–	–
	8	0,71	0,88	1,02	1,22	1,38	1,72	2,05	2,34	2,67	3,3	–	–
	10	1,07	1,33	1,59	1,84	2,08	2,59	3,09	3,53	4,02	5	5,96	–
	12	1,38	1,72	2,05	2,38	2,69	3,35	3,99	4,56	5,19	6,46	7,73	–
	14	1,75	2,19	2,62	3,03	3,43	4,26	5,07	5,8	6,61	8,22	9,84	11,45
	16	2,19	2,73	3,26	3,78	4,27	5,32	6,33	7,23	8,24	10,26	12,27	14,28
	18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12,44	14,89	17,33
	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14,92	17,66	20,56
В том числе:													
сварка первого (корневого) слоя шва при высоте слоя 4 мм	–	0,15	0,2	0,23	0,27	0,31	0,39	0,46	0,53	0,6	0,75	0,9	1,08
6 мм (с учетом горячего прохода)	–	0,3	0,37	0,45	0,52	0,59	0,74	0,88	1,01	1,16	1,44	1,72	2,02
Подварка корня шва (по всему периметру)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,47	0,61	0,73	0,85

Таблица 2.9. **Расход материалов (в кг) при комбинированной сварке стыковых соединений труб с V-образным скосом кромок на сварочной базе**

Показатели	Толщина стенки трубы, мм	Диаметр трубопровода, мм											
		219	273	325	377	426	530	630	720	820	1020	1220	1420
Ручная дуговая сварка первого (корневого) слоя шва электродом при высоте слоя 4 мм	–	0,15	0,2	0,23	0,27	0,31	0,39	0,46	0,53	0,6	0,75	0,9	1,08
Ручная дуговая подварка корня шва (по всему периметру) электродом	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,47	0,61	0,73	0,85
Автоматическая сварка последующих и облицовочных слоев шва под слоем флюса: проволокой сварочной диаметром 2–4 мм (в числителе), флюсом (в знаменателе)	6	0,19 0,29	0,23 0,35	0,28 0,42	0,32 0,48	0,36 0,54	0,45 0,68	0,53 0,8	0,61 0,92	–	–	–	–
	8	0,34 0,51	0,42 0,63	0,5 0,75	0,58 0,87	0,66 0,99	0,82 1,23	0,97 1,46	1,11 1,67	1,26 1,89	1,57 2,36	–	
	10	0,56 0,84	0,69 1,04	0,83 1,25	0,96 1,44	1,08 1,62	1,35 2,03	1,6 2,4	1,83 2,75	2,09 3,14	2,59 3,89	3,1 4,65	–
	12	0,75 0,13	0,93 1,4	1,11 1,67	1,29 1,94	1,46 2,19	1,82 2,72	2,16 3,24	2,46 3,69	2,81 4,22	3,49 5,24	4,18 6,27	–
	14	0,98 1,47	1,23 1,85	1,46 2,19	1,69 2,54	1,91 2,87	2,38 3,57	2,83 4,25	3,23 4,85	3,68 5,52	4,58 6,87	5,48 8,22	6,38 9,57
	16	1,25 1,88	1,56 2,34	1,86 2,79	2,15 3,23	2,44 3,66	3,03 4,55	3,6 5,4	4,12 6,18	4,69 7,04	5,83 8,75	6,97 10,46	8,12 12,18
	18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,17 10,76	8,58 12,87	9,99 14,99
	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8,58 12,87	10,27 15,41	11,95 17,93

Таблица 2.10. **Расход электродов при приварке штуцеров и ответвлений (норма, кг на 1 штуцер или ответвление)**

Толщина стенки штуцера или ответвлений, мм	Диаметр штуцера или ответвления, мм											
	219	273	325	377	426	530	630	720	820	920	1020	1220
7	0,65	0,81	1,05	1,25	1,4	1,75	2,4	–	–	–	–	–
8	0,77	0,96	1,2	1,45	1,65	2	2,8	3,2	3,7	4,2	4,6	–
9	0,89	1,11	1,35	1,65	1,9	2,3	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3	–
10	1,08	1,3	1,55	1,9	2,2	2,7	3,6	4,2	4,9	5,4	6	7,2
11	–	–	–	–	2,5	3,1	4	4,7	5,5	6,2	6,8	8,25
12	–	–	–	–	–	–	–	5,2	6,2	7,1	7,7	9,3
14	–	–	–	–	–	–	–	6,5	–	–	9,4	10,4
16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,6	13,7

Таблица 2.11. **Расход электродов при приварке плоских фланцев к трубам с двух сторон (на 10 фланцев)**

$Д_н \times s$, мм	Расход электродов, кг	$Д_н \times s$, мм	Расход электродов, кг	$Д_н \times s$, мм	Расход электродов, кг	$Д_н \times s$, мм	Расход электродов, кг
57 x 4	1,03	159 x 6	3,5	530 x 6	17,9	1020 x 10	62
57 x 6	1,58	159 x 8	5,8	530 x 7	20	1020 x 12	84,5
57 x 8	2,12	159 x 10	9,4	530 x 10	32	1020 x 16	124,3
76 x 4	1,37	168 x 6	4,5	630 x 6	14	1220 x 7	35,8
76 x 6	2,09	168 x 8	6,1	630 x 7	18,6	1220 x 9	58,5
76 x 8	2,8	168 x 10	10	630 x 9	34	1220 x 10	74
89 x 5	1,58	219 x 6	7,7	630 x 10	39	1220 x 14	133
89 x 8	2,8	219 x 8	10,1	720 x 6	16,1	1220 x 16	170
89 x 10	3,5	219 x 10	13,2	720 x 7	21,4	1420 x 10	85
102 x 5	1,83	273 x 7	12,35	720 x 9	35	1420 x 14	155
102 x 8	3	173 x 8	12,5	720 x 10	44	1420 x 16	198
102 x 10	3,66	273 x 10	17	820 x 7	24,2	1420 x 18	243
108 x 5	1,9	325 x 8	14,8	820 x 9	39,5	1420 x 20	297
108 x 6	2,3	325 x 10	20	820 x 10	50	1620 x 10	96
108 x 8	3,1	377 x 8	17,1	920 x 7	27	1620 x 14	175
114 x 5	2	377 x 10	23	920 x 9	44	1620 x 16	224
114 x 6	2,8	426 x 6	12,45	920 x 10	56	1620 x 18	276
114 x 8	4,64	426 x 7	16,3	1020 x 7	32	1620 x 20	337
114 x 10	7,4	426 x 9	26	1020 x 9	49,5	1620 x 22	418
159 x 5	2,8	–	–	–	–	–	–

Таблица 2.12. **Расход кислорода и ацетилена при ручной резке труб (норма дана на 10 перерезов)**

$D_н$, мм	s, мм	Перерезка труб без скоса кромок				Вырезка конца патрубка с гнездом			
		поворотная	неповоротная	поворотная	неповоротная	поворотная	неповоротная	поворотная	неповоротная
		Расход кислорода, м³		Расход ацетилена, м³		Расход кислорода, м³		Расход ацетилена, м³	
219	10	2,2	2,7	0,62	0,77	4,7	6,1	0,91	1,74
	16	3,5	4,4	0,82	1,04	7,9	9,4	1,86	2,2
273	12	2,7	3,5	0,77	0,98	6,4	7,7	1,8	2,2
	20	4,8	6,1	1,02	1,29	11	13,9	2,3	2,94
325	12	3,1	3,9	0,86	1,1	7	8,5	1,94	2,4
	20	5,3	6,7	1,1	1,42	12	14,7	2,6	3,1
377	14	4	5,1	1	1,27	9,3	11,5	2,3	2,9
	20	5,8	7,3	1,23	1,54	13,3	16,5	2,8	3,5
426	8	2,7	2,9	0,85	0,9	5,3	6,4	1,67	2
	12	4,2	4,4	1,18	1,24	7,9	10,2	2,2	2,8
	14	5,5	5,8	1,38	1,45	10,5	12,4	2,6	3,1
	20	6,55	8,28	1,5	1,8	15	18,7	3,15	3,96

Продолжение табл. 2.12

$D_н$, мм	s, мм	Перерезка труб без скоса кромок				Вырезка конца патрубка с гнездом			
		поворотная	неповоротная	поворотная	неповоротная	поворотная	неповоротная	поворотная	неповоротная
		Расход кислорода, м³		Расход ацетилена, м³		Расход кислорода, м³		Расход ацетилена, м³	
530	8	3	3,2	0,94	1	5,8	7	1,8	2,2
	10	4,3	4,5	1,24	1,3	8,3	10,4	2,4	3
	12	5,1	5,3	1,42	1,48	9,7	11,9	2,7	3,3
	20	8,15	10,25	1,73	2,16	18,7	23,2	3,92	4,94
630	8	3,4	3,6	1,07	1,13	6,6	7,9	2,1	2,5
	10	4,9	5,1	1,36	1,42	9,2	10,9	2,6	3,1
	12	5,1	5,5	1,42	1,54	10,1	12,1	2,8	3,4
	20	9,7	12,2	2,06	2,57	22,2	27,6	4,66	5,85
720	8	3,8	4	1,19	1,24	7,2	9,2	2,3	2,9
	10	5,1	5,5	1,42	1,54	10,1	12,1	2,9	3,4
	20	11,1	13,9	2,35	2,94	25,4	31,5	5,35	6,67
820	8	4,5	4,9	1,42	1,58	8,1	10,8	2,5	3
920	10	5,5	5,9	1,54	1,66	10,7	13,1	3	3,6
	14	7,7	8,2	1,94	2,1	15	18,3	3,8	4,6
1020	8	4,5	4,7	1,42	1,47	8,7	10,4	2,7	3,3
	10	5,7	6,2	1,6	1,72	10,8	13,4	3,2	3,8
	12	6,8	7,2	1,9	2	13,1	16,1	3,7	4,5
	20	15,8	19,9	3,33	4,16	36	42,1	7,56	9,5
1220	8	4,7	5,1	1,47	1,59	9,1	11,3	2,9	3,5
	12	7,2	7,6	2	2,1	13,9	16,9	3,9	4,7
	16	10	10,8	2,4	2,6	19,6	24	4,7	5,6
	20	18,75	23,6	3,98	4,98	43,2	53,4	9,05	11,33
1420	18	25	30,6	6	7,1	–	–	–	–
	21	35,2	43,5	7,2	8,5	50	62,1	10,55	13,2
1620	12	9,7	10,1	2,67	2,79	18,45	22,4	5,18	6,24
	16	13,3	14,45	3,19	3,46	26	31,8	6,25	7,44
	20	24,9	31,4	5,28	6,63	57,2	71	12,05	15,08

Материалы, применяемые для противокоррозионных покрытий трубопроводов

Для противокоррозионных покрытий трубопроводов применяют материалы по ГОСТ, ТУ, приведенные в табл. 2.13. Допускается применение импортных изоляционных и оберточных материалов при условии их соответствия техническим требованиям. Типы и конструкции противокоррозионных покрытий трубопроводов, выполняемых в условиях завода, трубоизоляционной базы или непосредственно на трассе, приведены в табл. 2.14.

В настоящее время трубными заводами выпускаются трубы, изолированные в заводских условиях полиэтиленовыми или эпоксидны-

Таблица 2.13. **Материалы противокоррозионных покрытий труб**

Вид защитного покрытия	Материал покрытия	ГОСТ, ТУ
	Изоляционные материалы	
Полиэтиленовые заводские нанесения	Полиэтилен порошковый для напыления	ГОСТ 16338–85
	Полиэтилен гранулированный для экструзии	ГОСТ 16337–77
Изоляционные покрытия трассового нанесения на основе:		
полиэтилена	Лента полиэтиленовая, дублированная ЛДП	ТУ 102-376–84
поливинилхлорида	Лента поливинилхлоридная липкая ПИЛ	ТУ 6-19-103–78
	Лента поливинилхлоридная липкая ПВХ–Л	ТУ 102-320–82
	Лента поливинилхлоридная липкая ПВХ–БК	ТУ 102-166–82
кремнийорганики	Лента кремнийорганическая термостойкая ЛЭТСАР–ЛПТ	ТУ 38-103418–78
битума	Мастика битумно-резиновая	ГОСТ 15836–79
	Мастика Изобитэп-30	ТУ 102-182–78
	Мастика Изобитэн-Н	ТУ 102-186–78
Лакокрасочные материалы – краска ПЭП–524	Эпоксидная	ТУ 6-10-1890–83
	Грунтовки под изоляционные покрытия	
На полимерной основе ГТ-831ИН	Бутилкаучук, смолы	ТУ 102-349–83
Битумно-полимерная ГТ-760ИН	Битум, бутилкаучук	ТУ 102-340–83
Консервационная ГТ-832НИК	То же	ТУ 102-350–83
	Армирующие материалы	
Холст стекловолокнистый ВВ-К	Стекловолокно	ТУ 21-23-97–77
Холст стекловолокнистый БВ-Г	Стекловолокно	ТУ 21-23-44–79
	Оберточные материалы	
Лента ЛПП-2	Полиэтиленовая	ТУ 102-353–85
Пленка ПЭКОМ	– " –	ТУ 102-284–81
	Металлические покрытия	
Металлические	Из цинка	ГОСТ 13073–77
	Из алюминия	ГОСТ 7871–75

ми покрытиями (табл. 2.15) толщиной соответственно 2,5–3 и 0,25–0,5 мм, которые отличаются высокими механическими свойствами, хорошей адгезией к металлу, химической стойкостью к различным агрессивным средам, термо- и морозостойкостью, технологичностью.

При устройстве изоляции из полимерных лент применяют грунтовки (табл. 2.16). Свойства отечественных полимерных лент приве-

Таблица 2.14. **Типы и конструкции антикоррозионных покрытий**

Тип покрытия	Условия нанесения покрытия	Вид и конструкция покрытия	Толщина, не менее, мм	Адгезия к поверхности, не менее		Ударная прочность, не менее, Дж	Переходное сопротивление, Ом · м		Максимальная температура эксплуатации, °С
				Н/см²	МПа		после нанесения покрытия	на законченных строительством и засыпанных участках	
Усиленный	Завод или база	Полиэтилен, для труб диаметром до 1220 мм	2,5	35	–	12,5	10^8	10^5	60
		1220 мм и выше	3	35	–	15	10^8	10^5	60
Усиленный	Завод или база	Краска эпоксидная порошковая	0,35 (но не более)	–	–	7,5	18^8	10^5	80
Нормальный	Трасса или база	Грунтовка полимерная или битумнополимерная (расход 0,1 кг/м²):			–	–			
		лента полиэтиленовая липкая защитная обертка	0,4 0,6	10	–	–	5×10^6	10^4	50
Усиленный	Трасса или база	Грунтовка полимерная или битумно-полимерная (расход 0,1 кг/м²):							
		лента полиэтиленовая липкая в 2 слоя	0,8	10	–	–	10^8	10^5	50
		защитная обертка в 2 слоя	1,2						

Продолжение табл. 2.14

Тип покрытия	Условия нанесения покрытия	Вид и конструкция покрытия	Толщина, не менее, мм	Адгезия к поверхности, не менее		Ударная прочность, не менее, Дж	Переходное сопротивление, Ом · м		Максимальная температура эксплуатации, °С
				Н/см²	МПа		после нанесения покрытия	на законченных строительством и засыпанных участках	
Нормальный	Трасса или база	Грунтовка полимерная или битумно-полимерная (расход 0,1 кг/м²):							
		лента поливинилхлоридная липкая в 2 слоя	0,8	5	–	–	5×10^6	10^4	30
		защитная обертка	0,5						
Усиленный	Трасса	Пластобит:							
		грунтовка битумная (расход 0,15 кг/м²)	–						
		мастика на основе пластифицированного битума	3		0,2				
		лента поливинилхлоридная без подклеивающего слоя	0,35	–	–	–	10^7	5×10^4	35
		защитная обертка	0,5						
Нормальный	Трасса	Грунтовка битумно-полимерная или битумная (расход 0,1 кг/м²):							
		мастика изоляционная на основе битума со слоем стеклохолста	4						
		защитная обертка	0,5	–	0,2	–	5×10^6	10^4	40
Усиленный	**Трасса**	Грунтовка битумно-полимерная или битумная (расход 0,1 кг/м²):							
		мастика изоляционная на основе битума со слоем стеклохолста	5,5	–	0,2	–	10^7	5×10^4	40
		защитная обертка	0,5						
Усиленный	База, трасса	Грунтовка битумно-полимерная или битумная (расход 0,1 кг/м²):							
		мастика изоляционная на основе битума со слоем стеклохолста	3						
		мастика изоляционная на основе битума со слоем стеклохолста	2,5	–	0,2	–	10^7	5×10^4	40
		защитная обертка	0,5						
Усиленный	База, трасса	Грунтовка полимерная или битумно-полимерная (расход 0,1 кг/м²):							
		ПВХ – лента липкая в 2 слоя	0,8	5			10^8	10^5	40
		защитная обертка в 2 слоя	1						
Усиленный	База, трасса	Грунтовка полимерная или битумно-полимерная (расход 0,1 кг/м²):							
		лента полиэтиленовая дублированная,	0,6	15			10^8	10^5	60
		защитная обертка липкая	0,6						

Таблица 2.15. **Основные свойства заводских антикоррозионных покрытий**

Показатели	Полиэтиленовое покрытие	Эпоксидное покрытие
Диэлектрическая сплошность при напряжении, кВ	5 на 1 мм толщины	2
Адгезия к стальной поверхности, Н/см, не менее	35	40
Энергия удара (на 1 мм толщины покрытия), Дж, не менее	5	7,5
Переходное электросопротивление, Ом · м^2, не менее:		
после нанесения защитных покрытий	$1 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^7$
на законченных строительством и засыпанных участках сооружений	$1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$
Максимальная температура эксплуатации (температура транспортируемого продукта), °С	60	80

Таблица 2.16. **Грунтовки под покрытия из полимерных лент отечественного производства**

Марка клея и его объемное соотношение с бензином	Вязкость, с		Плотность, г/см^3	ТУ
	по ВЗ-1	по ВЗ-4		
4010 в бензине Б-70 (1:1)	12,2	46,3	0,834	МХП 1510–49
61 в бензине Б-70 (1:3)	12,1	45,5	0,798	1524–51
88	11	46	0,92	МРТУ 6-07-6010-63
Полиизобутиленовый 18–20 %	15	66	0,771	ОХК
Битумная грунтовка с добавкой 10 % полиизобутилена П-20 или клея	4	15	0,85	–

Таблица 2.17. **Грунтовки полимерных липких лент отечественного производства**

Показатели	ПИЛ (ТУ 6-19-103–78)	ПВХ-СЛ (ТУ51-525–75)	МИЛ-ПВХ-СЛ (ТУ51-456–72)
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	13	10	10
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	190	80	80
Липкость клея, с, не менее	20	20	20
Удельное электросопротивление пластиката при 20 °С, Ом · см, не менее	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{11}$
Морозостойкость, °С	–30	–20	–50
Температура нанесения, °С (нижний предел)	+5	–12	–20, –35 (с подогревом)
Температурный режим эксплуатации покрытий, °С	–30 – (+40)	–20 – (+30)	–45 – (+30)
Толщина пластиката, мм	0,3	0,35	0,3

Таблица 2.18. **Характеристика импортных изоляционных лент, липких обертов и клеевых грунтовок**

Тип материала (страна изготовитель)	Толщина, мм: общая	Толщина, мм: основы	Толщина, мм: адгезивы	Прочность при растяжении, Н/см ширины	Удлинение при разрыве, %	Адгезия к основе ленты, Н/см ширины	Адгезия к праймированной стали, Н/см ширины	Масса 1 м^2, кг	Клеевая грунтовка (праймер)	Расход грунтовки при 20 °С, кг/м^2	Температурный интервал эксплуатации покрытий, °С (праймер + слой ленты + слой обертки): не ниже	Температурный интервал эксплуатации покрытий, °С (праймер + слой ленты + слой обертки): не выше
Пликен 980-25 (США)	0,635	0,33	0,306	62	235	Не менее 3,5	Установившееся значение	0,664	Поликен 9196	0,08	–60	+60
Плайкофлекс 450-25 (США)	0,635	0,33	0,305	62,5	400	Для всех лент	Не менее 15 для всех лент	0,664	Плайкофлекс 125 Тек-Рап	0,104	–60	+60
Тек-Рап 240-25 (США)	0,635	0,33	0,305	53,6	400			0,735	200	0,104	–60	+60
Нитто 53-635 (Япония)	0,635	0,38	0,255	76	570			0,692	Нитто–В–300	0,085	–60	+60
Фурукава-Рапко НМ-2 (Япония)	0,64	0,34	0,3	70	500			0,648	Рапко–Коат № 6	0,07	–60	+60
Альтене 100-25 (Италия)	0,635	0,33	0,305	62	235			0,664	Альтене Р–19	0,08	–60	+60
Пластизол (Югославия)	0,63	0,33	0,33	76	500			0,655	Примолs–40	0,14	–60	+60
Кип (Болгария)	0,63	0,33	0,3	60	230			0,8	Г–1025	0,11	–40	+50
Обертки												
Поликен 955-25 (США)	0,635	0,508	0,127	45	100	Не менее 3 для всех обертков	–	0,653	–	–	–	–
Плайкофлекс 630-25 (США)	0,635	0,5	0,135	44,7	200		–	0,64	–	–	–	–
Нитто 56 РА–4 (Япония)	0,635	0,535	0,1	100	400		–	0,67	–	–	–	–

Продолжение табл. 2.18

Тип материала (страна изготовитель)	Толщина, мм			Прочность при растяжении, Н/см ширины	Удлинение при разрыве, %	Адгезия к основе ленты, Н/см ширины	Адгезия к праймированной стали, Н/см ширины	Масса 1 м^2, кг	Клеевая грунтовка (праймер)	Расход грунтовки при 20 °С, кг/м^2	Температурный интервал эксплуатации покрытий, °С (праймер+слой ленты + слой обертки)	
	общая	основы	адгезивы								не ниже	не выше
Фурукава-Рапко РВ-2 (Япония)	0,64	0,5	0,14	110	400		–	0,635	–	–	–	–
Альтене 205-25 (Италия)	0,635	0,508	0,127	45	100		–	0,653	–	–	–	–
Пластизол (Югославия)	0,635	0,5	0,135	50	380		–	0,655	–	–	–	–

Примечание. 1. Допустимые отклонения по толщине изоляционных лент и оберток составляют от –5 до +10 %. 2. Максимальная температура эксплуатации и гарантийный срок службы при этой температуре определены по условиям контрактов с фирмами-поставщиками.

Таблица 2.19. **Характеристика обертночных материалов**

Показатели	ПДБ, ТУ 21-27-49–76			ПРДБ ТУ 21-27-51–76	Лента полимерная для защиты, ТУ 102-132–78
	ПДБ-1	ПДБ-2	ПДБ-3		
Ширина ленты, мм	450 ± 10	500 ± 10	450 ± 10	450 ± 10	450 ± 10
Толщина ленты, мм	0,55 ± 0,05	0,55 ± 0,05	0,55 ±0,05	0,5 ± 0,4	
Длина в рулоне, м	250 ± 1	250 ± 1	250 ± 1	125 ± 1	
Предел прочности при разрыве, МПа, не менее:					
в продольном направлении	10	8	12	10	15
в поперечном направлении	1	1	1	1	10
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее:					
в продольном направлении	40	60	40	40	100
в поперечном направлении	100	100	100	100	150
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	–
Температурный режим эксплуатации, °С	–50 – (+60)			–50 – (+60)	–20 – (+20)

Таблица 2.20. **Характеристики термоусаживающихся манжет**

Условное обозначение манжет	Размеры манжет в состоянии поставки, мм								Размеры манжет после полной усадки, мм			
	Диаметр манжеты			Длина манжеты		Толщина на основе не менее	Толщина на подслоя не менее		Длина манжеты		Толщина основы	
	номинальный	допустимое отклонение		номинальная	допустимое отклонение				номинальная	допустимое отклонение		
ТУМ 1420/600	1480	+20 –10		500	±10	1,5	0,7		600	±30	2	+0,3 –0,2
ТУМ 1220/600	1290	+20 –10		500	±10	1,5	0,7		600	±30	2	+0,3 –0,2
ТУМ 1020/600	1080	+20 –10		500	±10	1,5	0,7		600	±30	2	+0,3 –0,2
ТУМ 820/600	870	±10		500	±10	1,5	0,7		600	±30	2	+0,3 –0,2

Примечание. По согласованию с заказчиком могут выпускаться манжеты термоусаживающиеся других типоразмеров, например, ТУМ 1020/400, т.е. с длиной 400 мм.

дены в табл. 2.17, импортных лент – в табл. 2.18, оберточных материалов – в табл. 2.19.

Манжеты термоусаживающиеся предназначены для защиты от коррозии сварных стыков труб с заводской изоляцией, в том числе и при капитальном ремонте газопроводов. Покрытие на основе термоусаживающихся манжет может эксплуатироваться в условиях подземной прокладки трубопроводов при температурах от (–45) до (+80) °С. Обозначение манжеты при ее заказе состоит из группы следующих букв и цифр ТУМ–Д/600, обозначающих соответственно: ТУМ – термоусаживающиеся манжеты; D – диаметр труб, для которых предназначена манжета; 600 – длина манжеты после полной усадки, мм. Например, ТУМ–1220/600. Характеристики термоусаживающихся манжет приведены в табл. 2.20.

Для определения соответствия манжеты диаметру трубопровода манжету сгибают пополам и производят линейкой три замера половины длины окружности на расстоянии 30–50 мм от краев и посередине манжеты с точностью до 1 мм.

$$D = \frac{2(p_1 + p_2 + p_3)}{3\Pi},$$

где D – диаметр манжеты, мм; p_1, p_2, p_3 – половины длины окружности манжеты; мм; Π – периметр трубы.

За диаметр манжеты в состоянии поставки принимают среднее арифметическое значение трех рассчитанных результатов. Длину манжеты замеряют металлической линейкой с точностью до 1 мм в трех местах, равномерно расположенных по окружности манжеты. За величину длины манжеты принимают среднее арифметическое значение трех замеров. Общую толщину манжеты, толщину основы и толщину подслоя определяют, замеряя толщиномером с точностью до 0,01 мм в четырех точках, равномерно расположенных по окружности манжеты на расстоянии не менее 20 мм от края. Поэтому основы манжеты замеряют в тех же точках после удаления подслоя. Толщину подслоя определяют как разность между общей толщиной манжеты и толщиной основы.

Требования к транспортированию и хранению полимерных лент и оберточных материалов содержатся в табл. 2.21.

Примерные нормы расхода отечественных и импортных полимерных лент на изоляцию трубопроводов приведены в табл. 2.22 и 2.23. Расход полимерной ленты и обертки при отсутствии норм может быть подсчитан по формуле

$$G = 1{,}08\,\frac{\pi D L B P}{B - H},$$

где G – расход материала, кг; D – наружный диаметр изолируемого трубопровода, м; L – длина изолируемого трубопровода, м; B – ширина липкой ленты, оберточного материала, м; H – нахлест витков ленты (оберточного материала), м (для однослойной намотки не менее 3 см; для двухслойной намотки 50 % ширины ленты плюс 3 см); p – масса 1 м² липкой ленты, кг (для ПВХ лент при толщине пластика

Таблица 2.21. **Условия транспорта и хранения полимерных лент и оберточных материалов**

Материал	Условия транспорта	Условия хранения
Армирующий стекловолокнистый холст ВВ-Г	В закрытых транспортных средствах, не допускающих загрязнения, увлажнения, повреждения Высота укладки – не более 2,5 м	В закрытом сухом и чистом помещении, в вертикальном положении
Оберточные пленки ПДБ и ПРДБ	Любым транспортом с предохранением от механических повреждений и атмосферных осадков	В вертикальном положении и не более чем в три ряда, в закрытом помещении, на расстоянии не менее 2–3 м от открытого огня и 1 м от отопительных приборов, а на улице под навесом или брезентом
Бикарул	В открытых транспортных средствах в горизонтальном положении не более пяти рулонов по высоте	В закрытых помещениях при температуре от –10 до +35 °С на расстоянии 1 м от отопительных приборов
Бризол	При перевозке складывать вертикально не более чем в четыре ряда по высоте	В закрытом помещении с полом из любого материала, кроме земляного, в вертикальном положении (по высоте не более четырех рулонов) на стеллажах
Гидроизол	При перевозке складывать вертикально. Перевозить в крытых транспортных средствах	На стеллажах в закрытом отапливаемом помещении
Мешочная бумага, толь гидроизоляционный	Перевозить в крытых транспортных средствах	В закрытом отапливаемом помещении на стеллажах
Полимерные изоляционные ленты марок ПИЛ, ПВХ	Любым видом транспорта с предохранением от механических повреждений и воздействия атмосферных осадков, в закрытой таре и контейнерах. Рулоны при перевозке располагать вертикально	В закрытом помещении при температуре не выше 30 и не ниже 20 °С, на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов, в вертикальном положении, не более чем в два ряда по высоте
Поликен, плайкофлекс	Любым видом транспорта с предохранением от механических повреждений и воздействия атмосферных осадков	В местах, защищенных от солнца и влаги, в горизонтальном положении не более чем в три ряда по высоте, при температуре не ниже 10 °С и не выше 45 °С
Термоусаживающиеся манжеты	В деревянных ящиках 0,6 × 0,6 × 0,6 м	По 9 штук в ящике

Таблица 2.22 **Примерный расход основных материалов на изоляцию 1 км трубопровода отечественными полимерными лентами**

Материал	Расход материала на изоляцию однослойную для труб диаметром, мм					
	530	720	820	1020	1220	1420
Клеевые грунтовки, т:						
клей 4010	0,143	0,194	0,221	0,275	0,329	0,384
бензин Б-70	0,189	0,258	0,294	0,366	0,437	0,512
клей № 61	0,77	0,104	0,119	0,147	0,176	0,205
бензин Б-70	0,255	0,348	0,396	0,494	0,590	0,688
клей № 88 или полиизобутиленовый клей	0,332	0,452	0,515	0,641	0,766	0,892
Лента полимерная (ПВХ, ПЭЛ, ПИЛ):						
м²	1835	2499	2846	3540	4234	4928
кг	826	1125	1281	1593	1905	2218
Защитная обертка (полимерная лента, ПДБ):						
м²	1835	2499	2846	3540	4234	4928
кг	1038	1880	2140	2560	3180	3700

Материал	Расход материала на изоляцию двухслойную для труб диаметром, мм					
	530	720	820	1020	1220	1420
Клеевые грунтовки, т:						
клей 4010	0,143	0,194	0,221	0,275	0,329	0,384
бензин Б-70	0,189	0,258	0,294	0,366	0,437	0,512
клей № 61	0,77	0,104	0,119	0,147	0,176	0,205
бензин Б-70	0,255	0,348	0,396	0,494	0,590	0,688
клей № 88 или полиизобутиленовый клей	0,332	0,452	0,515	0,641	0,766	0,892
Лента полимерная (ПВХ, ПЭЛ, ПИЛ):						
м²	3876	5275	6008	7473	8939	10403
кг	1744	2374	2704	3363	4023	4682
Защитная обертка (полимерная лента, ПДБ):						
м²	3876	5275	6008	7473	8939	10403
кг	2910	3960	4510	5610	6700	7800

Таблица 2.23. **Примерный расход основных материалов на изоляцию 1 км трубопровода импортными полимерными лентами**

Материал	Расход материала на изоляцию однослойную для труб диаметром, мм					
	530	720	820	1020	1220	1420
Грунтовка клеевая, т	0,199	0,271	0,309	0,384	0,460	0,535
Изоляционные ленты усредненно[1] при толщине 0,5–0,51 мм:						
м²	1953	2659	3028	3767	4507	5145
кг	1074	1462	1665	2072	2479	2885
Поликен 980-25 толщиной общей 0,625 мм:						
м²	1953	2659	3028	3767	4507	5245
кг	1343	1828	2081	2590	3099	3606
Обертки усредненно[1], при толщине 0,5 мм:						
м²	1953	2659	3028	3767	4507	5245
кг	1074	1462	1665	2072	2479	2885
Обертки усредненно, при толщине 0,625 мм:						
м²	1953	2659	3028	3767	4507	5245
кг	1343	1828	2081	2590	3099	3606

[1] Разница в массе за счет изменения плотности по маркам не превышает 3–5 %.

Материал	Расход материала на изоляцию двухслойную для труб диаметром, мм					
	530	720	820	1020	1220	1420
Грунтовка клеевая, т	0,199	0,271	0,309	0,384	0,460	0,535
Изоляционные ленты усредненно[1] при толщине 0,5–0,51 мм:						
м²	4317	5876	6692	8325	9957	11589
кг	2374	3232	3681	4579	5476	6374
Поликен 980-25 толщиной общей 0,625 мм:						
м²	4317	5876	6692	8325	9957	11589
кг	2968	4040	4601	5724	6845	7968
Обертки усредненно[1], при толщине 0,5 мм:						
м²	4317	5876	6692	8325	9957	11589
кг	2374	3232	3681	4579	5476	6374
Обертки усредненно, при толщине 0,625 мм:						
м²	4317	5876	6692	8325	9957	11589
кг	2968	4040	4601	5724	6845	7968

0,3 мм $P = 0{,}45$ кг; при толщине пластика 0,36 мм $P = 0{,}55$ кг). Данные о площади поверхности изоляции на 1 км длины трассы следующие:

Диаметр трубопровода, мм	529	630	720	820	920	1020	1220	1420
Площадь поверхности изоляции, м²	1661	1978	2261	2575	2889	3203	3831	4459

Необходимый расход материалов при механизированной битумно-полимерной изоляции трубопроводов можно определить с использованием норм, приведенных в табл. 2.24, а при ручной изоляции – в табл. 2.25. Расход материалов при ручной противокоррозионной изоляции катушек, захлестов и углов поворота трубопроводов приведен в табл. 2.26, а расход материалов на футеровку трубопровода – в табл. 2.27.

Изделия для закрепления трубопроводов против всплытия

Для закрепления (балластировки) трубопроводов, прокладываемых через водные преграды, на заболоченных и обводненных участках, должны предусматриваться утяжеляющие навесные и кольцевые одиночные грузы, скорлупообразные грузы, сплошные утяжеляющие покрытия, балластирующие устройства с использованием грунта и анкерные устройства. В особо сложных условиях Западной Сибири и Крайнего Севера при соответствующем обосновании для балластировки подводных переходов трубопроводов диаметром 1020 мм и более в русловой части допускается применять чугунные кольцевые грузы. Все изделия, применяемые для закрепления трубопроводов, должны обладать химической и механической стойкостью по отношению к воздействиям среды, в которой они устанавливаются.

Горюче-смазочные материалы

Расход горюче-смазочных материалов (ГСМ) определяют по индивидуальным нормам, которые в свою очередь предназначены для разработки групповых норм расхода топлива на различных уровнях планирования, а также для расчетов нормируемых расходов топлива машинами в строительных организациях. Нормируемый расход топлива на строительную машину для расчета с машинистами (кроме машин на базе автомобилей) определяют по формуле

$$Q = HT(1 + Д),$$

где H – паспортный расход топлива на работу строительной машины; T – время работы строительной машины; $Д$ – суммарная корректирующая поправка, учитывающая дополнительный расход топлива на работу строительной машины.

Суммарную корректирующую поправку определяют суммированием нормативных коэффициентов, учитывающих фактические условия работы строительной машины.

При работе машин в холодное время расход топлива повышают:

Таблица 2.24. Расход материалов при механизированной противокоррозионной битумно-полимерной изоляции трубопровода

Материалы	Единица измерения	Нормы на 1 км трубы диаметром 219	273	325	377	426	530	630	720	820
Нормальная изоляция (слой мастики изоляционной толщиной 4 мм):										
грунтовка	т	0,138	0,171	0,204	0,237	0,268	0,332	0,396	0,452	0,515
мастика изоляционная	т	3,71	4,61	5,48	6,35	7,16	8,88	10,56	12,06	13,72
материал армирующий	м²	782	975	1171	1350	1520	1880	2230	2550	2900
обертка защитная	м²	790	980	1160	1347	1518	1876	2225	2547	2897
Усиленная изоляция (слой мастики изоляционной толщиной 6 мм):										
грунтовка	т	0,138	0,171	0,204	0,237	0,268	0,332	0,396	0,452	0,515
мастика изоляционная	т	5,24	6,5	7,71	8,92	10,06	12,46	14,82	16,01	19,24
материал армирующий	м²	810	1000	1180	1360	1530	1890	2250	2560	2910
обертка защитная	м²	805	994	1176	1350	1525	1885	2243	2558	2907
Усиленная изоляция (два слоя мастики изоляционной – первый – 3 мм, второй – 3 мм):										
грунтовка	т	0,138	0,171	0,204	0,237	0,268	0,332	0,396	0,452	0,515
мастика изоляционная	т	5,73	7,1	8,42	9,74	10,99	13,6	16,17	18,46	21
материал армирующий	м²	1480	1830	2180	2525	2845	3525	4190	4785	5445
обертка защитная	м²	805	994	1176	1350	1525	1885	2243	2558	2907

Таблица 2.25. **Расход материалов при ручной противокоррозионной битумно-полимерной изоляции трубопровода**

Материалы	Единица измерения	Нормы на 1 км трубы диаметром, мм								
		219	273	325	377	426	530	630	720	820
Нормальная изоляция (один слой мастики изоляционной толщиной 4 мм):										
грунтовка	т	0,138	0,171	0,204	0,237	0,288	0,322	0,396	0,452	0,515
мастика изоляционная	т	4,09	5,08	6,03	6,98	7,88	9,77	11,62	13,27	15,1
материал армирующий	м²	782	975	1171	1350	1520	1880	2230	2550	2900
обертка защитная	м²	853	1056	1251	1446	1630	2018	2397	2735	3111
Усиленная изоляция (один слой мастики изоляционной толщиной 6 мм):										
грунтовка	т	0,138	0,171	0,204	0,237	0,268	0,332	0,396	0,452	0,515
мастика изоляционная	т	5,81	7,2	8,54	9,88	11,15	13,8	16,41	18,73	21,31
материал армирующий	м²	810	1000	1180	1360	1530	1890	2250	2560	2910
обертка защитная	м²	870	1070	1265	1460	1645	2030	2410	2750	3125
Усиленная изоляция (два слоя мастики изоляционной – первый 3 мм, второй – 3 мм):										
грунтовка	т	0,138	0,171	0,204	0,237	0,268	0,332	0,396	0,452	0,515
мастика изоляционная	т	6	7,44	8,83	10,22	11,52	14,27	16,96	19,36	22,03
материал армирующий	м²	1480	1830	2180	2525	2845	3525	4190	4785	5445
обертка защитная	м²	870	1070	1265	1460	1645	2030	2410	2750	3125

Таблица 2.26. **Расход материалов при ручной противокоррозионной изоляции катушек, захлестов и углов поворота трубопровода**

Конструкции и типы изоляционного покрытия	Грунтовка	Мастика изоляционная, т	Материал армирующий, м²	Лента полимерная, м²	Обертка защитная, м²
Изоляция битумно-полимерная:					
нормальная (толщина слоя мастики 4 мм)	0,2	5,9	1135	–	1210
усиленная (толщина слоя мастики 6 мм)	0,2	8,3	1140	–	1215
усиленная (два слоя мастики – первый 3 мм, второй 3 мм)	0,2	8,6	2200	–	1215
Изоляция полимерной лентой:					
нормальная (один слой ленты толщиной 0,4 мм и один слой обертки толщиной 0,6 мм)	0,2	–	–	1212	1198
усиленная (два слоя ленты толщиной 0,4 мм и один слой обертки защитной толщиной 0,5–0,6 мм)	0,2	–	–	2863	1200
усиленная (один слой ленты толщиной 0,62–0,64 мм и один слой обертки защитной толщиной 0,62–0,64 мм)	0,17	–	–	1209	1196
усиленная (два слоя ленты толщиной 0,62–0,64 мм и два слоя обертки защитной толщиной 0,62–0,64 мм)	0,17	–	–	2848	2819

Таблица 2.27. **Расход материалов на футеровку трубопровода**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Проволока 045 (ГОСТ 3282–74)		Деревянные рейки (ГОСТ 102-14–73)	
	Длина, м	Масса, кг	Объем, м³	Масса, кг
530	5,2	0,8	0,042	25,2
720	6,7	1,03	0,056	33,6
820	7,5	1,16	0,064	38,4
1020	9	1,39	0,105	63
1220	10,6	1,64	0,126	75,6
1420	12,4	1,91	0,143	85,8

в южных районах страны до 5 %; в северных районах страны до 15 %; в районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним, до 20 %; в остальных районах до 10 %. При работе машин в горных местностях расход топлива повышают в зависимости от высоты местности над уровнем моря: от 1000 до 1200 м – на 5 %; от 1500 до 2000 м – на

10 %; от 2000 до 3000 м – на 20 %; свыше 3000 м – до 40 %. При эксплуатации в период обкатки новой или капитально отремонтированной машины или ее двигателя расход топлива повышают на 5 %, кроме машин с истекшим сроком службы. Продолжительность эксплуатационной обкатки устанавливают в соответствии с эксплуатационной и ремонтной документацией. При эксплуатации строительных машин с истекшим сроком службы расход топлива повышают до 5 %. Дополнительный расход бензина для запуска дизельных двигателей принимают в размере до 3 % в летнее и до 4,5 % в зимнее время от нормы расхода дизельного топлива. Дополнительный расход топлива на внутрихозяйственные разъезды, техническое обслуживание, ремонт (кроме капитального) и хранение машин принимают равным до 5 %.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И СОПУТСТВУЮЩИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 3. РАБОТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Восстановление и закрепление разбивочных геодезических знаков на трассе трубопровода

Восстановление и закрепление трассы выполняется силами и средствами генподрядной организации, после чего передается строительной организации по акту. При восстановлении трассы необходимо осуществить следующие работы:

закрепить вершины углов поворота;

выполнить разбивку кривой поворота с закреплением ее начала и конца;

закрепить пикеты и плюсовые точки;

проверить отметки имеющихся реперов – восстановить сбитые и установить дополнительно необходимое число реперов;

проверить продольное нивелирование точек трассы и при необходимости снять поперечные профили;

проверить и закрепить ось временной дороги.

Способы и места установки знаков на местности при восстановлении и закреплении трассы трубопровода приведены в табл. 3.1.

Ось трассы трубопровода закрепляют точками и сторожками, а также выносными столбами или кольями, устанавливаемыми за пределами зоны строительной полосы. Выносными столбами закрепляют все осевые точки (места стоянки теодолита), а также вершины углов и точки начала и конца переходных кривых. Выносными кольями закрепляют четные пикеты и места расположения искусственных сооруже-

Таблица 3.1. Восстановление и закрепление разбивочных знаков на местности

Вид и место работ по закреплению трассы	Способ закрепления	Техническая документация, фиксирующая результаты закрепления	Способ и место установки знаков		
			на прямых участках	на кривых (промежуточные точки)	
				радиус R, м	место закрепления (см. рис. 3.2)
Ось трубопровода	Прочно забитыми кольями и высокими вехами	–	3–4-метровые вехи через каждые 0,1–0,5 км	Естественного изгиба R = в точках, соответствующих тангенсам вертикальных кривых, в начальных и конечных точках переходных кривых (см. рис. 3.1)	Через каждые 10м
				$= 500 \div 1000$	
				Искусственного гнутья R = $= 30 \div 50$	Через каждые 2 м
Углы поворота	Прочно вкопанными столбами (с надписью) диаметром не менее 0,1 м и высотой 0,5–0,75 м	–		Столбы на продолжении биссектрисы угла в 0,5 м от его вершины. Лицевую сторону с надписью столб обращают к вершине, которую отмечают столбом	На кривых с малыми биссектрисами – на продолжении тангенсов, за пределами земляных работ – по два столба через 20 м от вершины угла
Пикетаж	Прочно вбитыми кольшками после двойного промера с применением отвесов при больших уклонах местности	Журнал выноски пикетажа		При расхождении с изыскательным пикетажем более чем на 1 м устанавливают "рубленые" пикеты для увязки точек с проектным продольным профилем. Для сохранения в период строительства пикетные и плюсовые точки выносят за пределы полосы работ и закрепляют двумя колышками или столбами, на которых указаны расстояния выноски	

Продолжение табл. 3.1

Вид и место работ по закреплению трассы	Способ закрепления	Техническая документация, фиксирующая результаты закрепления	Способ и место установки знаков		
			на прямых участках	на кривых (промежуточные точки)	
				радиус R, м	место закрепления (см. рис. 3.2)
Высотные отметки за пределами полосы строительства	Дополнительные временные реперы. В качестве реперов используют прочно вкопанные столбы, местные предметы с точным указанием (краской, костылем, насечкой) места установки рейки на реперах	Ведомость реперов	Расстояние между реперами в горной и пересеченной местностях – не более 1 км, в равнинной – не более 5 км. Реперы следует устанавливать в местах пересечения трубопровода искусственных и естественных препятствий		
Полоса отвода земель под строительство трубопровода	Кольями или вешками	Попикетная ведомость отвода с описью сносимых зданий, уничтожаемых посевов и т.п.	В каждую сторону от оси трубопровода. Колья или вешки устанавливают и маркируют при участии местных земельных органов (см. рис. 3.1). Расстояние между знаками разбивки вдоль границы не менее 100 м		

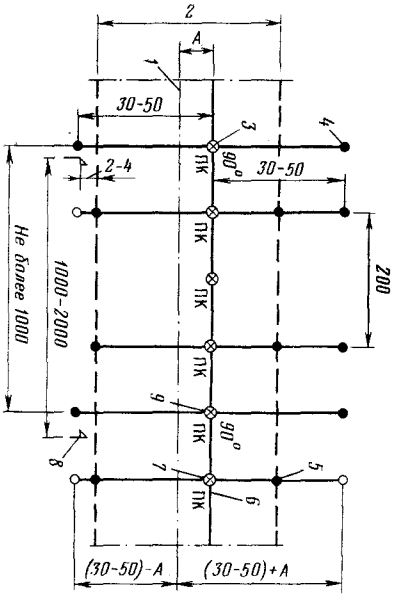


Рис. 3.1. Схема закрепления оси трассы трубопровода и оси лежневой дороги на прямолинейном участке:

1 – ось временной дороги; *2* – ширина полосы отвода; *3* – выносной столб; *4* – выносные колья; *5* – выносные вешки; *6* – ось трубопровода; *7* – четный пикет; *8* – временный репер; *9* – нечетный пикет

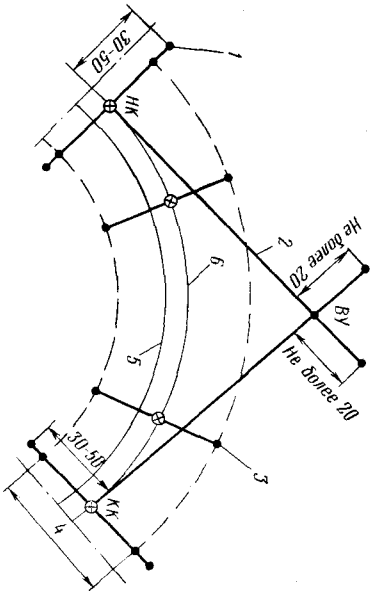


Рис. 3.2. Схема закрепления оси трассы трубопровода и оси лежневой дороги на криволинейном участке:

1 – выносной столб; *2* – линия тангенса; *3* – выносные вешки; *4* – ширина полосы отвода; *5* – ось лежневой дороги; *6* – ось трубопровода; *НК* – начало кривой; *КК* – конец кривой

ний. На прямых участках трассы (рис. 3.1) створы для выносок разбивают теодолитом или экером перпендикулярно к трассе, а на кривых (рис. 3.2) – перпендикулярно к линии тангенсов. Точки, закрепляющие ось трассы, выносят строго по створу. В каждом створе для закрепления оси трубопровода устанавливают два столба или кола на одну из удобных сторон или по обеим сторонам от трассы, а на косогорах –

предпочтительно на нагорную сторону. Выноски следует сохранять в течение всего периода строительства трубопровода. На участках болот и затопляемых пойм рек трассу дополнительно закрепляют столбами в начале и конце каждого участка, а также внутри участка не менее чем в двух точках. Вершину угла поворота закрепляют угловым столбом с точкой, в которую забивают гвоздь, и двумя створными столбами на продолжении тангенсов, на расстояние не более 20 м от углового столба. На выносных столбах и кольях должны быть надписи с указанием закрепляемой точки. В местах сооружения временных дорог на выносках должно быть указано также и расстояние до оси временной дороги. Все надписи на выносках должны быть повернуты в сторону оси трассы, а на сторожках – в сторону начала пикетажа и сохранены в течение всего периода строительства.

В процессе восстановления и закрепления трассы должны быть выполнены следующие геодезические операции: определены направления прямолинейных и криволинейных участков трассы; измерены расстояния между точками по оси трубопровода и от оси выносок; измерены углы поворота трассы; определены отметки от постоянных и временных реперов; построены по нормали поперечные створы к оси трубопровода; определены расстояния от оси до точек поперечников. При выполнении геодезических работ необходимо применять современные геодезические приборы. Съемку поперечников в скальных выемках с крутыми и труднодоступными откосами следует выполнять с помощью телетопа или базисного редукционного тахеометра–дальномера. Измерение линий при восстановлении трассы выполняют с помощью мерной проволоки, рулетки.

Точность измерения протяженности и углов поворота трассы, а также нивелирования должна быть в пределах следующих величин:

Расхождения между измерениями горизонтального угла, с	60
Невязка углов в полигоне при числе углов, N, с	$\pm 90\sqrt{N}$
Относительная разность между двумя измерениями длин линии в полигоне при рельефе местности:	
равнинном	1 : 1000
горном	1 : 500
Невязка двойного нивелирного хода при длине хода L, мм	$50\sqrt{L}$

Прямые участки трассы должны быть восстановлены вешением, т.е. путем установки вех по направлению прямой линии. При восстановлении и закреплении трассы надлежит вести журнал выносок, в который заносят схемы расположения установленных знаков; расстояния до знаков по оси трубопровода; направления выносок и расстояния до знаков от оси трубопровода. Восстановление и детальную разбивку кривых участков трассы в обычных условиях целесообразно выполнять способом прямоугольных координат от тангенсов, а в стесненных условиях – способом прямоугольных координат от хорд или другими способами.

Разбивку границ полосы отвода земель для строительства трубопровода выполняют после закрепления осей трубопровода, а предел полосы вымеряют и отмечают на местности от линии разбивки оси трубопровода. Ширина полосы отвода должна соответствовать действующим нормам отвода земель. Границу полосы отвода при участии представителей местных земельных органов обозначают столбами или кольями, которые устанавливают на расстоянии не менее чем через каждые 100 м. Знаки разбивки полосы отвода окрашивают в яркие цвета, чтобы они были хорошо видны на местности. На лесных участках трассы отмечают крайние деревья, которые выходят за границы полосы отвода и должны остаться не спиленными. Это необходимо для контроля расчищаемой от леса трассы по оставшимся знакам границы полосы отвода земель.

В лесных и таежных районах до очистки строительной полосы от леса и корчевки пней предварительно закрепляют только вершины углов поворота и осевые точки трассы, закрепляя их столбами, которые устанавливают за пределами строительной полосы. После планировки рельефа трассы, срезки грунта или устройства полок в горной местности знаки разбивки оси трассы также необходимо восстановить.

При разбивке проектной оси трубопровода, параллельно действующему, необходимо точно соблюдать расстояние между ними. Фактическое место расположения действующего трубопровода фиксируют только при участии представителя организации, эксплуатирующей трубопровод. Для фиксации места расположения действующего трубопровода вдоль его оси должны быть установлены вешки на расстоянии в пределах их видимости на прямолинейных участках и через каждые 15 м – на криволинейных участках. Эти работы выполняются силами строительной организации. Кроме указанных геодезических знаков, на трассе должны быть установлены также постоянные километровые и маркировочные столбы высотой по 1,7 м. Постоянные километровые и маркировочные столбы устанавливают в соответствии с рабочим проектом для обозначения следующих мест: указателя километража; пересечения трубопроводом искусственного или естественного сооружения (автомобильной или железной дороги, подземной коммуникации, судоходных и широких рек), причем маркировочные столбы ставят с каждой стороны в месте пересечения; изменения направления трубопровода; изменения толщины стенки и диаметра трубы, марки стали, типа и конструкции изоляции; заземления анодов.

На обрабатываемых землях маркировочные столбы должны быть установлены по согласованию с заказчиком таким образом, чтобы не мешать обработке земель. В пустынных районах и там, где сверху засыпанной траншеи имеется валик (т.е. если ось трубопровода оказывается видимой), в местах изменения направления маркировочные знаки не устанавливают.

Закрепление и восстановление трассы осуществляет геодезическая группа. Перед тем как выехать на трассу она должна тщательно выполнить все подготовительные мероприятия полевых работ и провести инструктаж по технике безопасности. Для выполнения необходимых работ геодезическая группа должна быть обеспечена нужным оснащением (например, транспортными средствами, палатками, спецодеждой, техническими материалами). В каждой геодезической группе должен быть назначен старший. Место для лагеря этой группы следует выби-

рать сухое, чистое, поблизости от источников водоснабжения и топлива. При работе в пустынных и полупустынных районах в геодезической группе обязательно должны быть лица, знающие особенности данного района, источники водоснабжения, местные ориентиры и расположение населенных пунктов.

Перед установкой пикетов, реперов и выносных знаков нужно тщательно осмотреть местность и убедиться в том, что поблизости нет знаков, указывающих на подземные коммуникации. При работе на топких заболоченных и обводненных участках трассы необходимо пользоваться услугами опытных проводников. Проходить по болотам разрешается группами не менее двух человек, при этом идущий впереди должен иметь жердь и надеть предохранительный пояс с привязной веревкой, конец ее держит рабочий, который идет на расстоянии не менее 3–5 м.

Расчистка строительной полосы от леса

На период строительства расчистка трассы трубопровода от леса и кустарника должна быть выполнена в границах строительной полосы и других местах, установленных проектом. К расчистке полосы строительства приступают после принятия у заказчика трассы трубопровода и оформления ее заказчиком в установленном порядке; получения специального разрешения — лесорубочного билета (ордера), которое оформляет дирекция строящегося объекта; разбивки на участки работ и установки последовательности работ на каждом участке; установки знаков, указывающих местоположение подземных коммуникаций; устройства подъездов для доставки и обслуживания машин и механизмов; выдачи механизаторам наряд-задания; определения участков производства работ; обозначения опасных мест при производстве работ; ознакомления с ППР инженерно-технических работников и рабочих.

Расчистку полосы строительства трубопровода от леса и кустарника выполняет комплексная бригада, осуществляющая необходимые виды работ в такой последовательности: натурная разметка и ограничивание визирами (затесками на деревьях и вешками) трелевочного волока; отделение ветровальных деревьев от пней, повал сухостойных и зависающих деревьев, обрубка сучьев на валежниках; устройство разделочной площадки; прокладка и устройство трелевочного волока; валка деревьев и срезка кустарника; обрубка сучьев и раскрежевка хлыстов; погрузка, транспортировка, разгрузка и складирование лесоматериалов расчищаемой полосы; корчевка и уборка пней; засыпка ям и неровностей; разработка траншей для засыпки пней; засыпка пней и траншей. Каждая комплексная бригада состоит из рабочих разных профессий (специальностей), объединенных в специализированные технологические звенья, которые выполняют разнородные технологически взаимосвязанные работы. Специализированные технологические звенья работают захватками, причем расстояние между захватками должно быть не менее 50 м. Работу комплексной бригады организуют в зависимости от местных условий; можно вести работы в две, а если надо и в три смены. При организации работ по многосменному режиму комплексная бригада в первую смену выполняет следующие работы: разметку и ограничение визирами ширины строительной полосы и трелевочного волока; отделение ветровальных деревьев от пней; повал сухостойных и зависающих деревьев; обрубку сучьев на валежниках; устройство разделочной площадки; прокладку и устройство трелевочного волока; валку деревьев; обрубку сучьев и раскряжевку хлыстов; корчевку пней; засыпку ям и неровностей; разработку траншей для засыпки пней и сжигание порубочных остатков. Во вторую и третью смену производят транспортировку хлыстов и спиленных деревьев, засыпку пней и траншей. В первую смену деревья и хлысты транспортируют только с участков, имеющих сложный рельеф и грунты со слабой несущей способностью.

Освещение рабочих мест при работе в ночное время должно соответствовать требованиям действующих на лесозаготовках норм освещенности. Освещение рабочих мест при валке леса с помощью бензомоторных пил должно быть не менее 10 лк. Комплексную бригаду обеспечивают необходимым числом обогревательных домиков, чтобы в нем одновременно могли находиться все члены бригады.

Расчистку полосы строительства трубопровода от леса и кустарника следует вести поточным методом, обеспечивающим непрерывность работ специализированных звеньев и строгой технологической последовательности, которая предусматривает постепенное развертывание по фронту всех звеньев комплексной бригады. Расчистку строительной полосы начинают с того, что мастер должен ознакомиться с трассой и разметкой ее ширины в соответствии с проектом. Звено из двух рабочих размечает ширину строительной полосы с помощью стальной ленты или рулетки. По границам размеченной полосы устанавливают вешки, а на деревьях, которые подлежат повалу, делают затески топором. Одновременно с разбивкой ширины просеки делают разметку трелевочного волока и разбивку участков работ для звеньев, осуществляющих валку леса. С размеченной строительной полосы должны быть вырублены гнилые, сухостойные, зависшие, ветровальные и другие деревья, которые могут упасть от ветра, толчка или удара. Отдельные подгнившие деревья спиливают только бензомоторными пилами. Рубить такие деревья не допускается, поскольку от сотрясения дерева после удара по нему могут обломиться сучья или вершина и причинить травму рабочим.

Перед валкой каждого опасного дерева следует его осмотреть со стороны, не заходя под крону, проверить валочной вилкой устойчивость и выбрать направление его валки. Валить опасное дерево необходимо в свободный промежуток между другими деревьями с учетом его наклона. Зависшие деревья снимают с помощью ручных лебедок и тракторов, используя полиспасты и натяжные приспособления. В отдельных случаях для валки опасных деревьев можно применять взрывной способ.

При удалении зависшего дерева запрещается: спиливать то дерево, на котором оно зависло; обрубать сучья, на которые опирается зависшее дерево; сбивать зависшее дерево, сталкивая на него другие деревья; подрубать корни, комель или пень зависшего дерева. Мешающий работе валежник удаляют путем обычной раскряжевки его на короткие отрезки, которые затем складируют в местах, указанных в проекте производства работ. Ветровальные деревья, лежащие на земле, прежде

всего необходимо отделить от корневых глыб. Уборку опасных деревьев выполняет звено, состоящее из трех рабочих: вальщика 6-го разряда; помощника вальщика 4-го разряда; обрубщика сучьев 3-го разряда. Число звеньев по уборке опасных деревьев определяют в зависимости от ширины расчищаемой строительной полосы и темпа прокладки трубопровода.

Работы по валке и уборке опасных деревьев звено выполняет в том случае, если число таких деревьев составляет не более 20 % от общего числа деревьев на разрабатываемой просеке. При большом числе опасных деревьев следует принимать специальные меры по вывозке спиленных деревьев за пределы трассы, чтобы не создавать завалов при подготовке строительной полосы к валке леса.

Одновременно с уборкой опасных деревьев необходимо прокладывать трелевочный волок. Трелевочный волок располагают в соответствии с технологической картой на расчистку строительной полосы от леса и с учетом местных условий. Трелевочный полок прокладывают в зоне работы строительно-монтажных машин и с учетом дальнейшего использования его в качестве временной дороги. Работы по прокладке трелевочного волока зависят от грунтовых условий и состоят в следующем. На сухих минеральных грунтах с несущей способностью более 0,1 МПа вырубают подрост, подлесок и кустарник; убирают валежник; спиливают заподлицо с землей находящиеся на волоке деревья и вывозят их или складируют на волоке; убирают крупные камни; осуществляют грубую планировку. На слабых грунтах с затрудненным стоком воды и несущей способностью 0,05—0,1 МПа, кроме перечисленных работ, выполняют еще и укрепление волока хворостяной выстилкой (сучьями, порубочными остатками и мелколесьем). На грунтах с несущей способностью менее 0,5 МПа на трелевочном волоке поверх хворостяной выстилки устраивают простейший сплошной поперечный настил из бревен диаметром 10—30 см и отсыпают слой грунта толщиной не менее 20 см.

В зимних условиях прокладывают зимние трелевочные волоки. Прокладку зимних трелевочных волоков на болотистых участках следует проводить с большой осторожностью после тщательной проверки состояния болота. Прокладку трелевочного волока выполняет звено по валке леса, состав звена: вальщик леса 6-го разряда, помощник вальщика леса 4-го разряда, два лесоруба 2-го разряда, машинист 5-го разряда для работы на бульдозере. Звено оснащено следующими механизмами: бензомоторными пилами марки МП-5, "Урал-2", "Дружба-4", "Тайга-214"; бензомоторной сучкорезкой ВС-1; бульдозерами ДЗ-18, ДЗ-34С, Д-687С.

Валку деревьев на волоке осуществляют параллельно волоку, вершинами по направлению к трелевке хлыстов. После ухода вальщика на безопасное расстояние обрубают сучья и трелюют хлысты. Обрубленные сучья оставляют на волоке для образования хворостяной выстилки, которую при необходимости уплотняют специальными проходами трактора. Для разделки и складирования строевого леса выбирают разделочные площадки за пределами строительной полосы в специально отведенных местах. Разделочные площадки можно располагать также на строительной полосе в зоне работы строительно-монтажных машин. Подготовка разделочных площадок заключается в очистке ее от валежника, кустарника и валунов, спиливания пней заподлицо с землей. Расстояние между разделочными площадками определяют в зависимости от густоты и крупности леса, а также имеющихся у бригады трелевочных тракторов. Подготовку разделочной площадки должно выполнять звено по прокладке трелевочного волока.

Валку деревьев на строительной полосе с использованием бензомоторных пил осуществляют методом узких лент. Для этого строительную полосу разбивают на ленты шириной по 5—8 м, параллельные оси трассы. На каждой ленте валку деревьев леса выполняет звено вальщиков, состоящее из вальщика 6-го разряда, лесоруба 4-го разряда, двух лесорубов 2-го разряда. Минимальное расстояние между одновременно работающими звеньями должно быть не менее 50 м.

Валку деревьев начинают на ленте, примыкающей к трелевочному волоку. Вальщик переходит от одного дерева к другому, перемещаясь от волока поперек ленты до ее границы, а затем обратно. Вальщик приступает к валке деревьев только после того, как подготовит свое рабочее место: вокруг спиливаемого дерева вырублен и убран кустарник, хворост, подготовлены 5-метровые дорожки, чтобы быстро отойти от дерева, когда оно начнет падать. Зимой при глубине снега от 10 до 50 см вальщик и его помощник очищают рабочее место от снега, утаптывая его вокруг дерева. При снежном покрове глубиной более 50 см вокруг дерева выкапывают яму в виде кольца шириной 50—60 см с уширением слева от подпила до 60—70 см. Для расчистки снега можно использовать съемный роторный снегоочиститель ВО-36, который присоединяют к двигателю бензомоторной пилы. Подготовку рабочего места следует поручать рабочим звена по валке деревьев, которые должны это делать дважды в смену (в начале первой и второй половины), подготавливая себе фронт работы на полсмены. На ровной местности и на склонах крутизной до 15° валку деревьев на ленте, примыкающей к волоку, следует вести под углом 15—40° к трелевочному волоку вершинами в направлении трелевки, а на последующих лентах — кронами на вырубку предыдущих лент. В начале каждого ряда валят сначала небольшие деревья, а затем более крупные. Необходимо следить за тем, чтобы деревья не падали одно на другое, иначе возможны завалы на трассе. На косогорах с поперечным уклоном более 15° валку деревьев следует вести вершинами к линии волока (т.е. деревья, стоящие выше линии волока, необходимо валить вершинами вниз, к линии волока и, наоборот, деревья, стоящие ниже линии волока, — вершинами вверх, к линии волока. На косогорах с продольным уклоном более 19° валку деревьев следует вести вершинами вниз в направлении волока.

При расчистке строительной полосы на слабых грунтах деревья очищают от сучьев непосредственно на трелевочном волоке. Для этого с разрабатываемых лент поваленные деревья подтаскивают к волоку. Для срезки сучьев с поваленных деревьев применяют бензомоторные пилы и сучкорезки БС-1. Сучья необходимо очищать вровень с поверхностью ствола вместе с прилегающей корой. Обрубщики сучьев должны работать на расстоянии один от другого не менее 5 м, чтобы не причинить травму рабочему рядом. Во время обрубки сучьев нельзя на-

ходиться на сваленном обрабатываемом дереве. Обрубать и спиливать сучья у ненадежно лежащего дерева можно только, применяя подкладные клети или специальные козлы. В горной местности при обрубке сучьев, чтобы избежать скольжения хлыста вдоль склона при крутизне 30°, необходимо хлысты предварительно привязывать к крепким пням. Вести работы по валке деревьев вблизи линий электропередач разрешается только под непосредственным руководством прораба или мастера, а бригадиру должен быть выдан специальный наряд-допуск на особо опасные работы.

Работать на лесосеке не допускается в следующих случаях: при силе ветра более 6 баллов; при ливневом дожде; при густом тумане; во время грозы; во время сильной метели; во время гололеда на горных участках.

Перед валкой леса на склонах необходимо предварительно очистить их от неустойчивых валунов, упавших деревьев и других предметов, которые во время валки леса могут причинить травму. В зимнее время в горной местности при большом скоплении снега на склоне к работам можно приступать только после того, как выполнен комплекс мероприятий, предохраняющих рабочих от снежных обвалов.

Для сталкивания деревьев при спиливании их бензомоторными пилами следует применять гидроклинья и валочные вилки. Валочная вилка состоит из прочного, легкого деревянного шеста длиной 2–4 м и толщиной 5–6 см с укрепленной на конце металлической вилкой. Спиленные и очищенные от сучьев деревья должны быть доставлены на специально отведенные для хранения деловой древесины площадки, которые служат временным складом, причем хлысты деревьев укладывают в штабели объемом не более чем на одну лесовозную машину. Для трелевки хлыстов следует применять трелевочные тракторы ТДТ-55, ЛП-18А, ТБ-1 и ЛП-157, которыми предусмотрена трелевка деревьев или хлыстов в полуподвешенном положении. Трелевочные тракторы ТДИ-55 и ТБ-1 эффективно используют для трелевки мелкого и среднего леса при объеме хлыста до 0,4 м³, для трелевки крупного леса применяют тракторы ЛП-18А и ЛП-157.

Для работы в горных условиях на обводненных и заболоченных участках трассы наиболее целесообразно для транспортировки пакетов деревьев применять чокерные трелевочные тракторы, оснащенные лебедками. На этих тракторах можно перемещаться по труднопроходимым участкам без груза (пакетов деревьев) с последующим их подтаскиванием лебедкой. Трелевку пакетов деревьев чокерными тракторами осуществляют в приведенной последовательности: трактор подъезжает задним ходом к поваленным деревьям и останавливается на ровной площадке; чокеровщик и вальщик вручную при выключенном приводе разматывает и растягивает с барабана лебедки собирающий канат с чокерами; приступает непосредственно к чокеровке деревьев. При трелевке хлыстов и деревьев за комли их необходимо чокеровать на расстоянии 0,5–0,7 м от комлевых торцов, а при трелевке за вершины – на расстоянии 0,7–1,2 м от вершины срубов. Зев крюка чокера, чтобы избежать саморасцепки, при трелевке за комли должен быть обращен к вершине дерева, а при трелевке за вершины – к комлям. Когда все деревья зачокерованы, то

следует опустить погрузочный щит до упора в грунт; затормозить гусеницы трактора; начинать подтягивать хлысты лебедкой к машине после того как будет включена лебедка; затащить концы хлыстов деревьев на щит, причем щит поднимается и ложится на раму трактора одновременно с концами хлыстов. Для сброса пакетов деревьев на разгрузочную площадку включают лебедку на разматывание, и трактор выезжает из-под пакета деревьев. После остановки трактора приступают к расчокеровке деревьев в пакете, которую должны выполнять не менее двух рабочих (один из них машинист-трелевщик). Для трелевки пакетов деревьев бесчокерными тракторами ЛП-157 необходимо, чтобы продольная ось трактора совпадала с продольной осью пакета деревьев. Если у торца пакета имеются большие пни, валежные стволы, валуны, то трактор подъезжает к пакету под углом. Пакет деревьев формируют и удерживают в полуподвешенном состоянии с помощью лебедки и каната. Во время движения трактора с пакетом деревьев необходимо избегать крутых поворотов и по возможности обходить препятствия (например, слабый грунт, крупные пни), следить за надежностью трелевки пакета деревьев и в случае необходимости периодически поджимать пакет. Погрузку и формирование воза на трелевочных тракторах ЛП-18А и ТБ-1 осуществляют клещевым захватом, смонтированным на манипуляторе, которым подтаскивают дерево к машине, поднимают его, разворачивают на необходимый угол, а затем опускают увязочное устройство и зажимают в нем дерево. При разгрузке увязочную петлю на конике ослабляют, и трактор выезжает из-под пакета.

Вслед за трелевкой хлыстов на строительной полосе должны быть выполнены работы по корчевке пней. На полосе, на которой будет размещена траншея, корчуют только пни средней и крупной величины. Мелкие пни выкорчевывают одновременно с разработкой траншеи. Корчевку крупных пней следует осуществлять корчевателями на болотном ходу, а на труднопроходимых и незамерзающих болотах – взрывным способом. Корчевку пней диаметром до 40 см в летнее время и до 30 см в зимнее время можно выполнять с помощью бульдозера. Пни небольшого диаметра можно корчевать за один прием, держа отвал бульдозера на уровне земли и двигаясь вперед на первой скорости. Крупные пни корчуют за несколько приемов в приведенной последовательности: упирают отвалом, опущенным до земли; двигаясь вперед на первой скорости, немного приподнимают отвал, наклоняя тем самым пень и выдергивая его из земли; отводят бульдозер назад; заглубляют отвал в землю на 10–15 см; двигаясь вперед на первой скорости, окончательно выкорчевывают пень из земли. Корчевку пней диаметром до 75 см и валунов объемом до 2 м³ в летнее время можно осуществлять тракторами-корчевателями или бульдозерами на базе мощных тракторов (180 кВт и выше). Взрывной способ применяют, если корчевку крупных пней выполняют в зимнее время или невозможно использовать механизмы. Возможны два метода корчевки пней взрывами: заряды взрывчатого вещества помещают под пень; заряды помещают в шпур, пробуренный в теле пня. При корчевке и уборке с полосы отвода крупных камней и валунов используют те же способы и те же механизмы, что и при корчевке пней.

Отличие заключается в том, что для дробления крупных валунов (если позволяют условия безопасности) применяют взрывы накладных зарядов.

После корчевки пней оставшиеся на полосе ямы и неровности необходимо тщательно засыпать грунтом и сравнять с поверхностью земли. Выкорчеванные пни необходимо убрать со строительной полосы или их засыпать непосредственно на строительной полосе в специальной траншее, которую отрывают одноковшовым экскаватором в зоне размещения отвала грунта между траншеей под трубопровод и линией кабеля связи. После того как траншея вырыта, одноковшовый экскаватор используют для перемещения ковшом пней в траншею. Засыпанные в траншею пни уплотняют бульдозером. Затем траншею засыпают грунтом с послойным его уплотнением многократными проходами бульдозера. Траншею следует рыть, когда подготовлены для засыпки пни, так как рытье в задел приводит к скапливанию в ней воды и обрушению откосов.

В зимнее время очистку полосы от леса выполняют за два этапа. Вначале очищают зону для проезда транспорта и работы строительных машин, затем очищают от леса оставшуюся полосу и выполняют корчевку пней на ней непосредственно перед рытьем траншеи. В пределах этой полосы (благодаря временному сохранению леса, мохового покрова и слоя снега) промерзание грунта бывает неглубоким, что позволяет вести разработку траншеи как одноковшовым, так и роторным траншейными экскаваторами без предварительного рыхления.

Очистку строительной полосы от кустарника и мелколесья осуществляют двумя способами: первый способ – срезка кустарника и мелколесья с последующим их удалением за пределы строительной полосы или сжигание их непосредственно на строительной полосе (при невозможности утилизации), очистка поверхности от корней и пней; второй способ – удаление кустарника и мелколесья вместе с корневой системой за пределы строительной полосы или сжигание непосредственно на строительной полосе (при невозможности утилизации). Первый способ применяют при расчистке трассы на грунтах со слабой несущей способностью, второй – на устойчивых минеральных грунтах при незначительных объемах работ.

Срезанный кустарник и мелколесье собирают корчевателем-собирателем в валы или кучи для дальнейшей их вывозки за пределы строительной полосы в специально отведенные места или сжигают их непосредственно на полосе. Предварительно (до сбора срезанного кустарника или мелколесья в валы) очищают зону разработки траншеи от корней и пней, собирая их в кучи. Кучи делают продолговатыми и размещают (в случае их сжигания) по длине трассы на расстоянии 25–50 м одна от другой. Высота куч должна быть 1,5–2 м. Для вывозки кустарника и мелколесья за пределы строительной полосы следует применять металлические волокуши (пены), буксируемые тракторами. Для погрузки волокуш могут быть использованы: корчеватель-собиратель, работающий по челночной схеме; тракторный погрузчик; экскаватор, оснащенный грейфером вилочного типа.

После того как сожгли или вывезли за пределы строительной полосы срезанный кустарник и мелколесье выполняют следующие работы: планируют поверхность трассы; засыпают низменные места, балки и образующиеся при корчевке пней ямы; срезают бугры и крутые склоны оврагов.

Для расчистки трассы от кустарника и мелколесья вместе с корневой системой применяют бульдозеры и корчеватели-собиратели. Предварительно (для работы бульдозера и корчевателя-собирателя) по обе стороны строительной полосы подготавливают пионерную просеку шириной, достаточной для разворота бульдозера или корчевателя-собирателя. С помощью бульдозера или корчевателя-собирателя осуществляют срезку и перемещение кустарника и мелколесья в направлении от пионерной просеки, причем длина хода машины не должна быть более 10 м. Образующиеся в процессе расчистки валы или кучи сжигают на месте или удаляют за пределы строительной полосы в специально отведенные места. Кроме того, с помощью бульдозеров допускается выполнять сплошную валку леса также в случае, если невозможно использовать древесину в качестве деловой. Расчистку трассы от леса зимой на промерзаемых болотах и заболоченных участках осуществляют теми же способами и теми же машинами, которые применяют при работах на устойчивых минеральных грунтах. Валку деревьев при расчистке строительной полосы на незамерзающих болотах в зимний период, а также на болотах I–II типов с допускаемым давлением на торфяную залежь менее 0,02 МПа в остальное время года следует осуществлять бензомоторными пилами.

Стволы деревьев на болотах срезают на уровне поверхности грунта, сохраняя корневую систему. Это требование необходимо соблюдать в местах наземной прокладки трубопровода и в зонах выполнения строительно-монтажных работ. На лесистых болотах и заболоченных участках древесину, полученную при расчистке полосы, целесообразно использовать для сооружения временной дороги. Сучья с поваленных деревьев обрубают непосредственно на строительной полосе с последующим их использованием для устройства хворостяной выстилки, которой усиливают основание временной дороги.

Расчистка строительной полосы от леса мощными бульдозерами

Нормы времени расчистки трассы магистральных трубопроводов от леса бульдозерами мощностью 210 кВт приведены в табл. 3.2–3.4.

Нормы времени расчистки трассы магистральных трубопроводов от леса бульдозерами мощностью 283 кВт приведены в табл. 3.5–3.7.

Классификация леса по крупности, густоте, числу деревьев на 1 га дана в табл. 3.8; объемы бревна в зависимости от его размеров приводятся в табл. 3.9, а объемы подтоварника и жердей в табл. 3.10.

Нормы времени на расчистку леса в зависимости от породы деревьев, крупности и применяемых машин приведены в табл. 3.11–3.14. Технико-экономические показатели расчистки строительной полосы от леса приведены в табл. 3.15.

Расчистка трассы от тонкомерного леса вручную производится на участках, не подлежащих расчистке машинами: труднопреодолимых болотах, крутых склонах. Нормы времени при валке леса пилами приведены в табл. 3.16 и 3.17.

Таблица 3.2. **Нормы времени на 1 га леса при диаметре деревьев 12–20 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Диаметры комля, см		
	12–16	< 18	< 20
300	3,1	3,3	3,4
450	3,3	3,6	3,9
600	3,6	4,1	4,5
750	3,9	4,6	5,2
900	4,2	5,1	6
1050	4,5	5,7	6,8
1200	4,9	6,4	7,9
1350	5,3	7,1	9,1
1500	5,7	8	10,3

Таблица 3.3. **Нормы времени на 1 га леса при диаметре деревьев 20–26 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см		
	20–22	< 24	< 26
300	3,7	3,9	4,1
400	4,1	4,4	4,9
500	4,6	5,1	5,7
600	5,2	5,8	6,7
700	5,8	6,7	7,9
800	6,5	7,7	9,3
900	7,3	8,8	11
1000	8,2	10	13
1100	9,1	11,5	15,2
1200	10	12,5	16,5

Таблица 3.4. **Нормы времени на 1 га леса при диаметре дерева 26–32 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см			Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см		
	26–28	< 30	< 32		26–28	< 30	< 32
200	3,8	4	4,3	550	7,4	8,6	10
250	4,2	4,5	4,8	600	8,2	9,6	11,5
300	4,6	5	5,5	650	9	10,5	13,5
350	5,1	5,6	6,2	700	9,9	12	14,7
400	5,6	6,2	7	750	11	13,5	15,7
450	6,1	6,9	7,9	800	12	14,8	16,8
500	6,7	7,8	9	850	13	15,6	17,6

Таблица 3.5. **Нормы времени на 1 га леса при диаметре дерева 12–20 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см		
	12–16	< 18	< 20
300	3,3	3,4	3,5
450	3,5	3,7	3,8
600	3,6	3,9	4,2
750	3,8	4,2	4,5
900	4	4,5	4,9
1050	4,2	4,8	5,4
1200	4,4	5,1	5,8
1350	4,6	5,5	6,3
1500	4,8	5,9	7,3

Таблица 3.6. **Нормы времени на 1 га леса при диаметре дерева 20–26 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см			Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см		
	20–22	< 24	< 26		20–22	< 24	< 26
300	3,7	3,8	3,9	800	5,2	5,7	6,4
400	3,9	4,1	4,3	900	5,6	6,2	7,1
500	4,2	4,5	4,8	1000	5,9	6,8	7,8
600	4,5	4,9	5,3	1100	6,4	7,4	8,6
700	4,8	5,3	5,8	1200	6,8	8,2	9,9

Таблица 3.7. **Нормы времени на 1 га леса при диаметре 26–32 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см			Число деревьев на 1 га	Диаметр комля, см		
	26–28	< 30	< 32		26–28	< 30	< 32
200	3,8	3,9	4	550	5,6	6,2	6,8
250	4	4,2	4,3	600	6	6,6	7,3
300	4,2	4,4	4,7	650	6,3	7	8,4
350	4,5	4,7	5	700	6,7	7,5	9,3
400	4,7	5,1	5,4	750	7,1	8,1	10,4
450	5	5,4	5,8	800	7,5	9,2	11,4
500	5,3	5,8	6,3	850	7,9	10,1	12,2

Таблица 3.8. **Характеристика леса**

Классификация леса		Число деревьев		Примерное расстояние между деревьями, м	Норма выхода древесины, $м^3$/га		
по крупности, мм	по густоте	на 1 га	на 100 $м^2$		всего	деловой	дров
Тонкомерный до 110/120	Густой	2250	22	<2	33	10	23
	Средний	1450	14	2–4	20	6	14
	Редкий	800	8	>4	10	3	7
Очень мелкий до 160/180	Густой	1400	14	<3	135	68	67
	Средний	850	8–9	3–5	85	43	42
	Редкий	400	4	>5	35	18	17
Мелкий до 240/260	Густой	850	8–9	<4	150	90	60
	Средний	500	5	4–6	100	60	40
	Редкий	300	3	>6	50	30	20
Средней крупности до 320/340	Густой	520	5	<4	175	105	70
	Средний	340	3–4	4–8	125	75	50
	Редкий	150	1–2	>8	75	45	30
Крупный 320/340	Густой	320	3	<6	200	120	80
	Средний	200	2	6–11	150	90	60
	Редкий	80	1	>11	100	60	40

Примечание. Числитель – диаметр ствола, знаменатель – пня.

Таблица 3.9. **Объем одного бревна, м³**

Диаметр в верхнем отрубе, мм	Длина бревен, м										
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
120	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103	0,114	0,125	0,138	0,15	0,166
130	0,062	0,074	0,085	0,097	0,108	0,12	0,132	0,144	0,158	0,173	0,19
140	0,073	0,084	0,097	0,11	0,123	0,135	0,15	0,164	0,179	0,195	0,21
150	0,084	0,097	0,11	0,125	0,14	0,154	0,169	0,185	0,2	0,22	0,24
160	0,095	0,11	0,124	0,14	0,155	0,172	0,189	0,2	0,22	0,24	0,26
180	0,12	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21	0,23	0,25	0,28	0,3	0,32
200	0,147	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26	0,28	0,3	0,33	0,36	0,39
220	0,178	0,2	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,4	0,43	0,46
260	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43	0,46	0,5	0,54	0,58	0,63
240	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,36	0,4	0,43	0,47	0,5	0,55
280	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58	0,63	0,67	0,72
300	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61	0,66	0,72	0,78	0,83
320	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,7	0,76	0,82	0,88	0,94
340	0,43	0,49	0,54	0,6	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92	0,98	1,06
360	0,48	0,54	0,6	0,67	0,74	0,8	0,88	0,95	1,02	1,1	1,18
380	0,53	0,6	0,67	0,74	0,82	0,9	0,9	1,05	1,13	1,22	1,3

Таблица 3.10. **Объем 100 штук подтоварника или жердей, м³**

Диаметр в верхнем отрубе,мм	Длина, м					
	3	3,5	4	4,5	5	5,5
30	0,45	0,57	0,67	0,78	0,92	1
40	0,65	0,79	0,93	1,1	1,3	1,4
50	0,88	1,1	1,3	1,5	1,8	2
60	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5
70	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2
80	1,7	2,1	2,6	3,1	3,5	4
90	2,1	2,6	3,2	3,7	4,3	4,9
100	2,6	3,1	3,7	4,4	5,1	5,8
110	3,2	3,7	4,5	5,3	6,2	7

Продолжение табл. 3.10

Диаметр в верхнем отрубе, мм	Длина, м					
	6	6,5	7	7,5	8	9
30	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,1
40	1,6	1,8	2	2,3	2,6	3,1
50	2,3	2,5	2,9	3,2	3,6	4,3
60	2,8	3,1	3,7	4,2	4,7	5,6
70	3,6	4	4,5	5,1	5,8	7
80	4,5	5,1	5,7	6,4	7,1	8,4
90	5,5	6,1	6,9	7,6	8,4	10
100	6,5	7,5	8,2	9	10	12,2
110	8	9	9,8	10,8	12	14

Таблица 3.11. **Нормы времени по расчистке на 10 деревьев, маш-ч**

Диаметр комля, см	Машины	Ель, осина, ольха, береза, пихта, липа, сосна	Дуб, бук, граб, клен, ясень, кедр, лиственница
24	Бульдозер на базе трактора Т-130М	0,27	0,46
	Бульдозер на базе трактора Т-160	0,24	0,43
	Корчеватель	0,3	0,47
32	Бульдозер на базе трактора Т-130М	0,5	0,82
	Бульдозер на базе трактора Т-160	0,46	0,75
	Корчеватель	0,55	0,84
40	Бульдозер на базе трактора Т-130М	1,15	2,1
	Бульдозер на базе трактора Т-160	1,1	1,95
	Корчеватель	1,3	2,2

Таблица 3.12. **Усредненные нормы времени для тонкомерного леса на 1 га расчищенной площади, маш-ч**

Характеристика леса	Бульдозер на базе трактора Т-130М	Бульдозер на базе трактора Т-160	Корчеватель	Кусторез Д-174
Густой	5,8	5,5	6	4
Средней густоты	4,4	4,2	4,7	3,1
Редкий	3,5	3,3	3,8	2,4

Таблица 3.13. **Усредненные нормы времени для леса средней крупности хвойных и мягколиственных пород (ель, осина, пихта, липа, ольха, береза, сосна) на 1 га расчищенной площади, диаметром комля до 32 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Бульдозер на базе трактора Т-130М	Бульдозер на базе трактора Т-160	Корчеватель
145–160	7,6	7	8,4
160–175	8,4	7,7	9,2
175–190	9,1	8,4	10
190–205	9,9	9,1	11
205–220	10,5	9,8	11,5
220–235	11,5	10,5	12,5
235–250	12	11	13,5
250–265	13	12	14
265–280	13,5	12,5	15
280–295	14,5	13	16
295–310	15	14	16,5
310–325	16	14,5	17,5
325–340	16,5	15,5	18,5
340–355	17,5	16	19
355–370	18	16,5	20
370–385	19	17,5	21
385–400	19,5	18	22
400–415	20	18,5	22
415–430	21	19,5	23
430–445	22	20	24
445–460	23	21	25
460–475	23	22	26
475–490	24	22	27
490–505	25	23	27
505–520	26	24	28
520–535	26	24	29

Таблица 3.14. **Усредненные нормы времени для леса средней крупности твердолиственных пород (дуб, бук, клен, ясень, лиственница, кедр) на 1 га расчищенной площади диаметром комля до 32 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Бульдозер на базе трактора Т-130М	Бульдозер на базе трактора Т-160	Корчеватель
145–160	12,5	11,5	13
160–175	13,5	12,5	14
175–190	15	13,5	15,5
190–205	16	15	16,5
205–220	17,5	16	18
220–235	18,5	17	19
235–250	20	18	20
250–265	21	19,5	22
265–280	22	20	23
280–295	24	22	24
295–310	25	23	25
310–325	26	24	27
325–340	27	25	28
340–355	28	26	29
355–370	30	27	30
370–385	31	28	32
385–400	32	29	33
400–415	33	31	34
415–430	35	32	35
430–445	36	33	37
445–460	37	34	38
460–475	38	35	39
475–490	40	36	41
490–505	41	37	42
505–520	42	38	43
520–535	43	40	44

Таблица 3.15. **Технико-экономические показатели расчистки полосы от леса на 10 га**

Показатели работы бригады	Характеристика леса			
	тонкомерный средней густоты	мелкий средней густоты	средней крупности и средней густоты	крупный средней густоты
Энерговооруженность, кВт	79	79	220	218
Энерговооруженность 1 человека, кВт	7,9	15,9	9,6	10,3
Выработка 1 чел. в смену, га	0,16	0,11	0,023	0,022
Трудозатраты, чел.-дни	65,9	91,1	321,8	351,3
Затраты, маш-смены	6,5	19	84,8	88,6

Таблица 3. 16. **Усредненные нормы времени для хвойных пород леса (сосны, осины, липы, ели) на 10 деревьев, маш-ч**

Диаметр комля, мм	Механические пилы	Ручные пилы
16	0,47	0,59
24	0,68	0,82
32	0,99	1,25
32	1,8	2

Таблица 3.17. **Усредненные нормы времени $H_{вр}$ для леса средней крупности хвойных и мягколиственных пород (сосны, осины, липы, кедра, ели, пихты) на 1 га, маш-ч (диаметр комля до 24 см)**

Число деревьев на 1 га	Норма времени $H_{вр}$	Число деревьев на 1 га	Норма времени $H_{вр}$
145–160	15	340–355	34
160–175	16,5	355–370	36
175–190	18	370–385	37
190–205	19,5	385–400	39
205–220	21	400–415	40
220–235	23	415–430	42
235–250	24	430–445	43
250–265	25	445–460	45
265–280	27	460–475	46
280–295	28	475–490	48
295–310	30	490–505	49
310–325	31	505–520	51
325–340	33	520–535	52

В зависимости от ширины расчищаемой от леса просеки и густоты древостоя руководитель работ уточняет технологическую последовательность производства работ с учетом имеющихся машин. Перед началом работ необходимо обозначить в соответствии с проектом ширину расчищаемой просеки путем затески деревьев на ее границах. Валка деревьев должна производиться вершинами в сторону трелевки хлыстов способом "елочки" или "костра" для облегчения обрубки, сбора, сжигания сучьев и трелевки хлыстов. Высота пней не должна превышать установленной нормы – 10 см от шейки или 1/3 диаметра пня. Нормы времени при валке деревьев механическими и ручными пилами приведены в табл. 3.16. Нормы времени при валке деревьев механическими пилами приведены в табл. 3.17. Время, затрачиваемое на трелевку леса, зависит от марки применяемых машин (мощности), расстояния трелевки и степени очистки дерева от ветвей. Усредненные нормы времени на трелевку леса приведены в табл. 3.18. Время, затрачиваемое на корчевку пней, зависит от диаметра пня, породы дерева и мощности используемых машин. Усредненные нормы времени на корчевку пней приведены в табл. 3.19–3.21.

Таблица 3.18. **Усредненные нормы времени на трелевку леса тракторами ТДТ-40 на 10 м³ плотных, маш-ч**

Марка трактора	Расстояние перемещения, м						
	300	600	1000	2000	3000	4000	5000
ТДТ-40	0,79/0,7	0,95/0,85	1,15/0,99	1,45/1,3	1,8/1,6	2,3/2	2,5/2,3
Т-100	0,73/0,65	0,86/0,77	1,05/0,9	1,3/1,2	1,65/1,5	2,1/1,8	2,3/2,1
Т-130М	0,63/0,57	0,75/0,68	0,9/0,78	1,15/1,05	1,4/1,3	1,8/1,55	2,1/1,8

Примечание. В числителе срубленные деревья с кронами, в знаменателе – без крон.

Таблица 3.19. **Усредненные нормы времени при корчевке пней механизированным способом, на 10 пней маш-ч**

Диаметр пня, см до	Машины	Ель, осина, пихта, липа, ольха, береза, сосна	Дуб, бук, граб, клен, ясень, лиственница, кедр
26	Бульдозер на базе трактора Т-130М	0,21	0,32
	Бульдозер на базе трактора Т-160	0,19	0,29
	Корчеватель	0,2	0,3
34	Бульдозер на базе трактора Т-130М	0,4	0,6
	Бульдозер на базе трактора Т-160	0,34	0,54
	Корчеватель	0,36	0,56
40	Бульдозер на базе трактора Т-130М	0,78	1,35
	Бульдозер на базе трактора Т-160	0,65	1,2
	Корчеватель	0,7	1,2

Таблица 3.20. **Усредненные нормы времени для леса средней крупности хвойных и мягколиственных пород (ель, осина, пихта, липа, ольха, береза, сосна) на 1 га раскорчеванной площади (после расчистки) при диаметре пня до 34 см, маш-ч**

Число деревьев на 1 га	Бульдозер на базе трактора Т-130	Бульдозер на базе трактора Т-160	Корчеватель
145–160	6,1	5,2	5,5
160–175	6,7	5,7	6
175–190	7,3	6,2	6,6
190–205	7,9	6,7	7,1
205–220	8,5	7,2	7,7
220–235	9,1	7,7	8,2
235–250	9,7	8,2	8,7
250–265	10,5	8,8	9,3
265–280	11	9,3	9,8
280–295	11,5	9,8	10,5

Продолжение табл. 3.20

Число деревьев на 1 га	Бульдозер на базе трактора Т-130	Бульдозер на базе трактора Т-160	Корчеватель
295–310	12	10,5	11
310–325	12,5	11	11,5
325–340	13,5	11,5	12
340–355	14	12	12,5
355–370	14,5	12,5	13
370–385	15	13	13,5
385–400	15,5	13,5	14
400–415	16,5	14	14,5
415–430	17	14,5	15
430–445	17,5	15	16
445–460	18	15,5	16,5
460–475	18,5	16	17
475–490	19,5	16,5	17,5
490–505	20	17	18
505–520	21	17,5	18,5
520–535	21	18	19

Таблица 3.21. **Усредненные нормы времени для леса средней крупности твердолиственных пород (дуб, бук, граб, клен, ясень, лиственница, кедр) на 1 га раскорчеванной площади (после расчистки) при диаметре пня до 34 см, маш·ч**

Число деревьев на 1 га	Бульдозер на базе трактора Т-130	Бульдозер на базе трактора Т-160	Корчеватель
145–160	9,2	8,2	8,5
160–175	10	9	9,4
175–190	11	9,9	10
190–205	12	10,5	11
205–220	13	11,5	12
220–235	13,5	12,5	12,5
235–250	14,5	13	13,5
250–265	15,5	14	14,5
265–280	16,5	14,5	15,5
280–295	17,5	15,5	16
295–310	18	16,5	17
310–325	19	17	18
325–340	20	18	18,5
340–355	21	19	19,5
355–370	22	19,5	20
370–385	23	20	21
385–400	24	21	22
400–415	24	22	23
415–430	25	23	24
430–445	26	24	25
445–460	27	24	25
460–475	28	25	26
475–490	29	26	27
490–505	30	27	28
505–520	31	28	29
520–535	32	28	30

Планировка строительной полосы

Прежде чем приступить к работам по планировке строительной полосы необходимо расчистить ее от валунов, камней и других посторонних предметов, которые могут помешать дальнейшим строительно-монтажным работам. Мелкие, средние камни и валуны убирают бульдозером, который продольными и поперечными ходами (в зависимости от конкретных условий и рельефа) перемещает их к границам строительной полосы или вниз, под уклон. Крупные валуны и камни убирают в отвал с помощью корчевателей-собирателей, а предметы, которые не могут быть убраны корчевателем-собирателем, перемещают бульдозером или трактором с предварительной обвязкой их канатом. Если валуны значительно заглублены в грунт, то их предварительно дробят методом взрыва; раздробленные куски убирают бульдозером. В местах, где применение метода взрыва не допускается правилами безопасности или не представляется возможным, валуны подкапывают, затем либо убирают, либо закапывают на большую глубину в грунт. Особое внимание при очистке трассы от валунов и камней следует обратить на очистку зоны разработки траншеи и отвала грунта, чтобы при обратной засыпке избежать смешение валунов и камней с грунтом, в результате чего можно повредить покрытие и трубопровод в целом.

Планировку трассы осуществляют для того, чтобы избежать дополнительных переломов продольного профиля дна траншеи; сохранить постоянной глубину траншеи; способствовать бесперебойной доставке длинномерных секций труб к месту работ; способствовать раскладке, монтажу, сварке секций труб и выполнению изоляционно-укладочных работ совмещенным методом; сократить число гнутых вставок трубы и обеспечить естественный изгиб трубопровода в вертикальной плоскости. При планировке трассы на пересеченной местности осуществляют срезку бугров и склонов оврагов, а также подсыпку низинных мест и балок. Планировку трассы выполняют, как правило, бульдозером, который перемещается вдоль строительной полосы продольными ходами. Грунт, срезанный с местных возвышений во время планировочных работ, перемещают (в случае необходимости) в пониженные места. При подсыпке низин со значительным объемом земляных работ грунт добирают путем расширения срезаемой части или грунтом из боковых резервов. Планировку трассы в условиях барханных и грядоячеистых песков осуществляют путем срезки барханов и отсыпки грунтов в межбарханные впадины за пределами строительной полосы. В зависимости от условий перемещение грунта выполняют продольными или поперечными проходами бульдозеров.

Планировочные работы на участках с подвижными песками, следует выполнять непосредственно перед началом строительно-монтажных работ. Планировку сыпучих песчаных грунтов необходимо осуществлять с наветренной стороны. Перемещать песчаные грунты бульдозером разрешается только под уклон. Если такой возможности нет и работы ведут на подъем, то крутизна откосов для соблюдения безопасных работ должна быть в пределах 1:4 и 1:5. На заболоченных участках трассы в зоне проезда и работы машин и полосе устройства основания под трубопровод при наземной прокладке планировку выполняют в основном

путем засыпки неровностей привозным грунтом, не допуская срезки и нарушения верхнего торфяного покрова болота.

Для планировочных работ следует применять те же землеройные и землеройно-транспортные машины, которые используют для выполнения земляных работ и расчистки строительной полосы от лесной растительности (табл. 3.22, 3.23).

Таблица 3.22. **Усредненные нормы времени при предварительной планировке площадей бульдозерами на 1000 м^2 спланированной поверхности за 1 проход бульдозера, маш-ч**

Тип трактора	Марка бульдозера	Способ работы	
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях
МТЗ-52	ДЗ-37	0,68	0,45
ДТ-75–02	ДЗ-42	0,51	0,36
Т-100М	ДЗ-53	0,3	0,19
Т-100М	ДЗ-17	0,24	0,15
Т-130Г	ДЗ-120, ДЗ-110А, ДЗ-270	0,29	0,19
ДЭТ-250	ДЗ-118	0,15	0,11

Таблица 3.23. **Усредненные нормы времени при окончательной планировке площадей бульдозерами на 1000 м^2 спланированной поверхности за один проход бульдозера, маш-ч**

Тип трактора	Марка бульдозера	Способ работы	
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях
МТЗ-52	ДЗ-37	0,81	0,7
ДТ-75-С2	ДЗ-42	0,61	0,55
Т-100М	ДЗ-53	0,37	0,32
Т-100М	ДЗ-17	0,29	0,25
Т-130Г	ДЗ-120, ДЗ-110А, ДЗ-270	0,35	0,32
ДЭТ-250	ДЗ-118	0,19	0,18

Предварительная планировка площадей мощными бульдозерами

При предварительной (грубой) планировке срезка излишков грунта и засыпка впадин производится "на глаз", в результате чего создается относительно ровная поверхность без заданных отметок. Двигаясь вперед, бульдозер срезает бугры и заполняет впадины. Планировочные работы производятся при рабочем ходе бульдозера в одном или двух направлениях. При рабочем ходе в одном направлении бульдозер после прохода по всей захватке возвращается в исходное положение порожняком. Для лучшего качества работы при обратном холостом ходе отвал бульдозера следует волочить по поверхности, благодаря чему грунт дополнительно разравнивается тыльной стороной отвала. Планировка поверхности ведется отдельными захватками, хорошо просматриваемыми с любого места стоянки машины. Нормы выработки за смену (7 ч) и нормы времени приведены в табл. 3.24.

Таблица 3.24. **Усредненные нормы выработки $H_{выр}$ за смену (в тыс. м^2) и усредненные нормы времени $H_в$ на 1000 м^2 (в маш-ч) спланированной поверхности за один проход бульдозера**

Мощность бульдозера, кВт	$H_{выр}$	$H_в$	$H_{выр}$	$H_в$
	При рабочем ходе в одном направлении		При рабочем ходе в двух направлениях	
210	43,8	0,16	63,6	0,11
236	45,2	0,155	66,7	0,105
283	46,7	0,15	70	0,1
300	66,7	0,105	100	0,07

Окончательная планировка площадей мощными бульдозерами

Перед окончательной планировкой площади должна быть произведена разбивка и определена величина срезок и досыпок. Окончательная планировка поверхности производится по нивелирным отметкам. Первые проходы должны производиться короткими захватками, а затем сквозными проходами бульдозера по всей длине участка. Каждый последующий проход бульдозера перекрывает предыдущий след на 0,3–0,5 м. Работа, так же как и при предварительной планировке, производится при рабочем ходе бульдозера в одном или двух направлениях, в зависимости от характера поверхности грунта. Окончательная планировка может выполняться как после предварительной планировки, так и без нее, после закрепления нивелирных отметок. Нормы выработки за смену (7 ч) и нормы времени приведены в табл. 3.25.

Таблица 3.25. **Усредненные нормы выработки $H_{выр}$ (в тыс. м^3) и усредненные нормы времени $H_в$ на 1000 м^2 (в маш-ч) спланированной поверхности за один проход бульдозера**

Мощность бульдозера, кВт	$H_{выр}$	$H_в$	$H_{выр}$	$H_в$
	При рабочем ходе в одном направлении		При рабочем ходе в двух направлениях	
210	35	0,2	50	0,14
236	38,9	0,18	53,8	0,13
283	38,9	0,18	58,3	0,12
300	56	0,125	82,4	0,085

Снятие и восстановление плодородного слоя

Технология снятия и восстановления плодородного слоя при строительстве линейной части трубопроводов диаметром до 820 мм

Перед снятием плодородного слоя почвы по оси траншеи устанавливают вешки высотой 2–2,5 м. На прямых участках трассы вешки устанавливают в пределах видимости, на кривых – через 5–10 м. Одним проходом по оси траншеи роторным рекультиватором ЭТР 254-05 снимают плодородный слой почвы с полосы шириной 3,5 м.

Техническая характеристика рекультиваторов ЭТР 254-05

Размеры отрываемой траншеи, м:	
глубина	2,5
ширина	3,5
Мощность двигателя, кВт	221
Техническая производительность в грунтах I категории, $м^3$/ч	1200
Дальность перемещения грунта в отвал, м	5–14
Рабочая скорость, м/ч	35–350
Транспортная скорость, км/ч	0,48–5,6
Габаритные размеры, м:	
длина	13500
ширина	4200
высота	4350
Масса, кг	45000
Давление на грунт, МПа	0,071

Отвал почвы укладывают на полосу земляных работ Б на расстояние 5–7 м от края полосы рекультивации до середины отвала (рис.3.3,*а*). Параметры строительной полосы приведены в табл. 3.26. Траншею разрабатывают перемещающимися по полосе, свободной от плодородного слоя почвы, экскаваторами (рис. 3.3, *б*), марки которых зависят от диаметров сооружаемых трубопроводов. После прохода строительного потока уложенный в траншею турбопровод засыпают, перемещая из отвала весь минеральный грунт бульдозером ДЗ-18, ДЗ-27, Д-355А и др. (рис. 3.3, *в*). Избыток минерального грунта распределяют по полосе рекультивации продольным проходом бульдозера ДЗ-18, ДЗ-27, Д-355А и уплотняют его. После выполнения этой операции полоса рекультивации должна представлять собой выемку с четко обозначенными краями (рис. 3.3,*в*).

Возвращение (рекультивацию) плодородного слоя почвы выполняют бульдозерами ДЗ-18, ДЗ-27, ДЗ-355А, перемещающими его из отвала хранения, распределяющими и выполняющими окончательную планировку продольными проходами (рис. 3.3, *г*). Для планировки поверхности могут использоваться автогрейдеры любых марок. Возвращение плодородного слоя почвы можно выполнять экскаватором ЭТР 254-05. В этом случае проход выполняют глубже основания отвала почвы, чтобы компенсировать потери почвы в гребнях, остающихся по бокам рабочего органа. Планировку этих гребней выполняют продольными проходами бульдозеров или автогрейдером.

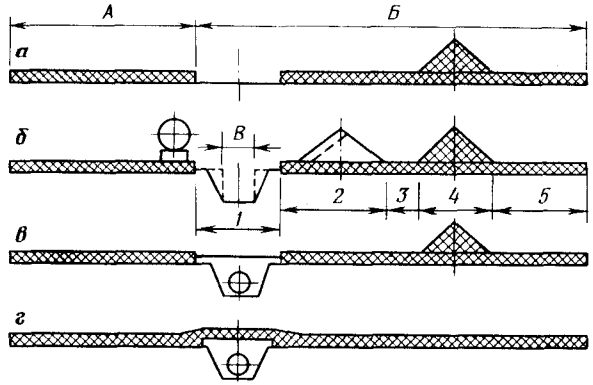


Рис. 3.3. Схема последовательности выполнения земляных работ при строительстве трубопроводов диаметром до 820 мм при любой мощности плодородного слоя, а также диаметром 1020–1420 мм при мощности этого слоя более 50 см

Таблица 3.26. **Параметры строительной полосы (см. рис. 3.3)**

Диаметр трубопровода, мм	Полоса монтажных работ *А*, м	Полоса земляных работ, м						
		1	2	3	4	5	*Б*	*В*
До 426	11	3,5	2	1,5	3	4	14	0,9–1,4
529–726	12,5	3,5	2,5	1,5	3	5	15,5	0,9–1,9
820	12,7	3,5	4,5	1	3	6	18	1,2–3
1020	12,7	3,5	5	4	4	6,2	22,7	1,5–3,5
1220	13,2	3,5	6	4	4	6,6	24,1	1,6–3,5
1420	13,4	3,5	7	4	4	6,6	25,1	2,1–3,5

Допускается также использовать для снятия плодородной почвы роторные экскаваторы с рабочим органом шириной 0,9 и 1,8 м при строительстве трубопроводов диаметром соответственно до 200 и 300 мм.

Технология рекультивации плодородного слоя при строительстве линейной части трубопроводов диаметром 1020–1420 мм роторными экскаваторами ЭТР 254-05

Подготовку строительной полосы выполняют так же, как при строительстве трубопроводов малых диаметров. Плодородный слой почвы снимают роторным экскаватором ЭТР 254-05 с полосы шириной 3,5 м и укладывают на полосу земляных работ на расстоянии 11–13 м от края полосы рекультивации до середины отвала. Для этого транспортеры экскаваторов ЭТР 254-05, имеющие гидравлическую подвеску, оснащают устройством, увеличивающим дальность транспортировки грунта. При отсутствии таких устройств или при тросовой подвеске транспортера, не

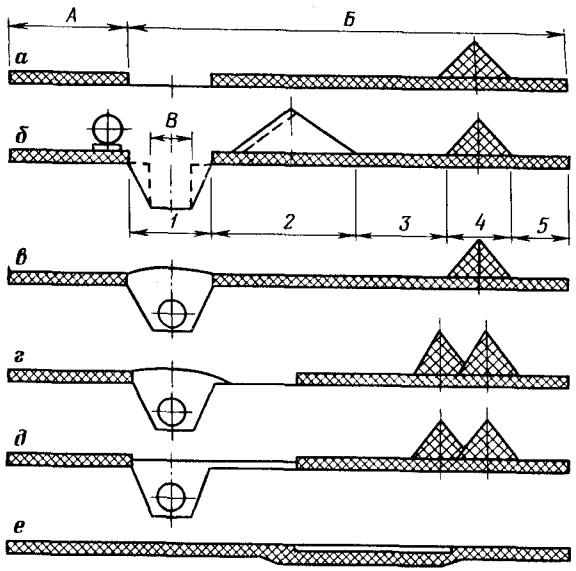


Рис. 3.4. Схема последовательности операций земляных работ при строительстве трубопроводов диаметром 1020–1420 мм при мощности плодородного слоя почвы 20–50 см

Таблица 3.27. **Параметры строительной полосы (см. рис. 3.4)**

Диаметр трубопровода, мм	Полоса монтажных работ, *А*, м	Полоса земляных работ, м						
		1	2	3	4	5	*Б*	*В*
1020	12,7	3,5	5	4	4	6,2	22,7	1,5–3,5
1220	13,2	3,5	6	4	4	6,6	24,1	1,5–3,5
1420	13,4	3,5	7	4	4	6,6	25,1	2,1–3,5

допускающей установку дополнительных средств, слой плодородной почвы снимают экскаватором ЭТР 254-05 и дополнительно перемещают бульдозером. Последовательность дальнейших операций зависит от мощности плодородного слоя почвы.

При мощности плодородного слоя почвы 20–50 см необходимо проводить операции в следующей последовательности:

отвал плодородного слоя почвы снимают с полосы шириной 3,5 м экскаватором ЭТР 254-05 и укладывают на полосе земляных работ (рис.3.4, *а*). Параметры строительной полосы по рис. 3.4 приведены в табл.3.27.

Роторными и одноковшовыми экскаваторами, перемещающимися

Таблица 3.28. **Усредненные нормы выработки за 7 ч (в $м^3$ в числителе) и усредненные нормы времени (в маш-ч в знаменателе) на 100 $м^3$ грунта по обмеру в плотном состоянии при ширине рекультивации 10 м**

Мощность бульдозера, кВт	Снятие площадного слоя		Восстановление	
	Группа грунта			
	I	II	I	II
210	2333 / 0,3	2000 / 0,35	1000 / 0,7	909 / 0,77
235	2593 / 0,27	2258 / 0,31	1148 / 0,61	1045 / 0,67
283	3043 / 0,23	2692 / 0,26	1346 / 0,52	1228 / 0,57
300	3333 / 0,21	2917 / 0,24	1458 / 0,48	1321 / 0,53

по полосе рекультивации, разрабатывают траншею, располагая отвал минерального грунта на полосе земляных работ на расстоянии 0,5–1,5 м от ее края (рис. 3.4,*б*).

После прохода строительного потока уложенный в траншею трубопровод засыпают, перемещая весь минеральный грунт из отвала на полосу со снятым плодородным слоем почвы преимущественно мощными бульдозерами (рис.3.4,*в*). Вторым проходом экскаватора ЭТР 245-05 по полосе земляных работ снимают плодородный слой почвы с полосы шириной 3,5 м, т.е.полосу рекультивации расширяют до 7 м. Снятый плодородный слой укладывают на отвал почвы, разработанной при первом проходе (рис. 3.4,*г*). Избыток минерального грунта, расположенный над траншеей, распределяют по расширенной полосе рекультивации автогрейдерами ДЗ-40Б, ДЗ-14, или бульдозерами и уплотняют бульдозерами или кулачковыми катками (рис. 3.4, *д*). При выполнении каждой из перечисленных операций необходимо сохранить четко выраженные границы полосы рекультивации шириной 7 м, которая после завершения операций должна представлять собой выемку. Бульдозерами ДЗ-18, ДЗ-27 или ДЗ-55 возвращают плодородный слой почвы на полосу рекультивации (рис. 3.4, *е*). При недостатке роторных экскаваторов ЭТР 254-05 допускается выполнение операций по снятию плодородного слоя почвы в немерзлом состоянии продольными проходами бульдозеров ДЗ-27, Д-155А, Д-355А на ширину отвала, но не менее 3,5 м с последующим расширением этой полосы до 8 м продольно-поперечными проходами бульдозеров тех же марок.

В зимний период операцию по снятию плодородного слоя почвы допускается выполнять также роторным экскаватором с рабочим органом шириной не менее ширины траншеи. Последующее расширение

этой полосы до 8 м необходимо осуществлять в немерзлой почве бульдозерами упомянутых марок. Нормы времени на эти работы на 1000 м^2 поверхности почвы составляют: для бульдозера марки ДЗ-42 1,1–2,2 маш-ч, для ДЗ-270 0,79–1,6 маш-ч.

Разработка, перемещение, восстановление и планировка растительного грунта бульдозерами на полосе рекультивации

Порядок проведения работ на полосе рекультивации следующий:
разработка и перемещение плодородного слоя почвы;
планировка минерального слоя грунта после засыпки траншеи;
распределение излишков минерального слоя грунта;
уплотнение минерального слоя грунта в два прохода катками или гусеницами бульдозера;
перемещение и планировка плодородного слоя почвы из отвала после засыпки траншеи;
уплотнение плодородного слоя почвы в два прохода катками или гусеницами бульдозера.

Максимальная толщина снимаемого слоя не должна превышать 0,4 м. Нормы выработки и нормы времени приведены в табл. 3.28.

Строительство временных дорог (лежневых)

Строительство временных дорог осуществляют в соответствии с проектом и транспортной схемой, которую разрабатывает проектный институт и согласовывает с местными органами власти и дорожно-эксплуатационными организациями. Временные дороги должны обеспечивать проезд автотранспорта и техники строительно-монтажных колонн при выполнении основных работ на грунтах со слабой несущей способностью, а также организацию вывозки труб, материалов и оборудования для сооружения трубопроводов. Временные дороги для проезда строительных и транспортных машин следует устраивать однополосными с уширением в местах разворотов, поворотов и разъездов. Разъезды устраивают на расстоянии прямой видимости. На прямых участках трассы разъезды устраивают на расстоянии не более 500–600 м один от другого. Параметры дорог назначают в зависимости от принятых для сооружения данного трубопровода габаритов транспортных средств и строительной техники, интенсивности и объема грузоперевозок, срока службы дорог и местных условий (состояние грунта и т.д.).

Перед началом работ по устройству лежневой дороги необходимо выполнить следующие подготовительные работы и мероприятия: принять у заказчика трассу (подписать акт приемки трассы, с приложением ведомостей установленных реперов и привязок и т,д,); расчистить от леса и кустарника полосу отвода на болоте и прилегающих участках; установить знаки с указанием подземных коммуникаций; подготовить вдольтрассовый проезд до болота или отдельный заезд с существующих дорог на трассу к болоту для доставки трелевочного трактора и его обслуживания; обозначить опасные места при производстве работ; завезти на трассу к месту работ и уложить в штабеля по сортаментам лесоматериалы для устройства лежневой дороги; выдать бригаде наряд-

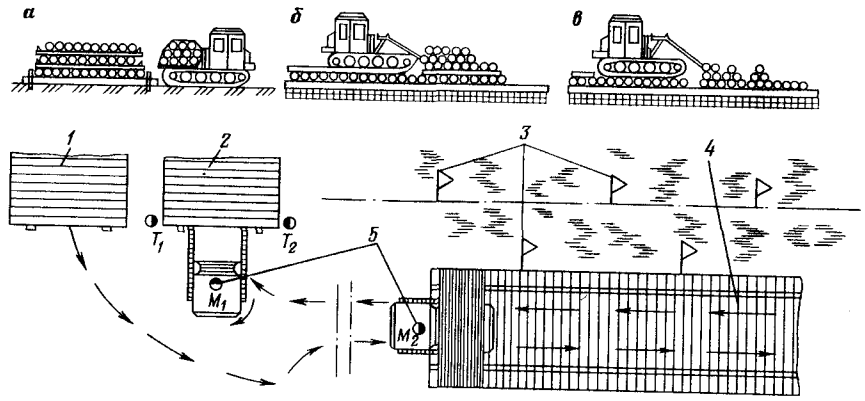


Рис. 3.5. Схема организации подвоза лесоматериалов для устройства временной лежневой дороги:

а – погрузка бревен из штабеля; *б* – разгрузка лежней; *в* – разгрузка лаг накатника; *г* – общая схема организации работ; *1* – штабель бревен для лежней и отбойных брусьев; *2* – штабель бревен для лаг накатника; *3* – разметочные вехи; *4* – лежневая дорога; *5* – трелевочный трактор

задание; определить участок производства работ; ознакомить с ППР инженерно-технических работников и рабочих, занятых на строительстве лежневой дороги.

Складирование местных лесоматериалов производится в ходе расчистки трассы от леса, привозных – непосредственно перед началом работ. Бревна определенного диаметра и длины для продольных лежней и лаг поперечного настила следует укладывать в отдельные штабеля. Крепежные материалы – скобы, проволока для скруток – завозятся непосредственно перед началом работ. Запас лесоматериалов для сооружения лежневой дороги должен быть сосредоточен в штабелях на расстоянии от уреза болота не более 200 м. Сооружение лежневой дороги ведется в основном вручную методом наращивания "от себя", с подвозом лесоматериалов трелевочными тракторами по готовому настилу дороги. Работы выполняются захватками, равными по длине шагу продольных лежней, в следующем порядке. Машинист трелевочного трактора M_1 (рис.3.5) с помощью такелажников T_1 и T_2 загружают на щит трелевочного трактора (тяговой лебедкой с укладкой поперек щита) бревна продольных лежней и доставляет их к месту работы бригады. Объем вывозки за 1 рейс должен быть равен числу продольных лежней в одной захватке, плюс два бревна на устройство отбойных брусьев. Бревна разгружаются в конце готового настила лежневой дороги. Звено рабочих P_1–P_8 вручную раскладывают продольные лежни в проектное положение на поверхность болота (рис.3.6). Лежни укладываются с нахлестом концов и чередованием верхнего и нижнего отрубов бревна. Далее машинист трелевочного трактора M_2 с помощью такелажников T_1 и T_2 загружает из штабеля бревна по-

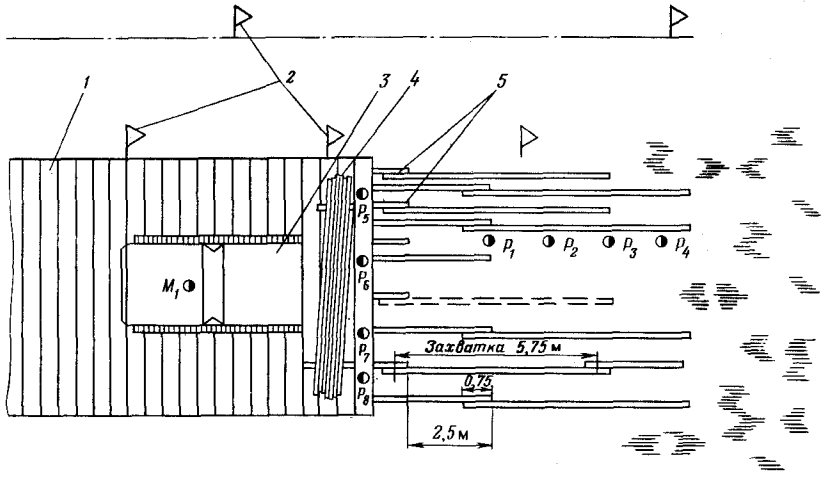


Рис. 3.6. Схема организации работ по раскладке продольных лежней:

1 – лежневая дорога; *2* – разметочные знаки; *3* – трелевочный трактор; *4* – разгруженный пакет бревен для лежней; *5* – лежни

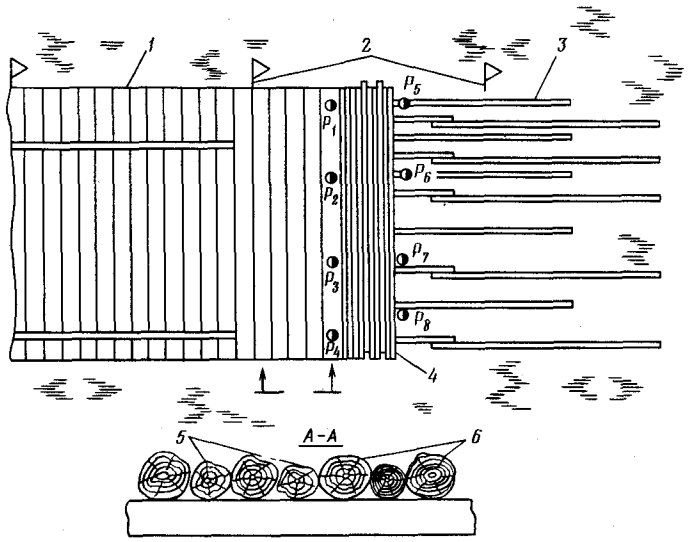


Рис. 3.7. Схема организации работ по укладке лаг поперечного настила (накатника):

1 – лежневая дорога; *2* – разметочные вехи; *3* – лежни; *4* – лаги накатника; *5* – верхний отруб; *6* – нижний отруб

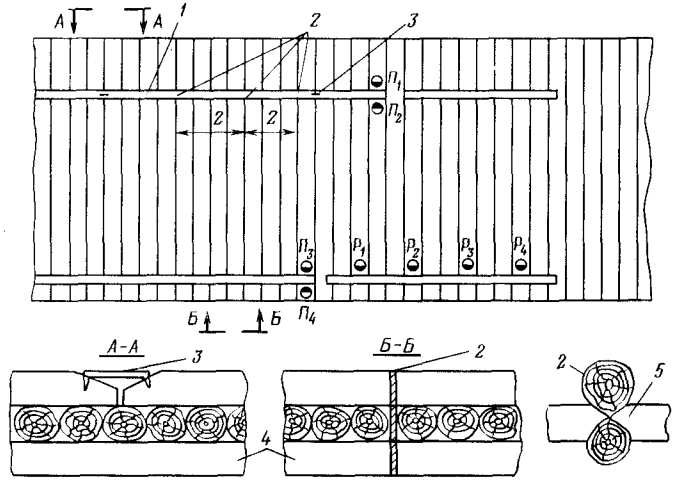


Рис. 3.8. Схема крепления (увязки) настила лежневой дороги:

1 – отбойный брус; *2* – скрутки из проволоки; *3* – скоба; *4* – лежни; *5* – лаги накатника

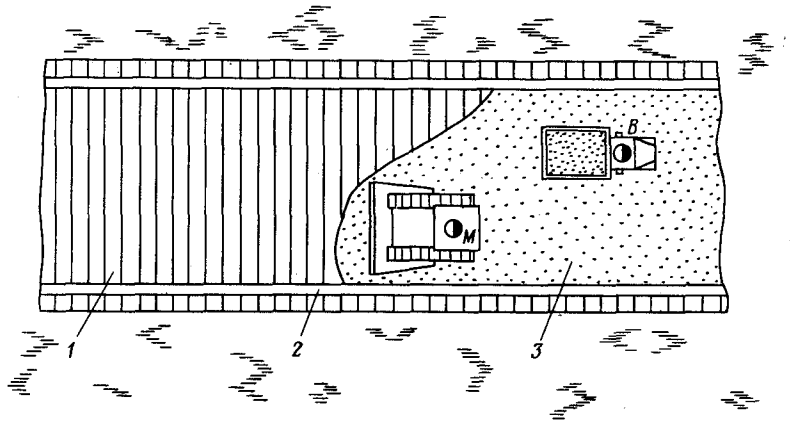


Рис. 3.9. Схема отсыпки лежневой дороги минеральным дренирующим грунтом:

1 – лежневая дорога; *2* – отбойный брус; *3* – минеральный дренирующий грунт; *В* – водитель автосамосвала; *М* – машинист бульдозера

Таблица 3.29. **Состав бригады по устройству лежневой дороги**

Звено	Профессия	Разряд	Число человек при типе болота		Условное обозначение на схемах
			I	II	
Подвозка лесоматериалов	Машинист трелевочного трактора	6	2	2	M_1, M_2
	Такелажники	3	2	2	T_1, T_2
Укладка лежней и настила дороги	Подсобные рабочие	2	8	8	$P_1 - P_8$
Увязка настила дороги	Плотник	4	1	1	$П_1$
	Плотник	3	3	1	$П_2 - П_4$
Отсыпки насыпи	Шофер	3 кл.	1	1	B
	Бульдозерист	5	1	1	M_3

перечного настила и доставляет их к месту работы (рис.3.7). Объем вывозки за один рейс должен быть равен числу бревен для устройства настила на половине длины захватки. Разгрузка трелевочного трактора ведется с кромки готового настила на продольные лежни. Звено рабочих $P_1 - P_8$ раскладывает вручную бревна (лаги) поперечного настила на продольных лежнях, чередуя в плане, верхний и нижний отрубы бревен. Машинист трелевочного трактора M_1 затем доставляет, а рабочие $P_1 - P_8$ укладывают на лежни лаги поперечного настила на второй половине захватки, после чего звено плотников $П_1 - П_4$ раскладывает и подгоняет на поперечном настиле бревна колесоотбойного бруса, скрепляет их скобами между собой и проволочными скрутками с поперечным настилом и продольными лежнями (рис.3.8).

При отсыпке лежневой дороги минеральным дренирующим грунтом автосамосвал подвозит по готовой лежневой дороге минеральный грунт, а бульдозер разравнивает его по ширине дороги (рис.3.9). На следующей захватке работы ведутся в той же последовательности. При устройстве лежневых дорог на болотах II типа в цикл работ на захватке добавляется предварительная раскладка хворостяной выстилки. Эти работы выполняются машинистом трелевочного трактора, такелажниками T_1 и T_2 и звеном рабочих $P_1 - P_8$ (табл. 3.29).

Сооружение полок

Возможные схемы и способы производства работ

Поскольку трассы магистральных трубопроводов в горных районах имеют различное направление, они могут быть проложены параллельно горизонталям, под углом и перпендикулярно к ним. При этом участки трассы могут иметь поперечную и продольную косогорность местности. Работа землеройных машин на гусеничном и пневмоколесном ходу в таких условиях возможна на участках с поперечным уклоном не свыше 8° и продольным не более 15°. При этом земляные работы выполняются обычными методами. На косогорах с поперечным уклоном более 8° работа землеройных машин становится затруднительной,

а иногда невозможной. Для обеспечения устойчивости работающих машин и выполнения всех строительных процессов при сооружении трубопроводов на таких участках устраиваются полки. Конструкция и параметры их определяются в зависимости от диаметра труб, размеров траншеи и отвалов грунта, типа применяемых машин и методов производства работ (рис.3.10, *а,б,в,е*). Полки в зависимости от рельефа местности и характеристики грунтов, слагающих склоны, могут устраиваться в выемке или полунасыпи-полувыемке (рис. 3.10, *г,д*).

В целях уменьшения объема земляных работ при устройстве врезки следует для прохода строительных и транспортных машин максимально использовать, где это возможно, полотно полунасыпи. Поэтому полки в горных районах наиболее часто устраиваются в полунасыпи-полувыемке. Для достижения минимальной ширины полки и сокращения объема врезки трубопровод в горных районах сооружают по схеме, отличающейся от схемы производства работ при прокладке трубопровода в обычных условиях. Полки в зависимости от свойств грунтов косогора устраивают без рыхления грунта или с предварительным рыхлением скальных пород взрывным способом. На участках трассы с минеральными грунтами I–IV групп или разборной скалой разработка полок производится без предварительного рыхления грунта взрывом. В некоторых случаях рыхление таких грунтов при устройстве полок выполняется рыхлителями.

Земляные работы по устройству полок в зависимости от косогорности участка трассы и местных условий выполняют бульдозерами или экскаваторами. На участках с поперечным уклоном до 15° разработку выемок в разрыхленных скальных грунтах следует производить бульдозерами поперечными или продольными ходами к оси трассы (рис.3.11). Для предупреждения сползания насыпной части полок по основанию необходимо при крутизне косогора до 11° отвальный грунт отсыпать на очищенную от дерна и несколько разрыхленную поверхность косогора, а при крутизне косогора от 11 до 18° до отсыпки грунта на поверхности косогора надо устраивать уступы. В твердых грунтах IV и V категорий откосы насыпной части полок следует принимать 1:1, а в скальных грунтах VI–IX категорий – 1:0,5 и 1:0,3; насыпной грунт надо послойно уплотнять катками или другим способом. В пределах разработанных полок при поперечном уклоне более 30° необходимо устраивать ограждение вдоль бровки материкового откоса (на границе полувыемки), препятствующее движению машин по насыпному грунту. При длине полок более 1 км через каждые 300–400 м следует устраивать площадки для разъездов машин шириной 10–12 м и длиной 15–16 м. Их располагают на наиболее пологих участках с обеспечением всех мер надежного предохранения разъездов от оползней. При значительной ширине полки поперечная разработка грунта выполняется двумя бульдозерами. Доработка полки и ее планировка производятся продольными проходами бульдозера с послойной разработкой грунта и перемещением его в полунасыпь.

На поперечных уклонах до 15° полки обычно разрабатывают бульдозерами по двум схемам. При работе по первой из них – продольными косыми ходами (рис.3.12, *а*) – грунт разрабатывается послойно: сначала слой *1* на длину одного захода, затем слои *2, 3, 4* и так до тех пор,

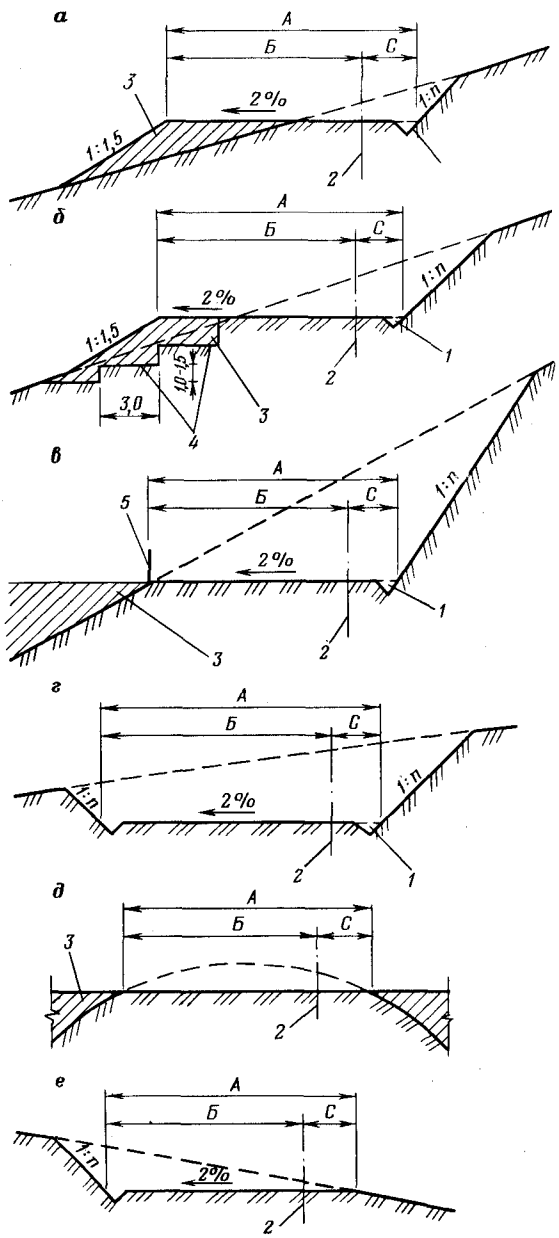


Рис. 3.10. Основные схемы устройства полок под трубопроводы, прокладываемые на косогорах:

а – тип I (прикосогорье от 8 до 11°); *б* – тип II (при косогоре от 11 до 18°); *в* – тип III (при косогоре более 18°); *г* – тип IV (косогорная выемка); *д* – тип V (на узких водоразделах); *е* – тип VI (при изменении направления косогора); *1* – кювет; *2* – ось трубопровода; *3* – отвальный грунт; *4* – уступы; *5* – ограждение, устраиваемое при уклоне более 30°; *А, Б, С* – основные параметры полки

пока не будет перемещен в отвал весь грунт. Длина захода принимается в пределах 100 м. После разработки части полки на полный профиль на один заход приступают к разработке следующего участка и т.д. При работе по данной схеме бульдозер перемещает грунт вдоль оси трубопровода, смещая его в отвал и делая при этом небольшие развороты. Недостатком схемы является то, что один и тот же грунт приходится перевалывать несколько раз. Несмотря на это, схема оказывается практи-

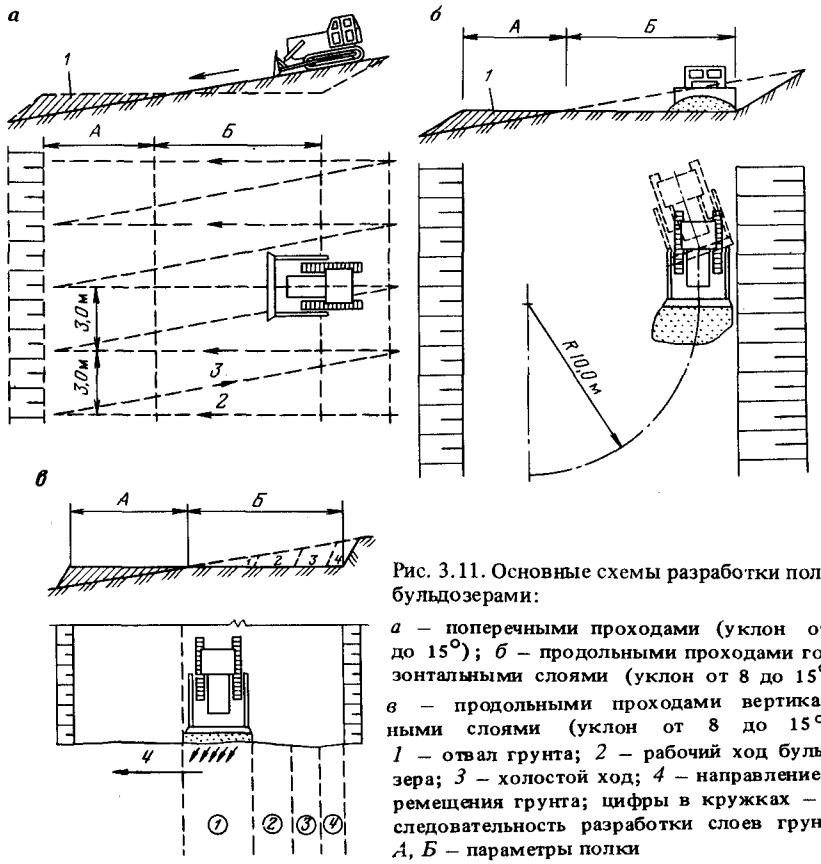


Рис. 3.11. Основные схемы разработки полки бульдозерами:

а – поперечными проходами (уклон от 8 до 15°); *б* – продольными проходами горизонтальными слоями (уклон от 8 до 15°); *в* – продольными проходами вертикальными слоями (уклон от 8 до 15°); *1* – отвал грунта; *2* – рабочий ход бульдозера; *3* – холостой ход; *4* – направление перемещения грунта; цифры в кружках – последовательность разработки слоев грунта; *А, Б* – параметры полки

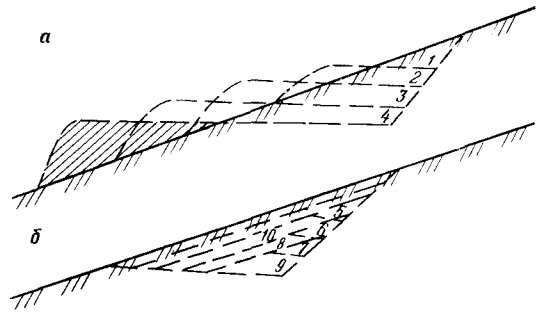


Рис. 3.12. Схемы последовательности снятия слоев грунта

чески возможной при устройстве полки на крутом косогоре. При продольной разработке часто используют два и три бульдозера, каждый из которых работает на одном слое. Вторая схема предполагает работу бульдозера поперечными ходами с незначительным объемом продольных разработок. Последовательность снятия слоев грунта показана на рис.3.12, *б*. Сначала снимают слои *1, 2, 3* и *4* (поперечными ходами), затем убирают грунт в зоне *5* (продольными ходами), после чего срезают слой *6*. Слои *1, 2, 3, 4, 6, 8* и *10* бульдозер разрабатывает без разворотов (возвращаясь к исходному рубежу задним ходом). Длина участка полки, разрабатываемой на полную глубину, составляет 100–150 м. Однако в каждом конкретном случае она назначается в соответствии с общей технологической схемой выполнения земляных и укладочных работ. При больших объемах земляных работ используются два бульдозера, которые ведут разработку полки с двух сторон продольными проходами навстречу друг другу. На участках, где разработка грунта выполняется двумя бульдозерами, часто применяют схему работы, при которой один бульдозер срезает и перемещает грунт в насыпь, а второй дорабатывает и планирует профиль полки. На крутых косогорах с уклоном более 12–15° для разработки разрыхленного грунта при устройстве полок следует применять одноковшовые экскаваторы, оборудованные "прямой лопатой". Экскаватор, перемещаясь вдоль трассы, разрабатывает грунт в пределах полувыемки и отсыпает его в насыпную часть полки (рис. 3.13). На поперечных и продольных уклонах разработка полки имеет некоторые особенности. На участках с продольными уклонами, не превышающими 30° и поперечными уклонами до 25–30° отработка полки может осуществляться бульдозерами продольными ходами без закрепления. Если продольный уклон не превышает 8°, а поперечный 25–30°, то бульдозер может работать и поперечными ходами. Однако в этом случае резко возрастает изнашиваемость ходовой части. Следует отметить, что вообще при работе на скальных грунтах ходовая часть (особенно гусеницы) тракторов, бульдозеров изнашиваются очень быстро. Гусеницы рвутся, края башмаков их стираются и ломаются. На продольных уклонах больше предельных, но не превышающих 30°, и поперечных уклонах до 15° полки можно разрабатывать

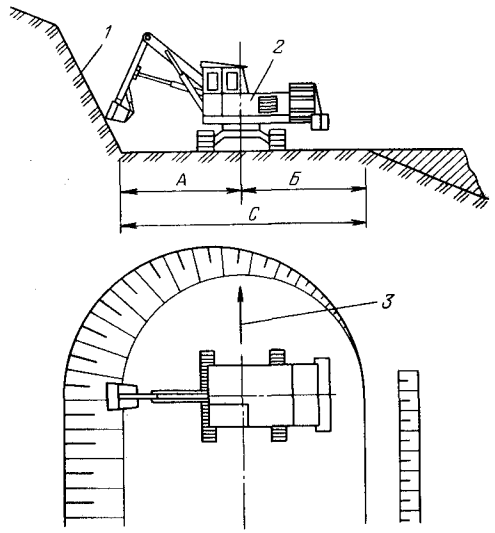


Рис. 3.13. Схема разработки полки одноковшовым экскаватором с прямой лопатой (уклон более 15°):

1 – забой; *2* – экскаватор; *3* – направление его движения; *А, Б, С* – параметры полки

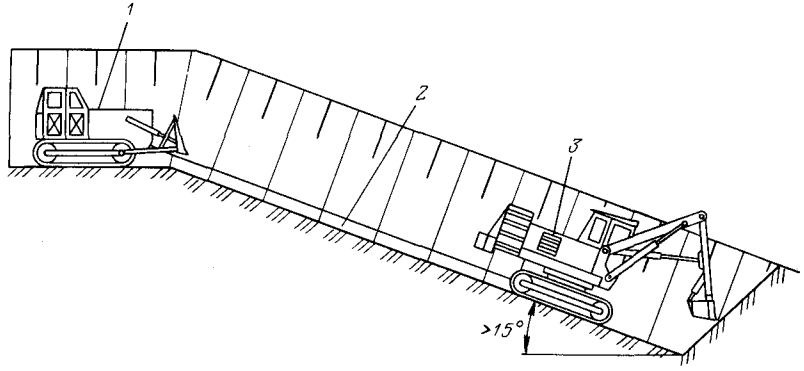


Рис. 3.14. Схема разработки полки заякоренным экскаватором (при продольном уклоне более 15°):

1 – якорящий бульдозер; *2* – трос; *3* – экскаватор

бульдозерами продольными ходами послойно без закрепления. Если поперечные уклоны более 15–16°, а продольные – более 30°, то разработка полок бульдозерами становится крайне сложной. В таких условиях полки разрабатывают экскаватором, который закрепляют одним

Таблица 3.30. **Усредненные нормы времени на 100 м^3 грунта по обмеру в плотном состоянии, чел-ч**

Состав звена	Группа грунтов			
	II, I м		III, II м	
	Вместимость ковша, м^3			
	0,5	0,65	0,5	0,65
Машинисты экскаватора	4,4 (2,2)	3,4 (1,7)	5,6 (2,8)	4,2 (2,1)
Машинист трактора	2,2	1,7	2,8	2,1
Итого	6,6 (2,2)	5,1 (1,7)	8,4 (2,8)	6,3 (2,1)

Примечание. В скобках даны нормы времени в машино-часах.

Продолжение таблицы 3.30

Состав звена	Группа грунтов			
	III, II м		V, III м	
	Вместимость ковша, м^3			
	0,5	0,65	0,5	0,65
Машинисты экскаватора	7,2 (3,6)	5,6 (2,8)	9,2 (4,6	7 (3,5)
Машинист трактора	3,6	2,8	4,6	3,5
Итого	10,8 (3,6)	8,4 (2,8)	13,8 (4,6)	10,5 (3,5)

или двумя тракторами (или бульдозером) с помощью одного или двух тросов. Схема отработки полки экскаватором показана на рис.3.14. Экскаватор работает сверху вниз. Во многих случаях доставка его на верх косогора представляет большие трудности. Если нет возможности доставить экскаватор обходным путем, то на верх косогора поднимают бульдозер (один или связанный тросом с трактором). и он отрабатывает узкую полку шириной 2–3 м, опускаясь сверху вниз. По устроенной таким образом полке экскаватор поднимается на верх косогора с помощью одного или двух тракторов, разрабатывает забой и затем отрабатывает полку на полный профиль, спускаясь сверху вниз.

Усредненные нормы времени при устройстве полок одноковшовыми экскаваторами с прямой лопатой на косогорах с поперечными и продольными уклонами приведены в табл.3.30. Работа экскаваторов на уклонах осуществляется при строгом соблюдении правил по технике безопасности и действующей инструкции, определяющей требования при работе в условиях повышенной опасности с обязательным якорением в необходимых случаях.

ГЛАВА 4. ТРАНСПОРТНЫЕ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

Выгрузка труб из железнодорожных вагонов

Выгрузка труб из полувагонов с укладкой их в штабель

При этом надо, чтобы оси разгружаемых труб, укладываемых в штабель, были параллельны оси железной дороги. До начала работ необходимо уложить под каждый штабель по три подкладки из бревен диаметром 20 см или брусьев 20х20 см. Одну из подкладок надо расположить под серединой трубы, а две другие на расстоянии не более 1,5 м от торцов их. Для предотвращения раскатки труб на конце каждой площадки следует установить надежные упоры. До начала работ надо обеспечить бригаду необходимым инвентарем и инструментом. Трубы первого яруса укладывают на подкладки, в второго – в "седло" первого яруса. При формирования штабелей необходимо между ними оставлять разрывы не менее 3 м. Ширина проездов между штабелями устанавливается в зависимости от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных машин. При этом с обеих сторон (между штабелями и автокраном или трубовозом) должны оставаться свободные проходы шириной не менее 1 м. Подачу полувагонов под выгрузку и уборку их после выгрузки рекомендуется производить только маневровым тепловозом. Поданный под выгрузку вагон должен быть заторможен и под колеса его должны быть установлены "башмаки" (эту операцию выполняет железнодорожник).

Выгрузку труб и укладку их в штабель следует производить в такой последовательности: установить автокран, откинуть и закрепить аутригеры на инвентарных подкладках: обрезать и снять скрутки крепления труб в полувагоне специальными ножницами; навесить на крюк крана соответствующий исправный строп с трубуемой длиной ветви, снабженной клеймом или прочно прикрепленной металлической биркой с указанием номера, грузоподъемности и даты испытания; зацепить чалочный канат; поворотом стрелы крана подать крюк со стропом на середину оси выгружаемой трубы; застропить одну трубу с обеих концов двухветвевым стропом (при этом, во избежание соскакивания строповых крюков с концов трубы или неполного захода на нее зева крюков необходимо натянуть строп автокраном); приподнять трубу на 10–15 см, убедиться в надежности строповки, произвести дальнейший подъем трубы на высоту не ниже 0,5 м от предметов, находящихся в зоне перемещения трубы; поворотом стрелы автокрана вывести трубу к месту укладки ее в штабель; установить стрелу над местом укладки, плавно опустить трубу на подкладки штабеля и закрепить противораскатными клиньями; освободить трубу от стропов; в этой же последовательности произвести выгрузку остальных труб; для доступа к нижнему ряду труб в полувагоне и их строповки, повесить внутри полувагона на стенки две стремянки; окончив укладку труб первого яруса с установкой противораскатных клиньев под каждую трубу, произвести укладку труб второго яруса и т.д. (рис.4.1). После выгрузки труб надо очистить полувагоны от посторонних предметов и мусора,

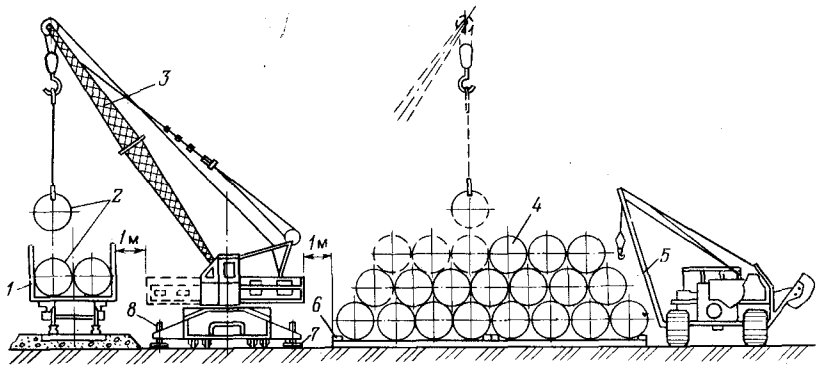


Рис. 4.1. Схема выгрузки труб из полувагонов с укладкой в штабель на временную площадку:

1 – железнодорожный полувагон; *2* – выгружаемые трубы; *3* – автомобильный кран; *4* – штабель труб; *5* – кран-трубоукладчик; *6* – упоры; *7* – подкладки; *8* – аутригеры

а затем привести кран в транспортное положение для переезда автокрана к месту следующей выгрузки труб. Звено по выгрузке труб включает пять человек, в том числе одного машиниста крана и четырех такелажников. Основные этапы выгрузки и места расположения такелажников приведены на рис.4.2. При этом машинист автокрана М-1 устанавливает автокран в рабочее положение, поднимает, перемещает и укладывает трубы в штабель; обслуживает и перемещает автокран. Такелажники Т-1 и Т-2 снимают крепления труб в полувагоне и их стропуют, проверяют правильность и надежность строповки, а такелажники Т-3 и Т-4 помогают машинисту автокрана устанавливать аутригеры, навешивают стропы на крюк автокрана, принимают, сопровождают и укладывают трубы в штабель и в заключение крепят трубы в штабеле. В процессе рабочего дня такелажники меняются рабочими местами, т.е. Т-1 и Т-2 выполняют работу Т-3 и Т-4, а Т-3 и Т-4 работу Т-1 и Т-2, старший такелажник должен иметь на правой руке красную повязку. Временные инвентарные противораскатные клинья из-под труб высвобождают с помощью специального крючка. Для строповки и расстроповки труб второго яруса необходимо установить лестницы-стремянки, по которым стропальщики должны подниматься и производить указанные операции.

При малой емкости прирельсовой выгрузочной площадки часто устраивают временный склад труб вблизи пункта выгрузки. Звено по транспортировке труб с прирельсовой площадки и укладке их в штабель состоит из двух человек – машиниста крана-трубоукладчика М-2 и стропальщика Т-5.

Выгрузка труб из полувагонов с погрузкой их на трубовозы

До погрузки труб на трубовоз под колеса тягового автомобиля должны быть установлены инвентарные упоры – 4 шт. Технология вы-

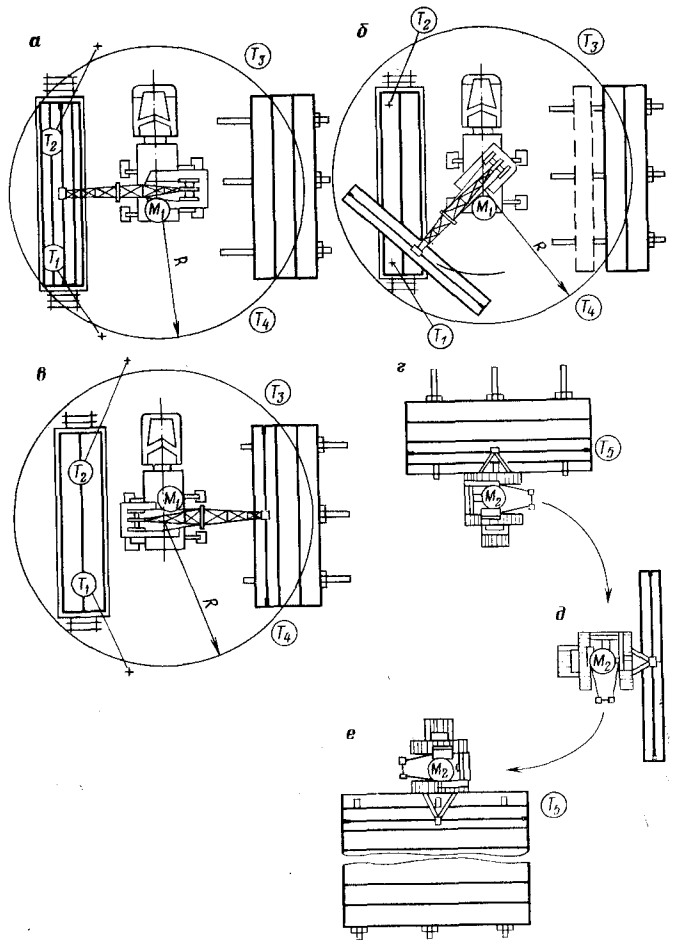


Рис. 4.2. Схемы расстановки и перемещения рабочих при выгрузке труб из полувагонов с укладкой в штабель:

а – при строповке труб; *б* – при перемещении труб; *в* – в момент укладки в прирельсовый штабель; *г* – в момент взятия трубы из прирельсового штабеля краном-трубоукладчиком; *д* – при перевозке на складской штабель; *е* – при укладке на складской штабель; *R* – радиус опасной зоны

грузки труб из полувагонов автокраном с погрузкой их на трубовозы та же, что и при выгрузке труб из них и укладкой их в штабель (рис.4.3) до момента "Приподнять трубу на 10–15 см, убедиться в надежности строповки, произвести дальнейший подъем трубы на высоту не ниже 0,5 м от предметов, находящихся в зоне перемещения трубы", после чего необходимо поворотом стрелы автокрана вывести и установить

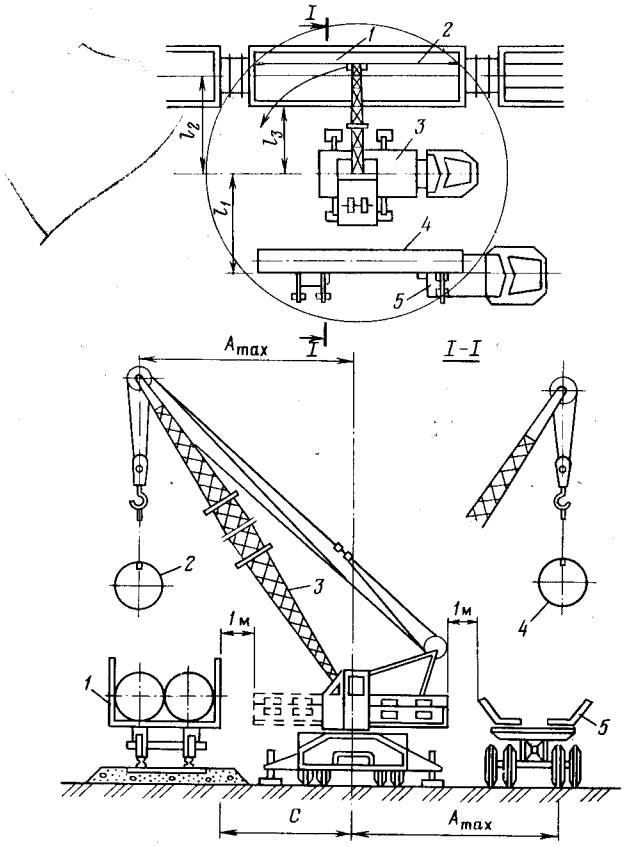


Рис. 4.3. Схема выгрузки труб из полувагонов с погрузкой их на трубовозы:

1 – полувагон; *2* – выгружаемые трубы; *3* – автокран; *4* – укладываемая труба на трубовоз *5*; l_1, l_2, l_3 *C*, *A* – установочные размеры

трубу над кониками трубовоза. Затем по команде старшего стропальщика плавно опустить трубу на коники трубовоза, подложить под трубу временные инвентарные противораскатные упоры с ручками и освободить трубу от стропов. Далее, повторив цикл погрузки очередной трубы (при погрузке на трубовоз двух труб), освободить инвентарные противораскатные упоры специальным крюком и закрепить погруженные трубы от раскатывания и продольного смещения во время транспортировки чекерами.

Допустимое расстояние между продольной осью кранов и боковой стенкой полувагона (см.рис.4.3)

$$C = A_{max} + Г + 0{,}5D,$$

где $Г$ – ширина полувагона; D – диаметр перевозимых труб.

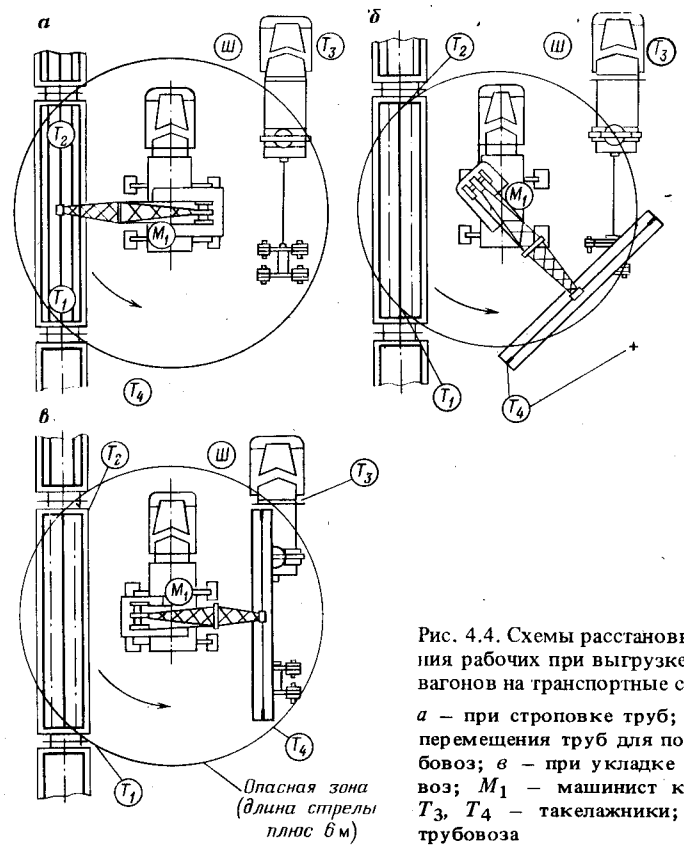


Рис. 4.4. Схемы расстановки и перемещения рабочих при выгрузке труб из полувагонов на транспортные средства:

а – при строповке труб; *б* – в момент перемещения труб для погрузки на трубовоз; *в* – при укладке труб на трубовоз; M_1 – машинист крана; T_1, T_2, T_3, T_4 – такелажники; *Ш* – шофер трубовоза

Организация и методы труда рабочих в основном такие же, как и при выгрузке труб из полувагонов и укладке их в штабель (рис.4.4) за исключением следующих позиций: машинист *М*-1 автокрана осуществляет подъем труб из полувагонов и погрузку их на трубовозы; стропальщики (такелажники) Т-3 и Т-4 сопровождают трубы к месту погрузки на трубовозы (один из стропальщиков) и подкладывают под трубы упоры.

Погрузка труб из штабеля на трубовозы

При такой погрузке работы необходимо выполнять в такой последовательности: установить автокран, откинуть и закрепить аутригеры на инвентарных подкладках; навесить на крюк исправный строп, снабженный клеймом или прочно прикрепленной металлической биркой с указанием номера, грузоподъемности и даты испытания; поворотом стрелы автокрана подать крюк со стропом на середину оси выгружаемой трубы (из верхнего ряда); застропить трубу верхнего ряда с обоих

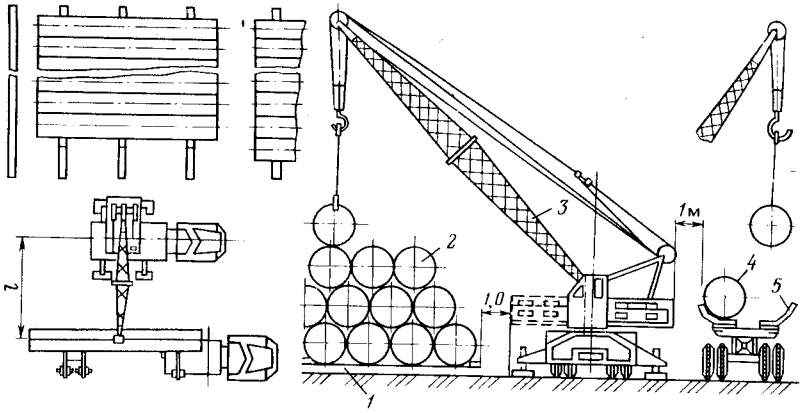


Рис. 4.5. Схема погрузки труб из штабеля на транспортные средства:

1 – подкладки; *2* – штабель; *3* – автокран; *4* – погружаемые на транспорт трубы; *5* – трубовоз

концов двухветвевым стропом и подтянуть строп во избежание соскакивания или неполного захода "зева" крюков на кромку трубы; по команде старшего стропальщика приподнять трубу на высоту 10–15 см, убедившись в надежности строповки, произвести дальнейший подъем трубы на высоту не ниже 0,5 м от предметов, находящихся в зоне перемещения трубы; поворотом стрелы переместить трубу к месту погрузки на трубовоз (рис.4.5, 4.6). Во время перемещения стрелы к трубовозу стропальщик Т-1 сопровождает ее с помощью чалочного каната или багра к месту погрузки, а стропальщик Т-2 занимает место в безопасной зоне (длина трубы плюс 5 м) и следит за правильностью укладки трубы относительно щита трубовоза; крановщик должен установить стрелу над местом укладки, плавно опустить трубу на коники трубовоза, а такелажник освободить трубу от стропов при помощи чалочного каната или багра, при этом такелажники должны находиться на земле, не поднимаясь на трубовоз; далее повторяется цикл погрузки очередной трубы. Шофер трубовоза *Ш* должен выйти из кабины и следить за правильностью погрузки труб и их креплением, находясь в безопасной зоне (длина стрелы плюс 5 м).

Звено по погрузке труб из штабеля на трубовозы состоит из трех человек – машиниста автокрана 6-го разряда и двух стропальщиков (такелажников) 3-го разряда. Обязанности между членами звена распределяются следующим образом. Машинист автокрана М-1 осуществляет установку автокрана на месте погрузки, совместно со стропальщиками Т-1 и Т-2; подъем, перемещение и погрузку труб на трубовоз; перемещение автокрана и его обслуживание. Стропальщики (такелажники) Т-1 и Т-2 производят проверку крепления труб в штабеле перед началом его разборки; строповку труб при взятии их из штабеля; сопровождение труб к месту погрузки на трубовоз, снятие стропов с труб, крепление труб на трубовозе и оставшихся в штабеле. Машинист ав-

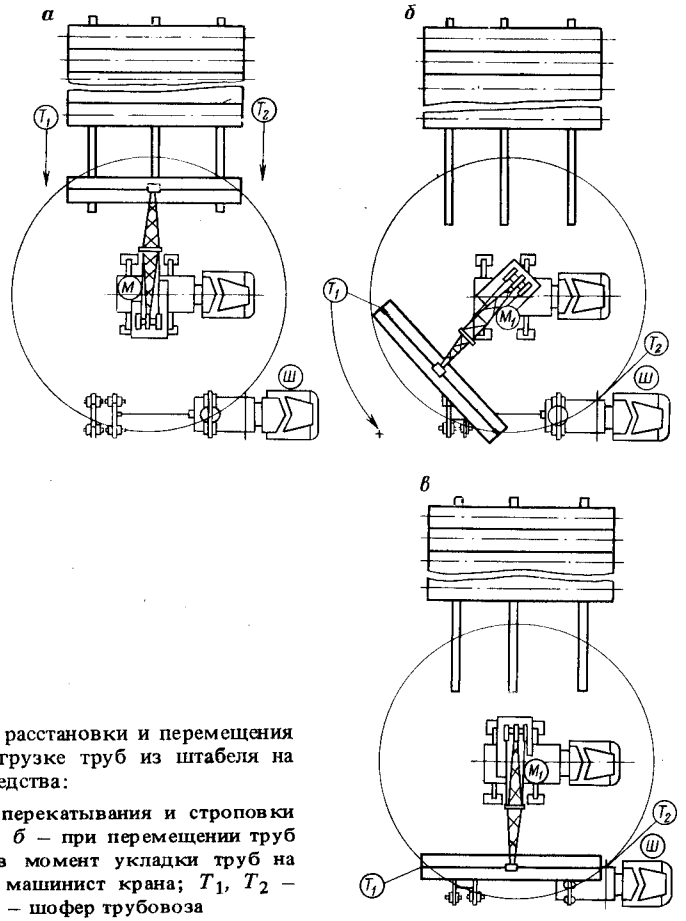


Рис. 4.6. Схема расстановки и перемещения рабочих при погрузке труб из штабеля на транспортные средства:

а – в момент перекатывания и строповки труб в штабеле; *б* – при перемещении труб краном; *в* – в момент укладки труб на трубовоз; *М* – машинист крана; T_1, T_2 – такелажники; *Ш* – шофер трубовоза

токрана М-1 устанавливает автокран и совместно с такелажниками (стропальщиками) Т-1 и Т-2 откидывает аутригеры и устанавливает инвентарные подкладки. Стропальщики (такелажники) Т-1 и Т-2 проверяют надежность закрепления труб в штабеле, наличие упоров и временных противораскатных подкладок, в случае ненадежного закрепления труб в штабеле принимают меры к их закреплению, навешивают двухветвевой строп на крюк автокрана, устанавливают с торцов штабеля лестницы (стремянки) и, поднявшись по лестнице, стропят трубы каждый со своей стороны. Разборку штабеля необходимо производить начиная с верхнего ряда труб, последовательно переходя к нижнему ряду. Машинист автокрана М-1 подтягивает стропы во избежание соскакивания строповых крюков с кромок труб или неполного захода на них "зева" крюков. Такелажники (стропальщики) Т-1 и Т-2, убедившись в

правильности строповки трубы, спускаются по лестнице, покидают штабель и уходят из опасной зоны. Необходимые справочные данные при выгрузке и погрузке труб приведены в табл.4.1–4.5.

Нормы времени (в чел.-ч) при штабелировании следующие:

Подготовка места штабелирования (100 м^2) 0,68
Укладка прокладок и подкладок на 1 штабель 0,15
Перекатка 10 т труб на среднее расстояние до 15 м и диаметром, мм:

до 273 1,75
325–820 1,45
1020 1,25
1220 и более 0,93

Число рядов труб в штабеле в зависимости от их диаметра следующее:

Диаметр труб, мм	325	377	426	529	720	1020	1420
Число рядов труб	10	8	7	6	4	3	2

За один захват, в зависимости от диаметра труб, их массы и грузоподъемности крана, выгружаются из полувагонов или с платформ по одной, две или три трубы. При выгрузке по две или три трубы применяются многостропные захваты. Площадки, на которых ведутся погрузочно-разгрузочные работы, должны иметь спланированную ровную поверхность. На этих площадках должна быть полностью обеспечена возможность проезда, разъезда и разворота транспорта.

В состав звена по выгрузке труб входят машинист крана 6 разряда и четыре такелажника 3 разряда. Нормы времени $H_в$ на выгрузку труб даны в табл.4.6. При выгрузке труб с железнодорожных платформ (норму времени умножать на 0,9). При выгрузке труб автокранами грузоподъемностью до 5 т включительно вместо машиниста 6 разряда считать машиниста 5 разряда. Норму времени при этом умножать на 1,03. Выгрузка труб малых диаметров массой до 2500 кг, поступающих в скрутках (пакетами), нормируется по общей массе пакета. При выгрузке одиночных труб за один захват по 2–3 трубы применять нормы времени, соответствующие общей массе труб за один захват с коэффициентами: при выгрузке за один захват по 2 трубы – 1,05; при выгрузке за один захват по 3 трубы – 1,1.

Трубы перевозятся трубовозами, а секции труб – плетевозами. С целью сохранения цилиндрической формы труб большого диаметра на коники под трубы кладутся деревянные подкладки с выемками по радиусу трубы. Погрузка секций труб на плетевозы производится двумя способами: последовательной погрузкой в два приема и натаскиванием. При первом способе поднимается и укладывается на коник роспуска сначала один конец секции труб, а затем второй. При втором предварительно отсоединяют дышло роспуска от крюка тягача и присоединяют тяговый трос, затем подают тягач вперед до натяжения троса. Роспуск закрепляют специальными башмаками, которые задерживают его перемещение. Затем натаскивают секции труб сначала на коник роспуска с последующим опусканием переднего конца секции на коник плетевоза.

Таблица 4.1. **Площадь, занимаемая штабелем и рекомендуемое число рядов труб при выгрузке из железнодорожных вагонов**

Диаметр труб, мм	Предельное число рядов в штабеле	Трубы из одного вагона		500 м труб		1000 м труб	
		Число труб	Площадь, м^2	Число труб	Площадь, м^2	Число труб	Площадь м^2
168	8	130	40	44	18	87	34
219	8	100	48	42	24	84	37
273	8	80	50	48	30	95	49
325	6	53	40	43	39	86	66
377	6	43	38	48	49	95	76
426	6	33	35	49	49	97	82
530	6	25	38	50	59	100	106
630	5	20	38	56	69	111	148
720	4	14	36	54	101	108	195
820	4	11	41	46	117	92	224
920	4	10	38	72	129	143	245
1020	3	6	31	50	184	100	357
1120	3	6	34	50	202	100	392
1220	2	5	43	50	374	100	710
1420	2	3	34	50	437	100	850

Таблица 4.2. **Число труб в железнодорожном вагоне грузоподъемностью 60 т**

Диаметр труб, мм	Обычная загрузка			Загрузка шапкой		
	Число труб	Длина, м	Высота, м	Число труб	Длина, м	Высота, м
159	130	1470	–	176	1988	–
219	100	1300	–	125	1412	–
273	80	204	–	108	1220	–
325	53	600	–	76	860	–
377	43	485	–	53	600	–
426	33	373	3,5	38	430	4,3
530	20	225	3,4	25	282	4,3
720	11	124	3,4	16	180	4,9
820	8	90	3,5	11	124	4,9
1020	6	68	3,9	6	68	3,9
1220	4	45	3,7	5	56	4,8
1420	3	34	4,0	3	34	4

Погрузку секций производят при безусловном обеспечении безопасности работ. Разгрузка секций на трассе проходит в обратной последовательности. В составе звена по погрузке труб на трубовоз три человека – один машинист крана и два такелажника. Нормы времени на эту

Таблица 4.3. **Масса трубы и секций, т**

Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Длина трубы (секции), м				
		1	11	12	22	23
530	6	0,08	0,85	0,92	1,7	1,77
	7	0,09	0,99	1,08	1,98	2,07
	8	0,1	1,14	1,24	2,27	2,37
	9	0,12	1,27	1,38	2,53	2,65
	7	0,12	1,36	1,48	2,71	2,83
	9	0,16	1,74	1,9	3,48	3,63
720	10	0,18	1,93	2,1	3,85	4,03
	12	0,21	2,31	2,52	4,63	4,83
	15	0,26	2,87	3,13	5,74	6
	8	0,16	1,76	1,92	3,52	3,68
820	9	0,18	1,98	2,16	3,96	4,14
	9	0,22	2,47	2,69	4,93	5,15
	12	0,3	3,28	3,58	6,56	6,86
1020	14	0,35	3,82	4,17	7,65	8
	16	0,4	4,36	4,75	8,72	9,12
	10	0,3	3,28	3,58	6,56	6,86
	12	0,36	3,94	4,3	7,88	8,23
1220	13	0,39	4,26	4,74	8,52	6,9
	14	0,42	4,57	4,98	9,15	9,56
	15	0,45	4,90	5,35	9,82	10,25
	22	0,65	7,14	7,79	14,3	14,95
	16	0,55	6,1	6,65	12,2	12,75
	19	0,66	7,22	7,87	14,43	15,1
	20	0,69	7,58	8,27	15,2	15,85
1420	21	0,73	7,97	8,7	15,94	16,67
	22	0,76	8,35	9,1	16,7	17,45
	25	0,87	9,57	10,45	19,15	20
530	6	1,85	2,54	2,62	2,7	2,77
	7	2,16	2,97	3,06	3,15	3,24
	8	2,47	3,4	3,5	3,61	3,71
	9	2,76	3,8	3,91	4,03	4,14
	7	2,95	4,07	4,18	4,32	4,43
	9	3,8	5,22	5,37	5,53	5,7
720	10	4,2	5,78	5,95	6,13	6,3
	12	5,02	6,94	7,15	7,35	7,57
	15	6,26	8,6	8,87	9,14	9,4
	8	3,84	5,27	5,43	5,6	5,77
820	9	4,32	5,95	6,12	6,3	6,48
	9	5,38	7,4	7,62	7,85	8,07
	12	7,16	9,84	10,15	10,45	10,73
1020	14	8,35	11,45	11,8	12,15	12,5
	16	9,5	13,06	13,45	13,97	14,25
	10	7,16	9,84	10,15	10,45	10,73
	12	8,6	11,83	12,17	12,55	12,9
1220	13	9,28	12,75	13,15	13,55	13,93
	14	9,97	13,73	14,15	14,55	14,96
	15	10,7	14,7	15,14	15,6	16,05
	22	15,6	21,4	22,1	22,76	23,4

Продолжение табл. 4.3

Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Длина трубы (секции), м				
		24	33	34	35	36
1420	16	13,3	18,3	18,85	19,4	19,95
	19	15,75	21,7	22,3	23	23,6
	20	16,55	22,8	23,5	24,1	24,84
	21	17,4	23,9	24,7	25,4	26,1
	22	18,23	25,1	25,8	26,6	27,3
	25	20,9	28,7	29,6	30,5	31,3

Таблица 4.4. **Комплект машин для погрузочно-разгрузочных работ**

Машины	Число одновременно разгружаемых труб диаметром, мм					
	530	720	820	1020	1220	1420
КС-3561 (К-1014, КС-3562, К-1015)	1	1	1	–	–	–
КС-4561, К-162, К-161	3	2	2	1	1	–
КС-5361 (К-255, КС-5363)	–	–	–	1	1	1
Краны-трубоукладчики:						
ТО-1224В (ТГ-201), ТГ-161	–	–	–	1	1	–
ТГ-321 (К-594)	–	–	–	–	–	1

Таблица 4.5. **Состав звена погрузочно-разгрузочных работ**

Профессия	Разряд	Число работающих при погрузке и разгрузке труб диаметром, мм					
		530	720	820	1020	1220	1420
Из полувагонов на автотранспорт							
Машинист автокрана	VI	1	1	1	1	1	1
Такелажник	III	4	4	4	4	4	4
Из полувагонов в штабель							
Машинист автокрана	VI	1	1	1	1	1	1
Такелажник	III	4	4	4	4	4	4
Машинист крана-трубоукладчика	VI	1	1	1	1	1	1
Трубоукладчик	III	1	1	1	1	1	1
Из штабеля на автотранспорт							
Машинист крана-трубоукладчика	VI	1	1	1	1	1	1
Такелажник	III	2	2	2	2	2	2

Таблица 4.6. **Нормы времени на выгрузку 10 т труб**

Масса труб или пакета труб, кг	В штабель		На трубовозы	
	$H_в$ для машиниста	$H_в$ для такелажника	$H_в$ для машиниста	$H_в$ для такелажника
500	0,76	3,04	0,68	2,72
1000	0,56	2,24	0,48	1,92
1500	0,38	1,52	0,33	1,32
2000	0,32	1,28	0,28	1,12
3000	0,29	1,26	0,25	1
4000	0,27	1,08	0,24	0,96
5000	0,25	1	0,22	0,88
6000	0,23	0,92	0,2	0,8
7000	0,21	0,84	0,19	0,76
8000	0,19	0,76	0,175	0,7
Более 8000	0,17	0,68	0,155	0,62

Таблица 4.7. **Нормы времени на погрузку (выгрузку) 10 т труб автомобильным краном, чел-ч**

Масса труб, кг	$H_в$ для машиниста	$H_в$ для такелажников
500	0,87	1,74
1000	0,63	1,26
1500	0,43	0,86
2000	0,37	0,74
3000	0,32	0,64
4000	0,31	0,62
5000	0,28	0,56
6000	0,26	0,52
7000	0,23	0,46
8000	0,2	0,4
Более 8000	0,185	0,37

операцию для автокрана приведены в табл.4.7, а для трубоукладчика в табл.4.8. При выгрузке труб в нормальных условиях норму времени умножать на 0,7, а в усложненных (горы, болота, сыпучие пески) – на 0,9. При выгрузке секций труб в усложненных условиях (горы, болота, сыпучие пески) норму времени умножать на 1,1. При погрузке труб и секций труб на тракторные тележки норму времени умножать на 0,85. При погрузке и выгрузке труб автокраном грузоподъемностью до 5 т включительно вместо машинистов 6 разряда полагать машиниста 5 разряда. Норму времени при этом умножать на 1,05. Норму времени на погрузку и выгрузку труб автокраном предусматривают две установки крана в рабочее положение и две установки крана в транспортное положение.

Таблица 4.8. **Нормы времени на погрузку или выгрузку 10 т секций труб краном-трубоукладчиком, чел.-ч**

Масса секции труб, кг	$H_в$ для машиниста	$H_в$ для такелажника
1000	1,5	1,5
1500	1,25	1,25
2000	0,95	0,95
2500	0,75	0,75
3000	0,65	0,65
4000	0,55	0,55
5000	0,44	0,44
6000	0,4	0,4
8000	0,36	0,36
10000	0,32	0,32
12000	0,3	0,3
14000	0,27	0,27
16000	0,23	0,23
18000	0,195	0,195
Более 18000	0,16	0,16

Таблица 4.9. **Нормы времени на перемещение 10 труб краном-трубоукладчиком, чел.-ч**

Число одновременно перемещаемых труб	Расстояние перемещения, м					
	20		60		100	
	Машинист	Такелажник	Машинист	Такелажник	Машинист	Такелажник
2	0,35	0,35	0,46	0,46	0,58	0,58
3	0,26	0,26	0,34	0,34	0,41	0,41
4	0,21	0,21	0,27	0,27	0,34	0,34
5	0,185	0,185	0,23	0,23	0,28	0,28
6	0,16	0,16	0,2	0,2	0,24	0,24
7	0,15	0,15	0,185	0,185	0,22	0,22
8	0,14	0,14	0,17	0,17	0,2	0,2
9–10	0,125	0,125	0,15	0,15	0,175	0,175
11–12	0,115	0,115	0,135	0,135	0,155	0,155
13–15	0,11	0,11	0,12	0,12	0,14	0,14
16–20	0,1	0,1	0,11	0,11	0,125	0,125

Звено по перемещению труб или секций на стреле крана-трубоукладчика состоит из двух человек: машиниста и такелажника. Нормы времени на перемещение труб приведены в табл.4.9, а на перемещение секций – в табл.4.10.

На каждые 50 м сверх 100 м перемещения, предусмотренных нормами табл.4.9 и 4.10, добавлять:

Таблица 4.10. **Нормы времени на перемещение 10 секций труб трубоукладчиком. чел-ч**

Число одновременно перемещаемых секций труб	Расстояние перемещения, м					
	20		60		100	
	Машинист	Такелажник	Машинист	Такелажник	Машинист	Такелажник
1	0,58	0,58	0,8	0,8	1	1
2	0,38	0,38	0,5	0,5	0,62	0,62
3	0,28	0,28	0,37	0,37	0,44	0,44
4	0,23	0,23	0,29	0,29	0,37	0,37
5	0,2	0,2	0,25	0,25	0,31	0,31
6	0,18	0,18	0,22	0,22	0,27	0,27
7	0,165	0,165	0,21	0,21	0,24	0,24
8	0,15	0,15	0,185	0,185	0,22	0,22

Число одновременно перемещаемых труб или звеньев труб . . .	1	2	3	4	5	6	7 и более
$H_в$ для машиниста . .	0,14	0,095	0,07	0,065	0,052	0,043	0,037
$H_в$ для такелажника .	0,14	0,095	0,07	0,065	0,052	0,043	0,037

Нормами предусматривается выполнение работ в равнинной и слабо пересеченной местности. При работе в болотистых, горных местностях и зоне сыпучих песков норму времени допускается увеличивать до 20 %.

Трубы малых и средних диаметров рекомендуется выгружать пакетами. Нормы времени приведены в табл.4.11.

Данные о числе труб, перевозимых в железнодорожных вагонах, приведены в табл. 4.12.

Схемы укладки и крепления труб в полувагонах изображены на рис. 4.7–4.9, а нормокомплекты для их выгрузки – в табл. 4.13 и 4.14. Число труб, перевозимое баржами по рекам, приведено в табл. 4.15.

Таблица 4.11. **Нормы времени на выгрузку 10 т труб при выгрузке труб с трубовозов пакетами краном-трубоукладчиком, чел-ч**

Диаметр труб, мм	Профессия	Число труб в пакетах				
		2	3	5	6	7 и более
325	Машинист	–	–	–	–	0,2
	Такелажник	–	–	–	–	0,2
529	Машинист	–	–	0,19	0,18	0,17
	Такелажник	–	–	0,19	0,18	0,17
720	Машинист	–	0,2	0,155	0,145	–
	Такелажник	–	0,2	0,155	0,145	–
820	Машинист	0,23	0,17	0,12	–	–
	Такелажник	0,23	0,17	0,12	–	–
1020	Машинист	0,22	0,16	–	–	–
	Такелажник	0,22	0,16	–	–	–

Таблица 4.12. **Число и масса труб в одном полувагоне**

Показатели	Диаметр труб, мм						
	159	168	219	273	325	377	420
Изолированные трубы							
Наружный диаметр, мм	163	172	223	278	330	382	431
Число труб	203	175	107	79	55	41	35
Общая масса труб, т	43,2	39	31,5	29,5	24,5	21	20,5
Трубы без изоляции							
Число труб	302 (265)	278 (249)	166 (149)	101 (90)	72 (68)	52 (45)	39 (33)
Число ярусов труб "в седло"	14 (12)	13 (12)	10 (9)	8 (7)	6 (6)	6 (5)	5 (4)
Максимальная масса одного пакета, т	3,45	3,2	3,8	3,3	3,9	2	1,7
Общая масса труб, т	54,8	53,1	51,9	47,5	40,3	33,8	22,8

Примечание. Цифры в скобках даны для полувагонов с высотой бортов 1880 м.

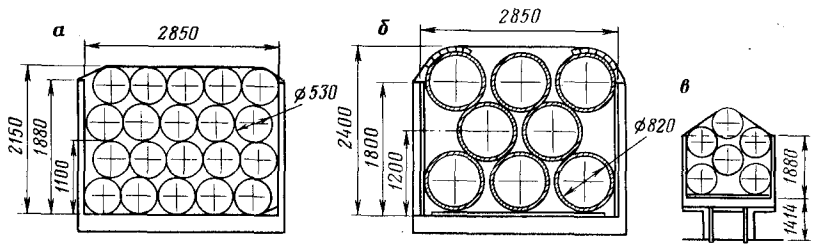


Рис. 4.7. Схемы размещения в полувагонах труб диаметром 530 мм (*а*), труб диаметром 620 мм с эпоксидным покрытием (*б*) и труб диаметром 1020 мм (*в*)

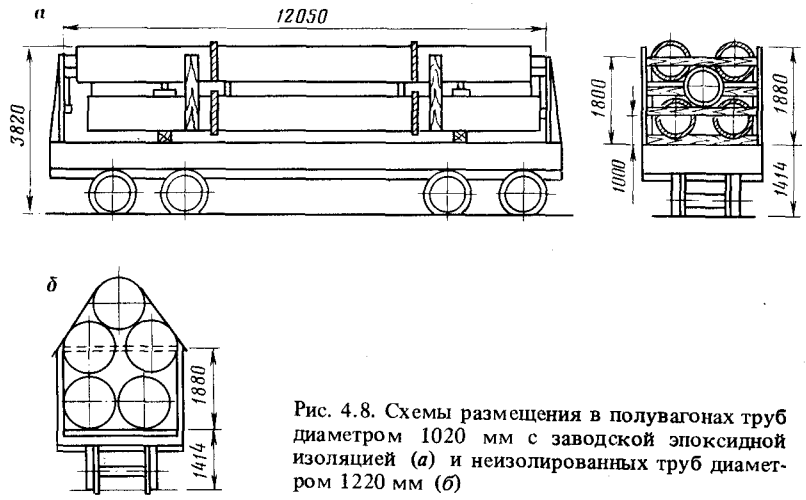


Рис. 4.8. Схемы размещения в полувагонах труб диаметром 1020 мм с заводской эпоксидной изоляцией (*а*) и неизолированных труб диаметром 1220 мм (*б*)

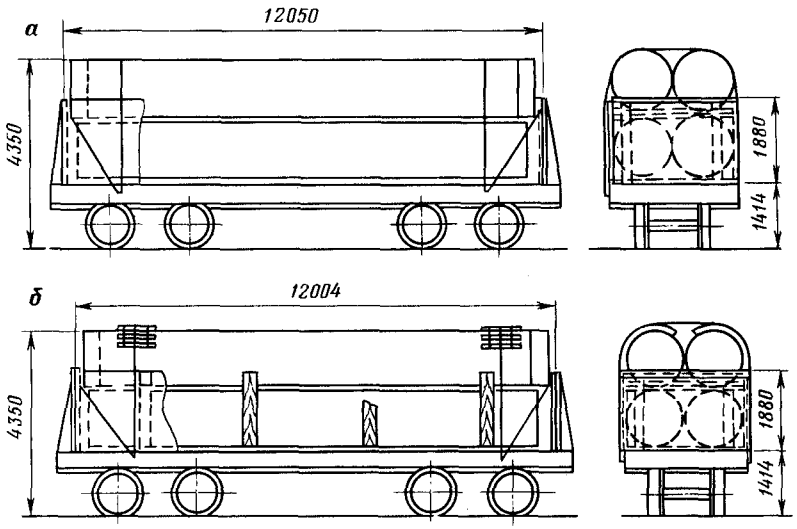


Рис. 4.9. Схемы размещения в полувагонах труб диаметром 1420 мм (*а*) и таких же труб с заводским изоляционным покрытием (*б*)

Таблица 4.13. **Нормокомплект оснастки на выгрузку труб диаметром из 529–1420 мм из полувагонов на трубовозы автомобильным краном**

Оснастка	Марка, ГОСТ, рабочие чертежи	Нормокомплект	Срок службы, месяцы	Назначение и техническая характеристика
Траверса	ТРВ-61	1	96	Грузоподъемность – 6 т. Длина поднимаемых труб – 12 м. Число поднимаемых труб – 2
	ТРВ-182	1	96	Грузоподъемность – 18 т. Число поднимаемых труб –2.
Строп четырехветьевой	4СК-1 ГОСТ 25573–82	1	12	Подъем и перемещение переходного мостика-площадки
Канат пеньковый (оттяжка)	ГОСТ 483–75	2	12	Диаметр 12,7 мм. Длина – 30 м
Канат пеньковый с карабином	ГОСТ 483–75	2	12	Диаметр 12,7 мм Длина – 7 м Увязка труб
Ножницы рычажные	ТУ 22-ЭД.1 3481–80	2	24	Резка проволоки
Лом монтажный	ЛМ–24 ГОСТ 1405–83	2	24	
Зубило слесарное	ГОСТ 7211–86	2	9	
Кувалда кузнечная продольная остроносая	ГОСТ 11402 –75	2	36	Масса 3 кг
Башмак с удлиненной ручкой	ТУ 36-2000–76	2		Подклинивание труб в полувагоне
Инвентарный башмак железнодорожный		2		Подклинивание (торможение) колес, вагонов
Инвентарный башмак трубный		4		Складирование труб в штабель
Лестница инвентарная приставная малая	Конструкции ЦНИИОМТП Госстроя СССР	2		Высота 2,3 м. Для работы в полувагонах
Лестница инвентарная приставная большая	Конструкции ЦНИИОМТП Гостроя СССР	2		Высота 4 м. Подъем на мостик-площадку
Переходный мостик-площадка к полувагону	ГОСТ 24258–88	2		
Каски защитные	"Труд-1"	3	24	
Рукавицы, пар	ГОСТ 12.4. 010–75	3	6	

Таблица 4.14. **Нормокомплект на выгрузку труб диаметром 529–1420 мм с трубовозов, погрузку секций на плетевозы и разгрузку секций с плетевозов на трассе краном-трубоукладчиком**

Оснастка	Марка, ГОСТ, рабочие чертежи	Диаметр труб, мм					Срок службы, мес	Назначение, техническая характеристика
		529	720	1020	1220	1420		
Захват торцевой	ЗТ–821	1	–	–	–	–	24	Грузоподъемность – 4 т. Длина поднимаемых труб 8–12 м
Захват автоматический	ЗТА-102	–	–	1	1	1	24	Грузоподъемность – 10 т. Число поднимаемых труб – 1
Захват клещевой полуавтоматический	К-531	1	–	–	–	–	36	Перемещение плетей со стеллажа на контроль
	К-721	–	1	–	–	–	36	Погрузка плетей на плетевозы и разгрузка плетей с плетевозов на трассе
Захват клещевой автоматический	КЗ-1422	–	–	–	–	1	36	То же
	КЗ-1223	–	–	–	1	–	36	
	КЗ-1022	–	–	1	–	–	36	
Стропы кольцевые	СК-21	1	–	–	–	–	24	Погрузка плетей на плетевозы при условии загрузки плетевозов двумя плетями
	СК-31	–	1	–	–	–	24	
	СК-101	–	–	1	–	–	24	
	СК-202	–	–	–	1	–	24	
	СК-202	–	–	–	–	1	24	
Лом монтажный	ЛМ-24 ГОСТ 1405–83	2	2	2	2	2	24	
Каски защитные	"Труд-1"	2	2	2	2	2	24	
Рукавицы	ГОСТ 12.4.010–75	2	2	2	2	2	6	
Башмак инвентарный	Конструкции СКБ Газстроймашина	4	4	4	4	4		Предупреждение раскатывания штабеля труб

Таблица 4.15. **Основные параметры металлических барж-площадок**

Проект баржи-площадки	Грузоподъемность, м	Параметры труб, мм		Число штабелей	Число рядов в штабеле	Высота штабеля, м	Число труб в штабеле	Масса одной трубы, т	Общая загрузка баржи, т
		диаметр	толщина стенки						
Р56	2800	1020	12	1	7	6,3	452	3,6	1627
			14	1	7	6,3	452	4,2	1898
		1020	14	1	6	6,5	335	5	1675
			16,5	1	6	6,5	335	5,9	1977
		1420	16	1	5	6,3	245	6,7	1642
			19,5	1	5	6,3	245	8,1	1985
			25,8	1	5	6,3	245	10,6	2597
459К	1500	1020	12	1	7	6,3	398	3,6	1433
			14	1	6	5,4	345	4,2	1449
		1220	14	1	6	6,5	287	5	1435
			16,5	1	5	5,4	250	5,9	1475
		1420	16	1	5	6,3	210	6,7	1407
			19,5	1	4,5	6,3	185	8,1	1499
			25,8	1	3,5	5,1	140	10,6	1484
349 и 942	1000	1020	12	1	5	4,6	260	3,6	936
			14	1	4,5	4,6	240	4,2	1008
		1220	14	1	5	5,4	200	5	1000
			16,5	1	4	4,4	170	5,9	1003
		1420	16	1	4	6,4	146	6,7	978
			19,5	1	4	5,1	123	8,1	996
			25,8	1	3	3,9	95	10,1	1007
562Д и 328	800	1020	12	1	4	3,7	210	3,6	756
			14	1	3,5	3,7	190	4,2	798
		1220	14	1	4	4,4	160	5	800
		1220	16,5	1	3	3,3	130	5,9	767
		1420	16	1	3	3,9	110	6,7	737
			19,5	1	3	3,9	99	8,1	737
			25,8	1	2	2,6	75	10,6	795
1653	500	1020	12	4	5	4,6	120	3,6	432
			14	4	5	4,6	120	4,2	504
		1220	14	4	4	4,4	100	5	500
			16,5	4	4	4,4	84	5,9	496
		1420	16	4	4	5,1	72	6,7	482
			19,5	4	3	3,9	60	8,1	486
			25,8	4	3	3,9	48	10,6	509
944	300	1020	12	3	4	3,7	66	3,6	238
			14	3	4	3,7	66	4,2	277
		1220	14	3	3	3,3	45	5	225
			16,5	3	3	3,3	45	5,9	266
		1420	16	3	3	3,9	36	6,7	241
			19,5	3	3	3,9	36	8,1	292
			25,8	3	2	2,6	2,7	10,6	286

Транспортировка труб на трубосварочные базы и от них на трассу

Общую организацию перевозок разрабатывают в проекте производства работ (ППР). В соответствии с технологической схемой доставку труб и секций осуществляют труботранспортными машинами на шасси автомобилей, тракторов или специальными транспортными средствами. Для оказания технической помощи на маршрутах перевозок и ликвидации технических неисправностей транспортных средств руководство автопредприятия организует бригады технической помощи. Трубы длиной до 12 м от пунктов временного складирования (прирельсовые площадки, пристани) до трубосварочных баз или к разгрузочным площадкам доставляют трубовозами на шасси полноприводных автомобилей УРАЛ-375, ЗИЛ-131, КрАЗ-255Б, МАЗ-7910. Во избежание перемещений труб и трубных секций при перевозке последние должны быть закреплены на транспортном средстве. Для предотвращения продольного перемещения трубы с обоих концов их следует закреплять стопорными канатами. Страховочный и стопорные канаты должны быть в натянутом положении.

Для перевозки труб в сложных дорожных условиях, в том числе на заболоченных участках и болотах I типа, следует использовать гусеничный транспорт – снегоболотоходы типа "Ямал" (36 т), "Урал-5920" (8 т), БТ-361. В болотистой местности, на болотах I, II и III типов могут быть использованы автомобили Урал-375, ЗИЛ-131, КрАЗ-255Б, гусеничные транспортные средства ПТ-181, ПТ-301, Т-130ГТ, Т-100МБ и гусеничные транспортеры при наличии временных дорог. При чередовании заболоченных и сухих участков целесообразно заранее оборудовать промежуточные площадки, которые могут быть монтажными для сборки секций труб. Трубы на разгрузочную площадку доставляют трубовозами, где трубы либо складируют, либо перегружают на гусеничные транспортные средства. Дальнейшую перевозку труб или секций осуществляют гусеничными поездами, используя на особенно сложных участках дополнительные тягачи и тракторы на болотном ходу (Т-130Г1, Т-100МБ) или гусеничные транспортеры ГТГ.

В горной местности в зависимости от дорожных условий (профиль пути, уклоны) применяют автомобильные, тракторные и другие средства (рис.4.10). Перевозку труб и секций длиной 12 и 24 м в горной и предгорной местности на участках с продольными уклонами α до 10° (рис.4.10, *а*) следует выполнять трубоплетевозами на базе автомобилей. На участках с частым чередованием подъемов и спусков с продольными уклонами 10–20° следует применять поезда на гусеничном ходу или использовать автомобили высокой проходимости (рис.4.10, *б, в, г*). На особо трудных участках трассы с подъемами более 20° пересеченной местности необходимо использовать дежурные тягачи или тракторные самоходные лебедки, помогающие транспортным машинам преодолевать эти участки (рис.4.10, *д, е, ж*). При чередовании участков подъемами 10–25° горной трассы и участков с относительно небольшими продольными уклонами (до 10°) целесообразно организовать промежуточные площадки со складированием на них

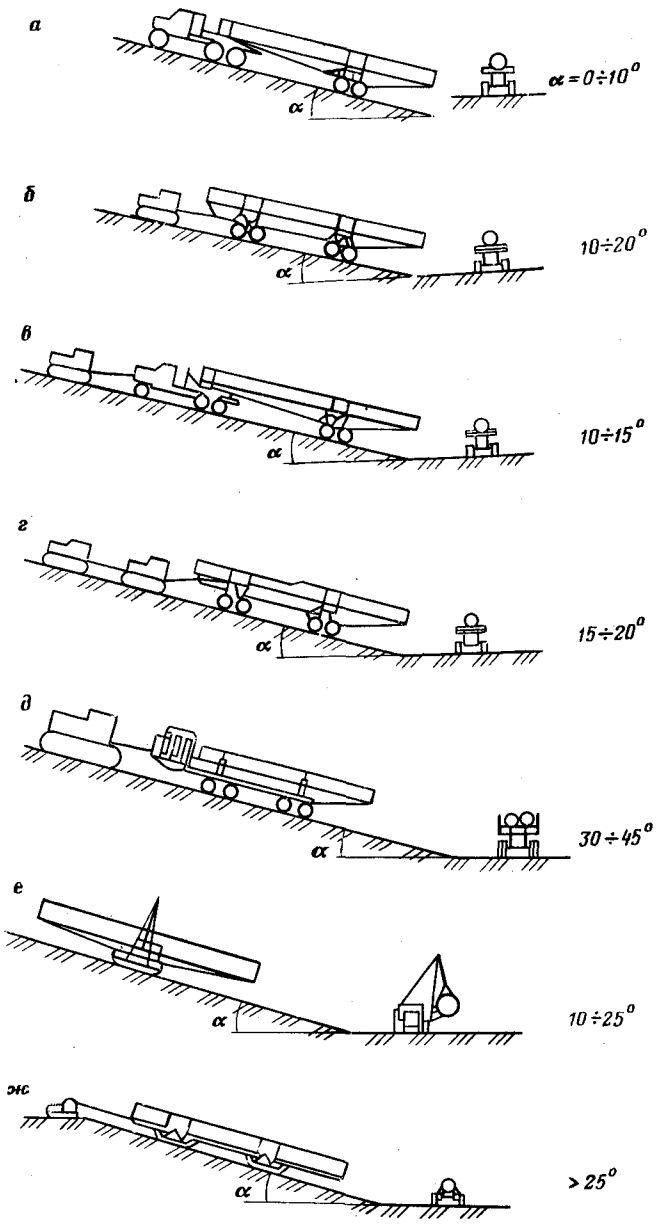


Рис. 4.10. Транспортные схемы перевозки труб в горных условиях в зависимости от крутизны склона

Таблица 4.16. **Необходимая ширина дороги в зоне поворота**

Ширина входного проезда, м	Ширина дороги в зоне поворота (в м) при длине автопоезда, м				
	12	16	20	24	28
5	15	18	22	26	28
10	11,5	14	17,5	20	23
16	8	12	14	17	19
20	7,5	9	12	14	17
25	7	8	11	13	15

Таблица 4.17. **Допустимый задний свес трубных секций при перевозке их по пересеченной местности**

Сумма уклона спуска и подъема в зоне перегиба, градусы	Задний свес секции (в м) при погрузочной высоте, м				
	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
35	2	2,5	2,7	3,2	3,5
30	2,4	2,9	3,2	3,7	4,2
25	3	3,7	4	4,3	5
20	3,7	4,4	4,9	5,4	6
15	4,9	5,5	6,4	7	7,8
10	7,5	9	10,5	12	13

труб. Разгрузочные площадки должны быть обеспечены погрузочно-разгрузочными средствами. Трубы на такую площадку доставляют обычными трубовозами (на шасси Урал-375 и др.), затем их разгружают и складируют. Последующую погрузку труб на гусеничные средства или автомобили высокой проходимости (МАЗ-7910) производят перед доставкой их на следующую разгрузочную площадку, расположенную обычно на вершине подъема. Дальнейшую перевозку труб с доставкой их к месту монтажа на трассе трубопровода производят автомобильными или колесными тракторными средствами.

В песчано-пустынной местности используют различные методы перевозок. Для преодоления песков в основном используют полноприводные автомобили МАЗ-7910, МАЗ-543 и гусеничные поезда на базе тракторов Т-100, Т-130. Для повышения проходимости поездов в песках на прицепах применяют арочные шины и пневмокатки. В барханных песках трубы и секции перевозят тракторными поездами, состоящими из гусеничного трактора и двухколесных роспусков. Поезда работают в песках колоннами, в составе которых не менее двух тракторов. При преодолении подъемов на барханы один из тягачей отцепляют, затормаживают прицепы и используют трактор как буксирный тягач. После преодоления подъема оба трактора в сцепе повторяют такую же операцию по преодолению подъема с другим нагруженным поездом.

Таблица 4.18. **Скорость движения груженого плетевоза, км/ч**

Тип дороги	Равнина	Всхолмленная местность
Асфальт	40–45	30–40
Автогрейдерная гравийная	30–40	25–30
Автогрейдерная сухая грунтовая	25–30	20–25
Грунтовая увлажненная	<15	<10
Сыпучий песок	<10	<10
Снег неуплотненный	5	5

Секции труб длиной до 36 м от трубосварочных баз до трассы трубопровода перевозят трубоплетевозами на базе автомобилей КрАЗ-255Б, МАЗ-543, колесных тракторов К-701, гусеничных тракторов Т-100, Т-130, Т-160. При перевозке длинномерных труб, особенно трубных секций, необходимо учитывать, что габаритная полоса движения в зоне поворота значительно увеличивается. Для определения вписываемости труботранспортных машин в прямоугольный поворот необходимую ширину в зоне поворота определяют по табл. 4.16.

Для определения вписываемости транспортного средства в прямоугольные повороты при различной величине бызы (расстояние между точками опирания груза и плетевоза) рекомендуется пользоваться номограммой, разработанной Научно-исследовательским институтом автомобильного транспорта (НИИАТ). Если известна база транспортного средства и ширина входного проезда $B_{вх}$, то восстанавливая ординату до пересечения определенной кривой из семейства кривых, можно определить ширину выходного проезда $B_{вых}$. Величину $B_{вх}$ определяют в обратной последовательности, если известна $B_{вых}$.

Допустимый задний свес длинномерной трубы при движении по пересеченной местности не должен превышать размеров, указанных в табл.4.17.

Данные по рекомендуемой скорости движения груженого плетевоза приведены в табл.4.18.

Предельное число труб секций, перевозимых труботранспортными машинами, приведено в табл.4.19, 4.20.

Перевозка труб и звеньев по ледяным переправам на автопоездах, тракторах и других транспортных средствах допускается только при условии, что полная масса поезда не превышает массы, которую может выдержать лед данной толщины (табл.4.21).

Таблица 4.19. **Число труб (секций), перевозимое труботранспортными машинами**

Диаметр и толщина стенки трубы, мм	Длина, м	Масса, т	ПВ-92, ЗИЛ-131	ПВ-91, Урал-375	ПВ-202, КрАЗ-255	ПВ-201, ВАЗ-135	ПВ-301, МАЗ-543	ПВ-481, МАЗ-537	ПВ-30, Т-100МБ	ПТК-401, Т-180	ПТ-50 ДЭТ-250
			Грузоподъемность, т								
			9	9	19	20	30	50	30	40	50
219x7	12	0,44	21	21	40	40	X	X	X	X	X
	24	0,88	11	11	20	21	34	40	34	40	40
	36	1,32	7	7	15	15	23	38	23	30	38
273x8	12	0,63	14	14	26	26	X	X	X	X	X
	24	1,26	7	7	15	15	24	X	24	26	X
	36	1,89	4	4	10	10	16	26	16	21	26
325x8	12	0,75	12	12	22	22	X	X	X	X	X
	24	1,5	6	6	10	11	20	X	20	22	X
	36	2,25	4	4	8	8	12	22	12	18	22
377x8	12	0,875	10	10	18	18	X	X	X	X	X
	24	1,75	5	5	11	12	18	X	18	X	X
	36	2,626	4	4	7	8	11	18	11	16	18
426x9	12	1,12	7	7	12	12	X	X	X	X	X
	24	2,24	4	4	9	8	12	X	12	X	X
	36	3,36	2	2	6	6	9	12	9	12	12
530x7	12	1,1	7	7	9	9	X	X	X	X	X
	24	2,2	4	4	9	9	X	X	9	X	X
	36	3,3	2	2	6	6	9	X	9	X	X
720x8	12	1,7	5	5	X	X	X	X	X	X	X
	24	3,4	2	2	5	5	X	X	5	X	X
	36	5,1	1	1	3	3	5	X	5	X	X
820x8	12	2	5	5	X	X	X	X	X	X	X
	24	4	2	2	5	5	5	X	X	X	X
	36	6	1	1	3	3	5	5	5	5	5
1020x10	12	3,08	3	3	X	X	X	X	X	X	X
	24	6,16	1	1	3	3	3	X	3	3	X
	36	9,24	2	2	2	2	3	5	3	3	5
1220x12	12	4,33	2	2	3	3	X	X	X	X	X
	24	8,66	1	1	2	2	3	3	3	3	3
	36	12,99	У	У	1	1	2	3	2	2	3
1420x16,5	12	6,9	1	1	2	2	X	X	X	X	X
	24	13,8	У	У	1	1	2	2	2	2	2
	36	20,7	У	У	1	1	1	2	1	2	2
1420x17,5	12	7,2	1	1	2	2	X	X	X	X	X
	24	14,1	У	У	1	1	2	2	2	2	2
	36	21,6	У	У	У	1	1	2	2	2	2
1420x19,5	12	8,1	1	1	2	2	2	X	X	X	X
	24	16,2	У	У	1	1	2	2	2	2	2
	36	24,3	У	У	У	У	1	2	1	1	2
1420x20,5	12	8,4	1	1	2	2	X	X	X	X	X
	24	16,8	У	У	1	1	2	2	2	2	2
	36	25,2	У	У	У	У	1	2	1	1	2

Примечание. Знаком X обозначено, что перевозка труб указанным транспортом нецелесообразна, а У – недопустима.

Таблица 4.20. **Предельное число труб (секций) малых диаметров, перевозимых на трубовозах**

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м труб, кг	ПВ-93 (Урал-325), ПВ-94 (ЗИЛ-131), $Q = 9$ т*			ПВ-204 (КрАЗ-255), $Q = 19$ т			БТ-361 (К-701), $Q = 25$т			ПТГ-251, $Q = 25$ т		
			Длина труб (секций), м											
			12	24	36	12	24	36	12	24	36	12	24	36
25	4	2,07	361	180	120	763	381	254	1005	502	335	1005	502	335
28	4	2,37	315	157	105	666	333	222	877	438	292	877	438	292
32	4	2,76	270	135	90	571	285	190	752	376	250	752	376	250
38	4	3,35	223	111	74	471	235	157	620	310	206	620	310	206
42	4	3,75	199	99	66	421	210	140	555	277	185	555	277	185
50	8	8,29	90	45	30	190	95	63	250	125	83	250	125	83
57	8	9,67	73	36	24	154	79	51	202	101	67	202	101	67
68	8	11,84	63	31	21	133	66	44	175	87	58	175	87	58
	16	20,52	36	18	12	76	38	25	100	50	33	100	50	33
83	8	14,8	50	25	16	106	53	35	140	70	46	140	70	46
	18	28,25	25	12	8	53	26	17	70	35	23	70	35	23
95	8	17,16	42	21	14	88	44	29	116	58	38	116	58	38
	24	34,85	20	10	6	43	21	14	57	28	19	57	28	19
114	8	20,91	35	17	11	74	37	24	97	48	32	97	48	32
	28	42,62	17	8	5	36	18	12	47	23	15	47	23	15
159	7	26,2	27	14	9	57	28	19	75	37	25	75	37	25
	10	36,8	19	9	6	40	20	13	52	26	17	52	26	17
	28	103	7	3	2	15	7	5	20	10	6	20	10	6
168	7	27,8	27	14	9	57	28	19	75	37	25	75	37	25
	9	35,3	20	10	6	42	21	14	55	27	18	55	27	18
	14	57,6	12	6	4	25	12	8	33	16	11	33	16	11
	36	117,19	6	3	2	14	7	5	18	9	6	18	9	6

* В скобках указан тип тягача. Буквой Q обозначена грузоподъемность.

Таблица 4.21. **Несущая способность ледовой переправы**

Марка тягача (плетевоза)	Масса плетево-за с полной нагрузкой, т	Минимально допустимая толщина льда, см	Интервал между машинами, м
ЗИЛ-131	18	50–62	30
УРАЛ-375	20,5	55–68	35
КРАЗ-214 (КРАЗ-255Б)	34	70–88	50
БАЗ-135	35	72–90	50
МАЗ-543	60	80–100	100
МАЗ-537	80	85–120	150
Т-100МБ, Т-180	47,2	60–85	55

Примечания. 1. Показатели даны для пресноводного льда. Для льда морских заливов допустимая нагрузка должна быть ниже на 20 %. 2. Допустимые нагрузки на лед при оттепели следует устанавливать практически, начиная с нагрузок вдвое меньше, указанных в таблице.

Складирование труб на прирельсовой площадке и секций труб на трубосварочной базе

Складирование труб является составной частью производства работ при строительстве трубопроводов. При складировании вначале определяют и подготавливают места складирования, устраивают подъездные пути и основания под склад труб, а затем оснащают склад труб необходимыми машинами и оборудованием. Трубы укладывают в штабеля, обеспечивая устойчивость труб от раскатывания при погрузке и разгрузке труб с транспортных средств. После разборки штабеля труб элементы стеллажа транспортируют на новое место складирования. Склады для хранения труб предусматриваются в ППР и сооружаются по типовым проектам в соответствии с требованиями строительных норм и правил, утвержденных Госстроем СССР, санитарных норм, другой нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке. Площадь складов должна обеспечивать размещение труб, проход людей, проезд транспортных и грузоподъемных средств. Площадки для складирования труб должны предусматриваться с уклоном 1,5–2°. Должен быть также обеспечен отвод атмосферных осадков и грунтовых вод. Склады должны иметь сквозной или круговой проезды шириной не менее 4,5 м для транспортных и грузоподъемных средств. Между смежными штабелями труб должны быть оставлены проходы шириной не менее 1 м. Трубы укладывают в штабель рядами по вертикали и располагают их в седловинах между труб нижележащего ряда. Штабели труб располагают в поперечном направлении к проезжей части склада. Трубы разного диаметра, изолированные и неизолированные, хранят раздельно. Трубы диаметром более 300 мм следует укладывать штабелями высотой не более 3 м с помощью автоматических захватов, не трубоукладчиков участия рабочих у штабеля. При укладывании труб штабелями без автоматических захватов высота штабеля не должна превышать 3 м. Для

предотвращения раскатывания труб в штабеле их крепят специальными инвентарными приспособлениями, обеспечивающими устойчивость труб и безопасность работающих.

Высоту штабеля труб с учетом укладки их в "седло" в зависимости от числа рядов можно определить по формуле

$$H = D(n \cdot 0{,}866 + 0{,}134),$$

где H – высота штабеля труб; D – диаметр трубы; n – число рядов.

При складировании труб не допускается укладывать в один штабель трубы разного диаметра, производить укладку труб верхнего ряда до закрепления труб нижнего ряда, складировать вместе изолированные и неизолированные трубы, а также укладывать трубы в наклонном положении, с опиранием поверхности трубы на кромки нижележащих труб.

При хранении труб на прирельсовом складе трубы разгружают краном вначале на площадку, а затем краном-трубоукладчиком перемещают и укладывают их в штабель на некотором расстоянии от рельсовых путей (рис.4.11). Для высокорядного склада схема организации

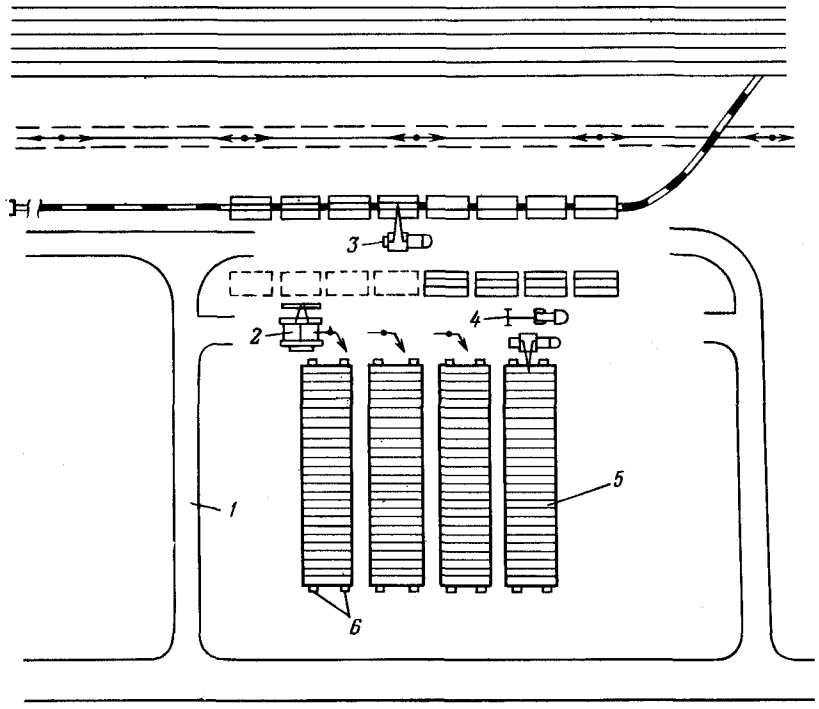


Рис. 4.11. Примерный генплан труборазгрузочной площадки:

1 – временная автодорога; *2* – кран-трубоукладчик; *3* – автокран; *4* – трубоплетевоз; *5* – штабель труб; *6* – противораскаточные башмаки

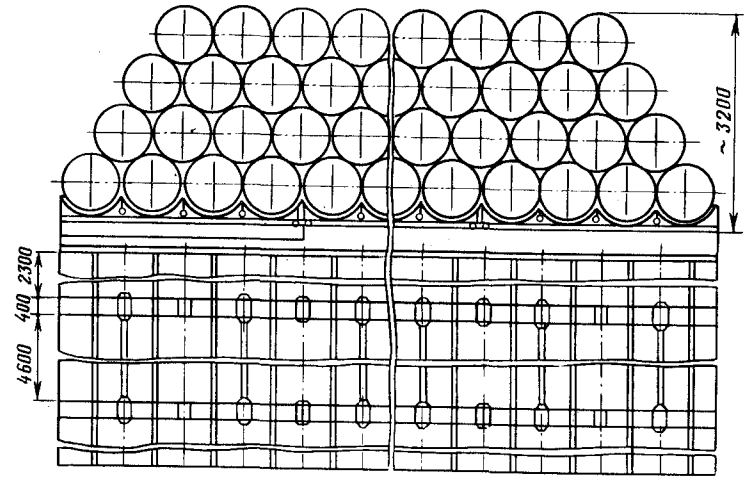


Рис. 4.12. Сборно-разборный стеллаж СР-1421

работ не меняется. Основанием для высокорядного складирования может служить сборно-разборный стеллаж СР-1421 (рис.4.12), разработанный СКБ Газстроймашина и ВНИИСТом. Схема складирования труб на стеллаже СР-1421 с помощью гусеничного крана СКГ-40 при использовании автоматического захвата изображена на рис.4.13. В качестве ограждающих устройств (от раскатывания труб) на базисном складе используют опорные и разделительные стойки для хранения труб разных диаметров (рис.4.14, *а*). При складировании труб с изоляционным покрытием места контакта труб со стойками должны быть облицованы мягкими материалами (дерево, резина и т.д.) для обеспечения сохранности изоляции. Чтобы трубы не раскатывались при хранении, следует использовать способы внутренней (рис.4.14, *б*) или наружной (рис.4.14. *в*) их увязки. При обоих способах крайние трубы нижнего ряда необходимо подклинивать с помощью металлического упора, облицованного резиной. Способы складирования труб малых диаметров приведены на рис.4.15

Такелажные приспособления

При разгрузке труб больших диаметров кранами и погрузке их на транспортные средства используют торцовые захваты. При разгрузке труб из полувагонов и погрузке их на транспортные средства автокранами, а также при складировании труб на прирельсовых и притрассовых складах с помощью крана-трубоукладчика применяют траверсы ТРВ-161, ТРВ-182. Для выполнения подъемно-транспортных операций и перемещения на короткие расстояния секций труб с наружной изоляцией используют мягкие полотенца с трубоукладчиком.

Для выполнения подъемно-транспортных операций с трубами без изоляции на трубосварочной базе и трассе применяют трубоукладчики,

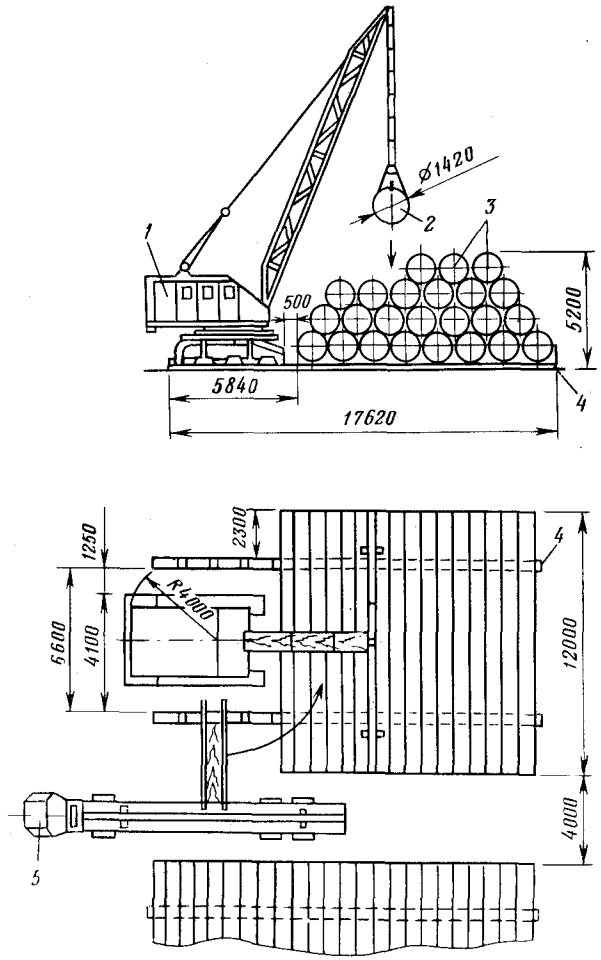


Рис. 4.13. Схема складирования труб на стеллаже СР-1421 гусеничным краном (СКГ-40):

1 – кран; *2* – труба; *3* – штабель; *4* – стеллаж; *5* – трубовоз

Рис. 4.15. Схемы складирования труб малых диаметров:

а – послойно; *б* и *в* – "в седло" на плоских и желобчатых подкладках; *г* – пакетами послойно; *1* – подкладки; *2* – прокладки; *3* – упор; *4* – упор-ограждение; *5* – сборно-разборный стеллаж

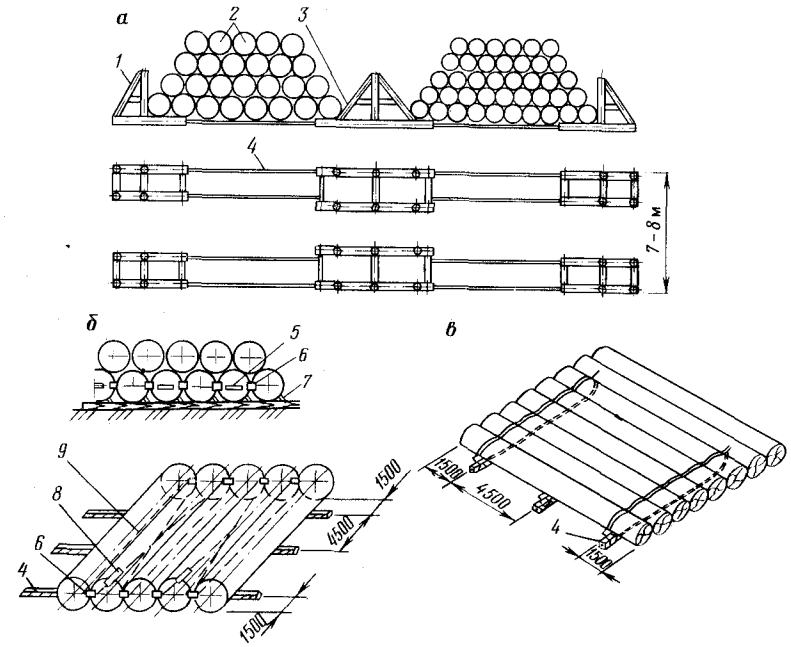


Рис. 4.14. Схемы штабеля труб разных диаметров с использованием опорных разделительных стоек (*а*), внутренней (*б*) и наружной (*в*) увязки труб:

1 – противораскаточные упоры; *2* – трубы; *3* – разделительные стойки; *4* – подкладки стеллажа; *5* – трос с талпером; *6* – мягкие прокладки; *7* – упорный клин; *8* – талреп; *9* – увязочный трос

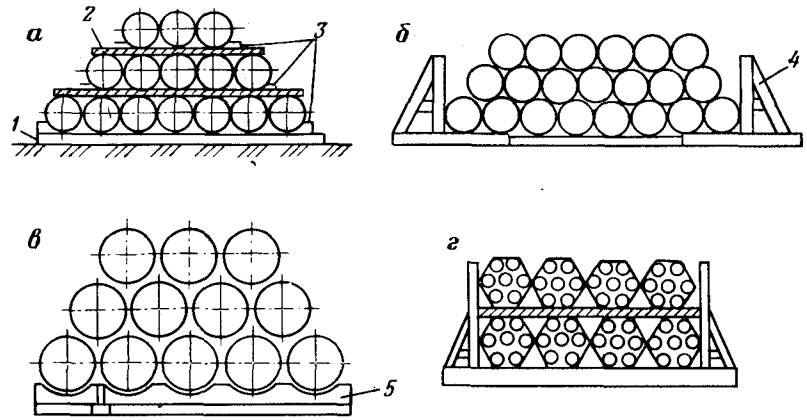


Таблица 4.22. **Расчетное разрывное усилие каната, $K_н$, не менее**

Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, $м^2$	Расчетная масса 1000 м смазанного каната, кг	$K_н$ при временном сопротивлении разрыву, МПа			
			1600	1700	1800	2000
Канаты стальные типа ТЛК-0 конструкции 6х37-222, с органическим сердечником (ГОСТ 3079–80) для стропов, грузовых подвесок монтажных кранов и полиспастов						
15	85,61	800	136,5/116	145,5/123,5	154/130,5	171/145
17	106,93	999	171/145	181,5/154	192/163	213,5/181
19	135,53	1266	216,5/184	230,5/195,5	243,5/206,5	271/230
20,5	167,65	1566	268/227,5	285/242	301,5/256	335/274,5
22,5	196,91	1839	315/267,5	334,5/284	354,5/300,5	393,5/334
24,5	228,91	2138	360/331	389/330,5	412/350	457,5/388,5
26	269,97	2521	431,5/366,5	458,5/389,5	485,5/412,5	539,5/458,5
28	302,34	2824	483,5/410,5	513,5/436	544/462	504,5/513,5
30	344,82	3192	546,5/464,5	581/493,5	615/522,5	683,5/580,5
32	391,98	3661	627/532,5	666/566	705,5/599,5	783,5/665,5
33,5	444,99	4156	711,5/604,5	756/642,5	800,5/680	889,5/756
37,5	541,92	5061	867/763	921/782,5	975/828,5	1083/920,5
41	659,46	6159	1055/896,5	1185/952	1185/1005	1318/1120
45	787,98	7359	1260/1070	1335/1130	1415/1200	1575/1338
48,5	907,92	8480	1450/1230	1540/1305	1630/1385	1815/1542
52	*1077,86*	*10067*	*1720/1460*	*1830/1555*	*1946/1645*	–
56	1219,65	11391	1950/1650	2070/1755	2195/1865	–
Канаты стальные двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19 (1 + 6 + 6/61) (ГОСТ 2688–80) для оттяжек и тяг						
4,1	6,55	64,1	–	–	11,75/10	13,1/11,1
4,8	8,61	84,2	–	–	15,45/13,15	17,2/14,2
5,1	9,76	95,5	–	–	17,55/14,9	19,5/16,15
5,6	11,9	116,5	–	–	21,4/18,2	23,8/19,65
6,9	18,5	176,6	28,85/24,5	30,65/20,65	32,45/26,85	36,1/29,3
8,3	26,15	256	41,8/35,55	44,45/37,78	47,05/38,95	52,3/42,45
9,1	31,18	305	49,85/42,35	59/45,05	56,1/46,4	62,35/50,65
9,9	36,66	358,6	58,65/49,85	62,3/52,95	65,95/54,55	73,3/59,55
11	47,19	461,6	75,5/64,15	80,2/68,15	84,9/70,25	94,35/76,65
12	53,87	527	86,15/73,25	91,55/77,8	96,95/80,2	107,5/87,5
13	61	596,6	97,6/82,95	103,5/88,1	109,5/80,85	122/99,1
14	74,4	728	119/101	126/107,5	133,5/110,5	148,5/120,5
15	86,28	844	138/117	146,5/124,5	155/128,5	172,5/140
16,5	104,61	1025	167/142	117,5/151	188/155,5	209/169,5
18	124,73	1220	195,5/169,5	212/180	224,5/185,5	249/202,5
19,5	143,61	1405	229,5/195	244/207,5	258/213,5	287/233
21	167,03	1635	267/227	283,5/241	300,5/248,5	334/271
22,5	188,78	1850	302/256,5	320,5/272,0	339,5/281	377,5/306,5
24	215,49	2110	344,5/293	366/311	387,5/320,5	430,5/350
25,5	244	2390	390/331,5	414,5/352	439/363	488/396,5
28	297,63	2911	476/404,5	505,5/430	535,5/443	595/483,5
30,5	356,72	3490	570,5/485	606/515	642/531	713/579,5
32	393,06	3845	628,5/534,5	668/567,5	707,5/585	786/638,5
33,5	431,78	4220	669,5/586	733/623	776/642	862/700,5
37	512,79	5016	820/697	871,5/740,5	923/763,5	1025/833
39,5	586,59	5740	938,5/797,5	997,5/847,5	1055/873,5	1170/853
42	668,12	6535	1065/908,5	1135/965	1200/995	1135/1085
44,5	755,11	7358	1250/1025	1280/1060	1355/1100	–
47,5	861,98	8431	1375/1170	1465/1210	1550/1260	–
51	976,03	9546	1560/1325	1655/1370	1755/1425	–
56	1190,53	11650	1900/1615	2020/1670	2140/1740	–

Канаты стальные двойной свивки типа ТК конструкции 6х19 (1 + 6 + 12) + 1 о.с. (ГОСТ 3070–74) для оснащения кранов (грузовых, стреловых, для оттяжки стрелы и гуська)

13	57,7	565,5	92,3/78,45	98,05/83,3	103,5/85,6	115/93,4
14,5	72,96	715	116,5/99	124/105	131/108	145,5/118
16	90	882,5	114/122	153/130	162/134	180/146
17,5	108,86	1070	174/147,5	185/157	195,5/161,5	217,5/176,5
19,5	130,11	1275	208/176,5	221/187,5	234/193,5	260/211
21	152,58	1495	244/207	259/220	274,5/227	305/247,5
22,5	176,86	1735	282,2/240	300,5/255	318/263	353,5/287
24	202,92	1990	324,5/275,5	344,5/292,5	365/302	405,5/329
25,5	230,76	2265	369/313,5	392/333	415/343	461,5/374,5
27	260,41	2555	416,5/354	442,5/376	468,5/387,5	520,5/422,5

Канаты стальные двойной свивки типа ТК конструкции 6х37 (1 + 6 + 12 + 18) + 1 о.с. (ГОСТ 3071–74) для трубоукладчиков

11,5	43,85	427	70,15/57,5	74,5/61,05	78,9/62,55	87,7/67,95
13,5	63,05	613,5	100,5/82,4	107/87,7	113/89,6	126/97,65
15	85,77	834,5	137/112	145,5/119	154/122	171,5/132,5
18	111,99	1090	179/146,5	190/155,5	201,5/159,5	223,5/173
20	141,67	1380	226,5/185,5	240,5/197	255/202	283/219
22,5	174,84	1705	279,5/229	297/243,5	314,5/249	349,5/270,5
24,5	211,5	2060	338/277	359,5/294,5	380,5/301,5	423/327,5
27	252,26	2455	403,5/330,5	428,5/351	454/360	504,5/390,5
29	295,93	2880	473/387,5	503/412	532,5/422	591,5/548
31,5	343,11	3340	548,5/449,5	583/478	617,5/489,5	686/531,5
33,5	393,78	3835	630/516,5	669/548,5	708,5/561,5	787,5/610
36,5	447,91	4360	716,5/587,5	761/624	806/639,5	895,0/694
38	505,54	4920	808,5/662,5	859/704	909,5/721,5	1010/782,5
39,5	566,67	5515	906,5/743	963/789,5	1022/808,5	1130/875,5
44,5	699,34	6805	1115/914,	1185/971,5	1255/995	1395/1080
54	1006,61	9795	1610/1320	1710/1400	1810/1435	2010/1555
49	846,01	8235	1350/1105	1435/1175	1502/1205	1695/1305
58,5	1183,73	11550	1890/1545	2010/1645	2130/1685	2365/1830
63,5	1372,43	13350	2195/1795	2330/1910	2470/1955	2740/2120
66,5	1575,07	15350	2520/2065	2675/2190	2835/2245	3150/2440

Примечание. В числителе – суммарное расчетное разрывное усилие всех проволок в канате; в знаменателе – разрывное усилие каната в целом.

Таблица 4.23. **Число обрывов проволок на длине одного шага свивки, при котором канат бракуется**

Первоначальный коэффициент запаса прочности при установленном правилами Госгортехнадзора СССР соотношении D/d	Конструкция каната			
	6х19 = = 114 + 1 о.с.	6х37 = = 222 + 1 о.с.	6х61 = = 366 + 1 о.с.	18х19 = = 342 + 1 о.с.
<6	12/6	22/11	36/18	36/18
6 – 7	14/7	26/13	38/19	39/19
>7	16/8	30/15	40/20	40/20

Примечания. 1. Цифры в числителе – для канатов крестовой свивки, в знаменателе – для канатов односторонней свивки. 2. D – диаметр барабана, мм; d – диаметр каната, мм.

Таблица 4.24. **Число зажимов в зависимости от диаметра троса**

Диаметр троса, мм	Число зажимов	Диаметр троса, мм	Число зажимов
<17,5	3	28	5
19,5	4	35	7
22	4	37	8
24	5	39	9

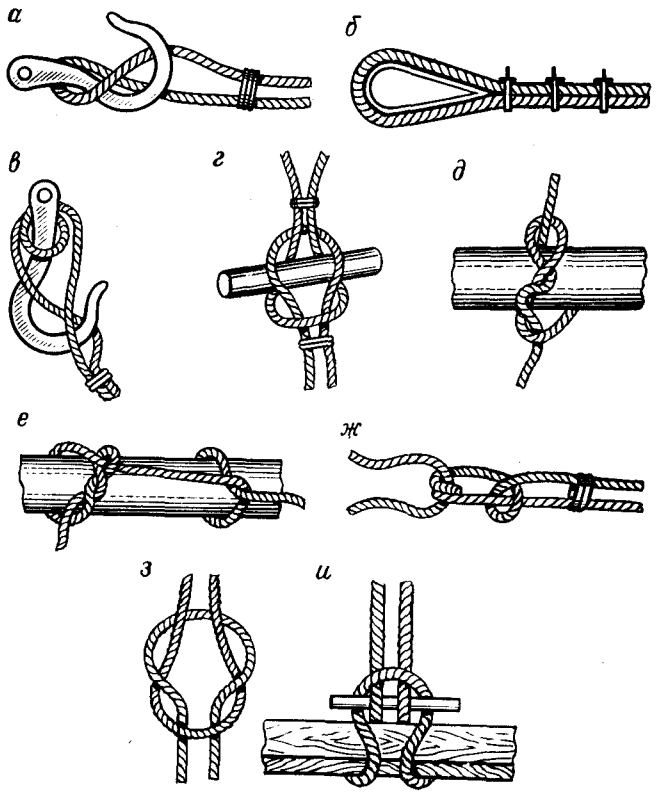


Рис. 4.16. Способы крепления такелажной оснастки:

а, б – зажимы для крепления каната; *в* – гаечный узел; *г* – прямой узел с клевантом; *д, е* – затяжной узел ("удавка"); *ж* – штык с двумя шлангами; *з* – прямой узел; *и* – "мертвая петля"

Таблица 4.25. **Строповочные канаты для выгрузки труб из железнодорожных вагонов**

Труба		Строп каната	
Диаметр и толщина стенки, мм	Масса, кг	Диаметр, мм	Длина, м
168x6	288	6,1	6,5
168x12	560	8	6,5
219x8	500	7,4	6,5
325x8	755	11	6,5
377x8	875	11	6,5
426x9	1111	13	6,75
530x7	1084	13	6,5
530x12	1840	15,5	6,75
630x8	1485	15,5	6,5
720x8	1700	15,5	6,5
720x15	3160	19,5	6,75
820x8	1940	15,5	6,5
820x16	3900	22	6,75
920x8	2181	17,5	6,5
1020x10	3019	19,5	6,5
1020x16	4802	24	6,75
1020x20	5978	26	6,75
1220x12	4334	22	6,75
1220x20	7174	28,5	6,75
1420x12	5051	24	6,5
1420x18	7544	30,5	6,75
1420x20	8370	30,5	6,75

оснащенные кольцевыми стропами и надеваемыми на трубы удавкой. Кольцевые стропы в зависимости от диаметра применяют восьми типоразмеров: СК-51, СК-52, СК-53, СК-54, СК-81, СК-101, СК-201, СК-202. Для автоматической строповки и расстроповки труб и секций труб при их подъеме и перемещении трубоукладчиком применяют клещевые захваты шести типоразмеров: КЗ-531, КЗ-721, КЗ-821, КЗ-1022, КЗ-1223, КЗ-1422. При выполнении подъемно-транспортных работ на складах, а также при погрузочно-разгрузочных работах используют автоматические захваты ЗТА-31, ЗТА-101, ЗТА-102. Расчетное разрывное усилие канатов приведено в табл.4.22. Число обрывов проволок на длине одного шага свивки, при котором канат бракуется, приведено в табл.4.23, а число зажимов в зависимости от диаметра троса – в табл.4.24. Рекомендуемые способы крепления такелажной оснастки приведены на рис.4.16. Стропы однопетельные с крюком, групповые с двумя крюками и групповые с двумя кольцами применяются при выгрузке труб из железнодорожных вагонов. Диаметр и длина строповых канатов при шестикратном запасе прочности и угле между стропами 120° для выгрузки 12-метровых труб из железнодорожных вагонов приведены в табл.4.25.

Для соединения стальных канатов между собой применяют специальные зажимы, состоящие из корпуса зажима, бугеля и двух гаек. Же-

Таблица 4.26. **Зажимы для стальных канатов**

Диаметр стального каната, мм	Тип зажима	Масса зажима, кг
13–15	ЗРК-01	0,5
15,5–17,5	ЗРК-02	0,83
18,5–21,5	ЗРК-03	1
22–26	ЗРК-04	1,81
26,5–31	ЗРК-05	2,52
32–35	ЗРК-06	3,62
36–39	ЗРК-07	4,4
40–47,5	ЗРК-08	6,72
48–56	ЗРК-09	8,94

лобки, имеющиеся внутри корпуса зажима, обеспечивают плотное прилегание каната к зажиму и предохраняют канат от вращения при нагрузке на него (табл.4.26).

Особенности транспортных и погрузочно-разгрузочных работ с изолированными трубами

При производстве погрузочно-разгрузочных и транспортных работ, а также при складировании труб с заводской изоляцией следует соблюдать ряд дополнительных требований, обусловленных свойствами изоляционных покрытий и направленных на обеспечение высокого качества строительства. Работы с изолированными трубами должны производиться такими методами, которые исключают порчу изоляционного покрытия.

Погрузку, разгрузку и складирование изолированных труб следует производить, избегая их соударения, волочения по земле, а также по нижележащим трубам. При этом указанные операции с трубами должны осуществляться с помощью стреловых, гусеничных кранов или трубоукладчиков, оснащенных торцовыми (ЗТ-1221, ЗТ-1421, ЗТ-1422), автоматическими (ЗТА-101, ЗТА-102, ЗТА-31) захватами. При работе с изолированными трубными секциями следует применять мягкие полотенца типа ПМ и клещевые захваты типа КЗ и ЗТА. Поверхности захватов, контактирующие с изолированной трубой, должны быть оборудованы вкладышами или накладками из эластичного материала (например, капролона). При выгрузке изолированных труб из вагонов и при складировании их применяют траверсы с торцовыми захватами, позволяющие расширить диапазон использования кранов и трубоукладчиков с обычными (не удлиненными) стрелами и обеспечивающие перемещение труб в строго горизонтальной плоскости, избегая волочения концов труб по земле и ударов о соседние трубы.

Трубоукладчики, предназначенные для работы с изолированными трубами, должны иметь стрелы, облицованные эластичными накладками. Их изготавливают из утильных автопокрышек, которые разрезают шлифовальной машинкой с корундовым диском, и крепят к стрелам с помощью съемных планок и хомутов в местах возможного контакта с трубами (от основания стрелы до ее середины). Способ

крепления эластичных накладок не должен вносить изменения в заводскую конструкцию стрелы (т.е. не допускается приварка к ней различных крепежных деталей, высверливание отверстий и т.д.), крепление должно быть прочным и надежным и в то же время позволять быстрый демонтаж или замену их на новые. Типовые конструкции накладок к стрелам трубоукладчиков, а также крепежных деталей к ним разработаны СКБ Газстроймашина. Строительные организации должны изготавливать эти приспособления (по соответствующим чертежам) собственными силами.

При подаче захватов в вагон запрещается сбрасывать их на трубы. Выгрузку труб из вагонов целесообразно производить непосредственно на автотранспорт, минуя промежуточное складирование, а при отсутствии такой возможности – на прирельсовый склад.

При перевозке изолированных труб автотранспортом (трубовозами, плетевозами) крепить их следует стопорными тросами с обоих торцов во избежание продольных перемещений. Необходимо также тщательно закреплять трубы (секции) на кониках с помощью увязочных поясов, снабженных прокладочными ковриками (рис.4.17, *а*). Коники трубовозов (плетевозов) по поверхности опирания на них труб должны быть оборудованы резиновыми прокладками. Для перевозки изолированных труб диаметрами 1020–1420 мм следует применять специальное приспособление типа ПП-31 к серийным трубоплетевозам: ПВ-93, ПВ-94, ПВ-204, ПВ-301, ПТК-252, ПТ-401, которое обеспечивает шарнирное опирание труб при перевозке. Приспособление ПП-31 (кон-

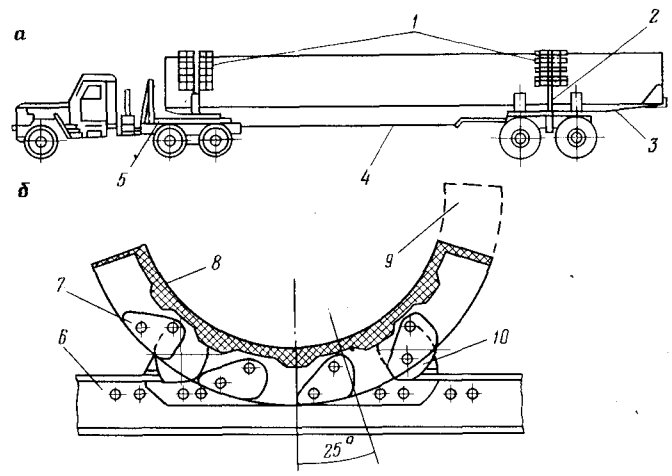


Рис. 4.17. Схема увязки и перевозки изолированных труб на трубоплетевозе (*а*) и деталь поворотного ложемента приспособления ПП-31 (*б*):

1 – коврики-прокладки; *2* – обвязочный трос; *3* – стопорный задний трос; *4* – страховочный трос; *5* – стопорный передний трос; *6* – основание коника автомобиля; *7* – палец; *8* – эластичная прокладка; *9* – крайнее положение ложемента; *10* – опорный каток

Таблица 4.27. **Предельное число труб на плетевозах**

Грузоподъемность, т	Марка трубоплетевоза (тип тагача)	Диаметр труб, мм								
		1020			1220			1420		
		Длина труб или секций, м								
		12	24	36	12	24	36	12	24	36
9	ПВ-93 (УРАЛ-375), ПВ-94 (ЗИЛ-131)	2	1	–	2	1	–	1	–	–
12	ПВ-204 (КрАЗ-255Б)	3	1	1	3	1	1	2	1	–
15	МАЗ-7910	3	–	–	3	–	–	2	–	–
18	ПТ-18К (Т-100М)	3	2	1	3	2	1	2	1	–
25	ПТК-252 (К-701)	3	3	2	3	3	2	3	2	1
30	ПВ-301 (МАЗ-543), ПТ-301 (Т-130Б)	3	3	3	3	3	2	2	2	1
40	ПТ-40 (Т-130, Т-180)	3	3	3	3	3	3	2	2	1

струкция ВНИИСТа) состоит из поворотного и неповоротного ложементов (рис.4.17, *б*), первый из них устанавливают на плетевозе, а второй – на роспуске.

Предельное число труб и секции труб, перевозимых на подвиж-

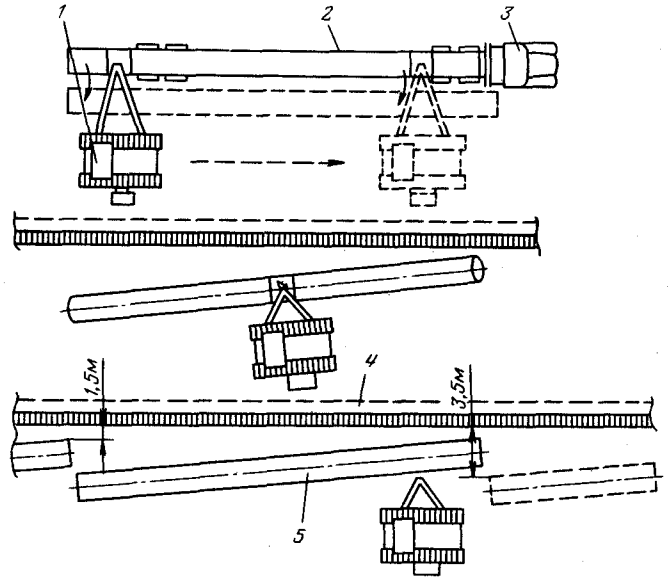


Рис. 4.18. Схемы разгрузки изолированных секций труб:

1 – кран-трубоукладчик; *2* – разгружаемая изолированная секция; *3* – трубоплетевоз; *4* – ось траншеи; *5* – уложенная секция на берму траншеи (на лежки)

Таблица 4.28. **Грузоподъемная характеристика трубоукладчиков**

Показатели	ТГ-161	ТГ-321	ТД-25С	К-594	"Комацу–Д-55С"	"Комацу–Д-356С"	ТГ-502
Момент устойчивости, тс·м. Грузоподъемность (в т) при вылете крюка, м:	40	80	85	110	88	115	125
2	16	32	29,6	39,2	29,6	40,5	44,6
3	10	17,8	19,8	26,2	19,3	27,8	29,8
4	7,5	13,4	14,8	19,6	14,3	20	22,4

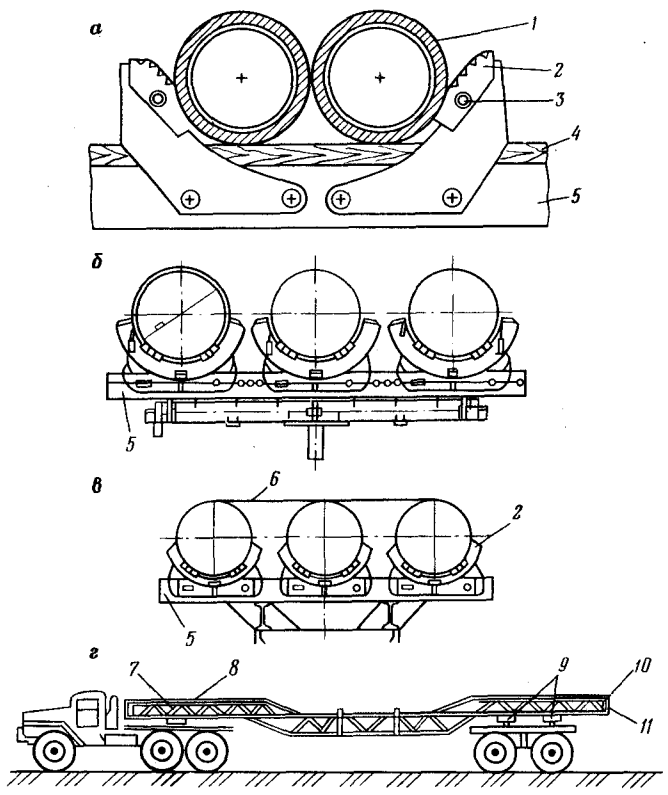


Рис. 4.19. Приспособления и трубовоз для перевозки изолированных труб:

а – ПИТ-200; *б* – ПП-6 на автомобиле; *в* – ПП-6 на прицепе-роспуске; *г* – трубовоз ПВ-93 на шасси Урал 375Е с платформой ППТ-61; *1* – труба; *2* – подкладка; *3* – болт; *4* – брус; *5* – коник; *6* – увязочный канат; *7* – коник поворотный трубовоза; *8* – платформа ППТ-61; *9* – коники неповоротные; *10* – защелка; *11* – борт платформы

ном составе, с учетом грузоподъемности машин, массы труб и допускаемых габаритов приведено в табл.4.27.

Не допускается укладывать в один штабель трубы различных диаметров и толщин стенок, а также трубы, изолированные вместе с неизолированными. Запрещается неорганизованное складирование изолированных труб.

Секции изолированных труб разгружают одним или двумя трубоукладчиками. При разгрузке секции одним трубоукладчиком (рис. 4.18), оснащенным клещевым захватом или мягким полотенцем, подъезжают к заднему концу секции, поднимают ее, затем стрелой опускают на лежку. После этого перемещают трубоукладчик к другому концу секции, поднимают ее, затем опускают на лежку. При разгрузке изолированных секций двумя трубоукладчиками, оснащенными мягкими полотенцами или клещевыми захватами, поднимают одновременно секцию за концы и после отъезда транспортного средства перемещают секцию и укладывают ее под острым углом к оси траншеи. Грузовые характеристики кранов-трубоукладчиков при работе с максимально допустимой массой секций труб длиной 36 м и с учетом коэффициента запаса устойчивости ($K = 1,4$) приведены в табл.4.28.

При перевозке изолированных труб диаметром до 500 мм труботранспортные средства оборудуют специальными устройствами ПИТ-20, ПП-6, а также платформами ППТ-61 (рис.4.19), предохраняющими наружную поверхность труб от повреждений.

ГЛАВА 5. АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ТРУБ НА ТРУБОСВАРОЧНЫХ БАЗАХ

Автоматическая сварка под слоем флюса при ручной подварке на полевых установках типа ПАУ

При строительстве магистральных трубопроводов применяют в основном базовую схему организации сварочно-монтажных работ. Трубы разгружают и укладывают в штабеля в пунктах разгрузки, откуда трубовозами доставляют их на трубосварочные базы. Там трубы сваривают в секции, вывозят их на трассу, сваривают в "плети" и затем в непрерывную нить. Для сварки труб в секции наиболее часто используют полустационарные полевые трубосварочные базы и механизированные линии. В настоящее время задачи механизации и автоматизации поворотной сварки труб решаются в основном по двум направлениям – это применение электродугового и контактного метода. Используются две типовые схемы трубосварочных баз: первая схема – база с применением полевых автосварочных установок (ПАУ) для автоматической сварки под слоем флюса по ручной подварке. При этой схеме баз они оснащаются достаточным числом трубосварочных линий и стендов типа МТЛ; вторая схема – база для двухсторонней автоматической сварки под слоем флюса типа БТС. Эта схема базы наиболее совершенна и позволяет практически исключить ручной труд на всех операциях. В состав трубосварочных баз входит вспомогательное оборудование.

Полевые автосварочные установки серии ПАУ предназначены для сварки под слоем флюса по ручной подварке в полевых условиях стыков труб диаметром 325–820 мм (установка ПАУ-502А) и 720–1420 мм (установка ПАУ-1004). Сборку труб диаметром до 529 мм выполняют с помощью наружных центраторов типа ЦНЭ или ЦЗ, трубы диаметром 325 мм и более можно собирать при помощи внутренних гидравлических центраторов типа ЦВ. При изготовлении секции труб большого диаметра (1020–1420 мм) вместе с установкой ПАУ используют сборочно-сварочный стенд ССТ-141.

Схема размещения оборудования на полевой трубосварочной базе ПАУ приведена на рис. 5.1. Организация и технология производственного процесса на трубосварочной базе следующие. До начала работ по сборке и сварке труб необходимо на специально подготовленной и спланированной площадке произвести монтаж самой базы и подготовить подъездные пути для трубоукладчика к приемному стеллажу сборочного стенда, стеллажу для складирования труб. Затем следует подвести коммуникации (силовые и сварочные кабели), разместить в зоне производства работ трубоукладчик, установить вагончики для хранения инвентаря и сварочных материалов, а также печь для сушки флюса и прокалки электродов. Трубы подаются из штабеля на приемный стеллаж сборочного стенда трубоукладчиком на расстояние до 60 м пакетами из двух труб. К началу каждой рабочей смены на стеллаже должно находиться не менее трех труб, оставленных предыдущей сменой. Перед сборкой труб в трехтрубные секции необходимо произвести визуальный осмотр поверхности труб, очистить внутренние полоски труб от возможных загрязнений или посторонних предметов, выправить деформированные концы труб; зачистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним поверхности (внутреннюю и наружную) на ширину не менее 10 мм электрошлифовальной машинкой Ш-230 или Ш-178. При этом допускаются: правка вмятин на концах труб глубиной до 3,5 % диаметра трубы безударными разжимными устройствами; ремонт сваркой электродами с основным покрытием забоин и задиров фасок глубиной до 5 мм; устранение шлифованием царапин, рисок, задиров на трубах глубиной свыше 0,2 %, но не более 5 % от толщины стенки. Применение труб без сертификатов и труб, не соответствующих СНиПу и проекту, не допускается. Кривизна труб не должна превышать 1,5 мм на 1 м длины. Овальность концов труб не должна превышать 1 %.

Подготовленные к сборке трубы накатывают на кондуктор стенда и центруют внутренним центратором ЦВ (зазор 2,5–3 мм). Сборку стыка следует выполнять с зазором не менее 1,5 мм, так как подварка изнутри трубы выполняется автоматической сваркой под флюсом. Допустимое смещение кромок на участке длиной 1/4 окружности стыка не должно превышать 3 мм.

После сборки и центровки производят сварку первого (корневого) слоя шва первого стыка. Сварка его ведется электродами марки УОНИ 13/55, "Гарант" диаметром 3–3,26 мм (по ВСН-006–89). Сила тока при сварке электродами с основным покрытием способом "на подъем"

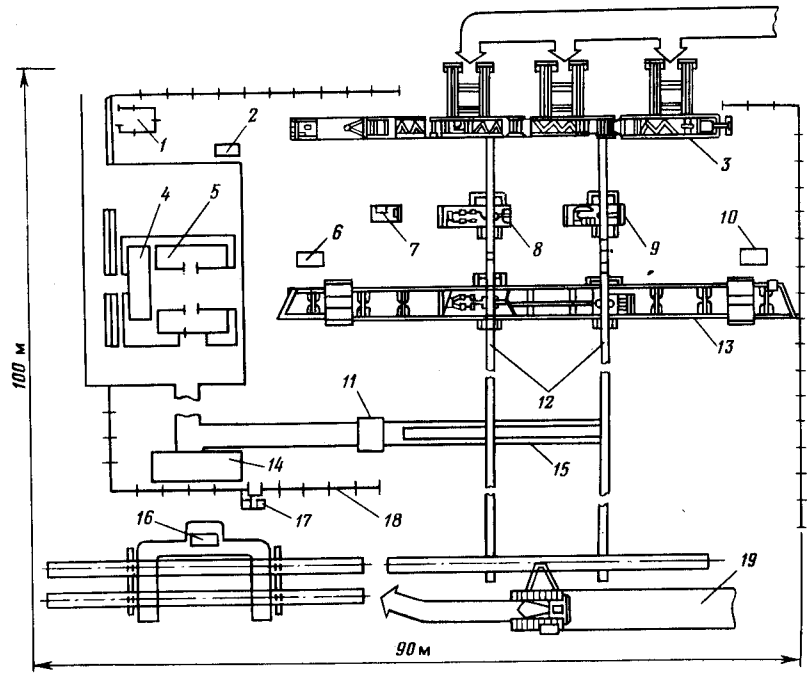


Рис. 5.1. Принципиальная схема полевой трубосварочной базы типа ПАУ:

1 – площадка для подстанции или электроподстанции; *2* – резервуар для подогревателя стыков ПСК; *3* – стенд для сборки труб; *4* – прорабская (бытовка); *5* – машина очистки сварочной проволоки; две печи сушки флюса и электродов, мастерская электрика; *6, 10* – блоки питания; *7* – пост внутренней сварки; *8, 9* – промежуточные вращатели для внутренней подварки корневого слоя шва; *11* – помещение контейнерного типа для размещения материалов и оборудования во время контроля; *12* – стеллаж для складирования труб; *13* – автоматическая сварочная установка ПАУ 1001В; *14* – лаборатория ЛСК; *15* – стеллаж для контроля качества стыков; *16* – стенд для ремонта стыков; *17* – щит; *18* – ограждение; *19* – готовые звенья (секции) труб после контроля

при нижнем и вертикальном положении – 100–130 А, потолочном – 90–110 А. Ток постоянный, полярность обратная. Вынужденный перерыв при сварке не более 3 мин. Слой зачищается шлифовальными машинками до получения плоской поверхности. Толщина слоя должна быть 4–5 мм. Применение сварочных материалов без сертификатов и ТУ на их поставку запрещается. Температура хранения не ниже 15 °С. Условия прокалки (просушки) электродов и сварочной проволоки приведены в табл. 5.1.

Технология сварки и контролируемые показатели должны соответствовать требованиям ВСН 006–89.

Сварка ведется двумя сварочными головками ГДФ1001УЗ проволокой марки Св08ГА (ХМ) диаметром 3 мм под слоем флюса АН-348А

Таблица 5.1. **Рекомендуемый режим прокалки (просушки) электродов и сварочной проволоки**

Тип, марка сварочных материалов	Температура прокалки, °С	Время выдержки, ч
УОНИ 13/55 "Гарант"	250–300	1
АН-348А	250–300	1,5
АН-47	300–350	1,5
АН-22	450–500	2
Сварочная проволока Св08ГА (ХМ)	Зачистить до металлического блеска	

или АН-47. Сварочная проволока перед производством работ очищается от ржавчины и наматывается на катушки или кассеты машинами МОН-52. Ток обратной полярности силой 750–1150 А. Усиление сварочного шва не менее 1 и не более 3 мм; ширина 24±4 мм при толщине стенки трубы 12–16 мм и 26±4 мм при толщине стенки 15–20,5 мм.

Режимы автоматической сварки под флюсом заполняющих слоев шва поворотных стыков труб различных диаметров приведены в табл. 5.2. Затраты труда на сборку и сварку труб различных диаметров приведены в табл. 5.3 и 5.4.

Правка концов труб

Приведенные нормы распространяются только на правку концов труб, имеющих значительные вмятины, возникающие при погрузочно-разгрузочных и транспортных операциях. Объем работ по правке должен подтверждаться соответствующим актом, утвержденным руководством управления. Состав звена приведен в табл. 5.5.

Усредненные нормы времени на правку одного конца трубы приведены в табл. 5.6. Механическая очистка кромок труб производится шлифовальными приспособлениями монтажником 3-го разряда. Обработка концов труб производится слесарем-трубоукладчиком 3-го разряда. Усредненные нормы времени на очистку 100 концов труб даны в табл. 5.7.

Сборка труб в секции и сварка их первым слоем производится на стеллаже типа ССТ-141 (табл. 5.8.).

Механизированные трубосварочные линии

Механизированные трубосварочные линии (МТЛ) предназначены для сборки труб диаметром 720–1420 мм, длиной 10–12 м в трехтрубные секции и для сварки первого слоя поворотных стыков. Механизированную линию МТЛ-10 используют для труб диаметром 720–1020 мм, линию МТЛ-121 – для труб диаметром 1020–1220 мм, линию МТЛ-141 – для труб диаметром 1220–1420 мм. Сменное оборудование линии МТЛ-141, изготовляемое по требованию заказчика, позволяет использовать линию для сборки и сварки труб диаметрами 720, 820, 1020 мм.

Технологический процесс сборки и сварки трехтрубных секций на трубосварочных линиях следующий. Трубы укладывают трубоукладчиком на приемочный стеллаж, где обрабатывают их кромки. Трубу с обработанными торцами отсекателем отделяют от остальных труб, передают на рольганги продольного перемещения и надвигают на внутренний цент-

Таблица 5.2. **Режимы автоматической сварки под флюсом заполняющих слоев шва поворотных стыков труб различных диаметров**

Диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Номер слоя	Сварочный ток, А
325–426	6	2	1-й	360–440
			2-й и последующие	360–440
	7–12,5	2	1-й	400–480
			2-й и последующие	
	>12,5	3	1-й	500–650
			2-й и последующие	650–750
530; 720–820	7–12,5	2	1-й	400–480
			2-й и последующие	
		3	1-й	550–650
			2-й и последующие	680–750
	>12,5	3	1-й	550–650
			2-й и последующие	680–750
1020–1220	7–12,5	2	1-й	400–480
			2-й и последующие	500–550
		3	1-й	580–650
			2-й и последующие	680–750
		4	1-й	900–1000
			2-й и последующие	1100–1150
	>12,5	3	1-й	750–800
			2-й и последующие	800–850
		4	1-й	900–1000
			2-й и последующие	1100–1200
			Облицовочный	1050–1150
1420	9–16	3	1-й	750–800
			2-й	800–850
		4	1-й	900–1000
			2-й	1100–1150
	>16	3	1-й	750–800
			2-й и последующие	800–850
			Облицовочный	850–900
		4	1-й	900–1000
			2-й и последующие	1150–1200
			Облицовочный	1050–1150

Примечания. 1. Сварку следует выполнять на постоянном токе обратной полярности. 2. При сварке термически упрочненных труб запрещается применять сварочную проволоку диаметром 4 мм.

ратор. После установки первой трубы на позицию сборки разжимают левый ряд жимков центратора. Таким же образом подают вторую трубу до соприкосновения с первой трубой. Устанавливают требуемый зазор и разжимают первый ряд жимков центратора. Гидроподъемниками поднимают сцементированные трубы над роликами продольного перемещения и прихватывают стык. После прихватки опусканием и перемещением вправо двухтрубной секции освобождают внутренний центратор для приема третьей трубы. Аналогично первому подают и надвигают на центратор третью трубу и вместе с двухтрубной секцией выполняют

Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Смещение электрода с зенита, мм	Угол наклона электрода вперед, градусы
34–36	15–20	30–35	34–40	<15
36–38	15–20	30–35	30–35	<15
40–42	30–35	30–35	40–45	<15
42–45			30–40	<15
44–46	35–50	40–45	40–45	<30
46–48	40–55		30–40	<30
42–45	35–40	30–35	60–80	<15
46–48	38–40		40–50	<15
44–46	35–50	40–45	40–60	<15
46–48	40–55		30–40	<15
44–46	35–50	40–45	40–60	<30
46–48	40–55		30–40	<30
45–47	30–35	30–35	60–80	<15
48–50	40–45		40–50	<15
46–48	50–60		60–80	<15
48–50	50–53	40–45	40–60	<15
44–46	55–60	40–50	60–80	<15
46–48	55–65	40–60	40–60	<15
44–46	50–60	40–45	60–80	<30
48–50	50–55		40–60	<30
44–46	55–60	40–50	60–80	<15
46–48	70–90	40–50	40–60	<15
46–48	55–60	40–50	40–60	<15
44–46	50–60	40–45	80–100	<30
46–48	50–60		40–80	
44–46	55–60	40–50	80–100	<15
46–48	50–60	40–50	40–80	<15
44–46	50–55		60–100	
45–47	50–55		60–80	
46–48	45–50	40–45	40–80	<30
44–46	50–55	40–50	80–100	<15
46–48	70–90	40–50	60–80	<15
46–48	50–55	40–50	40–80	<15

центровку, прихватку и сварку первого слоя на двух стыках. Последующие слои шва сваривают на полевых автосварочных установках.

Если технологией сварки предусмотрена ручная внутренняя подварка корня шва или сварка горячего прохода, то их выполняют, как правило, на промежуточном стеллаже. При автоматической подварке корня шва трубосварочную базу оснащают дополнительным стендом, который может быть расположен между МТЛ и ПАУ или в конце технологического потока.

Таблица 5.3. Затраты труда на сборку и сварку труб диаметром 1220 м

Показатели	Толщина стенки труб, мм	
	12	16
Затраты труда на сборку и сварку 1 км труб в трехтрубные секции, чел.-дн:		
погрузочно-разгрузочные работы	4,61	4,49
сборочно-сварочные работы	40,64	45,99
Затраты машино-смен на сборку и сварку 1 км труб в трехтрубные секции:		
погрузочно-разгрузочные работы	2,3	2,25
сборочно-сварочные работы	2,9	3,29
Выработка на одного рабочего в смену, м:		
погрузочно-разгрузочные работы	216,9	222,7
сборочно-сварочные работы	24,6	21,7

Таблица 5.4. Затраты труда на сборку и сварку труб диаметром 1420 м

Показатели	Толщина стенки труб, мм	
	15,7	17,5
Затраты труда на сборку и сварку 1 км труб в трехтрубные секции, чел.-дн:		
погрузочно-разгрузочные работы	4,32	4,61
сборочно-сварочные работы	53,81	58,21
Затраты машино-смен на сборку и сварку 1 км труб в трухтрубные секции:		
погрузочно-разгрузочные работы	2,16	2,31
сборочно-сварочные работы	3,59	2,9
Выработка на одного рабочего в смену, м:		
погрузочно-разгрузочные работы	231,5	216,9
сборочно-сварочные работы	18,6	17,2
Число человек в бригаде:		
погрузочно-разгрузочные работы	2	2
сборочно-сварочные работы	15	15

Таблица 5.5. Состав звена по правке концов труб

Профессия и разряд рабочих	Правка	
	с подогревом	без подогрева
Монтажник 4-го разряда	1	1
Монтажник 2-го разряда	1	1
Газорезчик 3-го разряда	1	Не требуется

Таблица 5.6. Усредненные нормы времени на правку одной кромки трубы, чел.-ч

Диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм	Нормы времени	
		с подогревом	без подогрева
108–168	10	0,29	0,19
219–377	10	0,37	0,24
426	10–12	0,43	0,29
476	10–12	0,47	0,31
529	10–12	0,52	0,36
630	10–12	0,57	0,39
720	10–14	0,65	0,44
820	10–14	0,7	0,47
1020	12–14	0,96	0,64
1220	12–16	1,3	0,87
1420	18–20,5	1,5	0,99

Таблица 5.7. Усредненные нормы времени на очистку 100 концов труб, чел-ч

Диаметр труб, мм	Очистка кромки вручную						Очистка зоны, прилегающей к кромке, вручную	Очистка кромок и зоны, прилегающей к кромке, электрошлифовальной машинкой
	Толщина стенки трубы, мм							
	10	12	14	16	18	20,5		
108–114	2						1,1	2,8
159–168	3,1						1,65	4,2
219	4,1						2,2	5,6
273	5,1	6,3					2,8	6,9
325	6,1	7,7					3,3	8,3
377	7,2	8,9					3,9	9,6
426	8	10,5					4,4	11
476	8,9	11,5					5	12
529	10	13					6,5	13,5
630	13	15					6,1	16
720	14	16,5	19,5				6,9	18,5
820	16	18,5	22				7,7	21
1020		25	30				10,5	26
1220		29	35	41			12,5	31
1420					54	61	14	36

Примечание. При обработке концов труб после газовой резки норму времени умножать на 2.

Таблица 5.8. **Нормы времени на сварку первым слоем, чел-ч**

Толщина стенок труб, мм	Толщина стыков в секции	Диаметр труб, мм				
		720	820	1020	1220	1420
12	1	1,35	1,55	1,9	2,3	–
	⩾2	1,25	1,4	1,75	2,1	–
14	⩾1	1,5	1,7	2,1	2,5	–
	⩾2	1,3	1,5	1,85	2,2	–
16	1	–	–	2,3	2,7	–
	⩾2	–	–	2	2,4	–
18	1	–	–	–	–	3,7
	⩾2	–	–	–	–	3,5
⩾20	1	–	–	–	–	4,2
	⩾2	–	–	–	–	3,9

Двухсторонняя автоматическая сварка под слоем флюса на трубосварочных базах типа БТС

Базы типа БТС относятся к полустационарным трубосварочным базам. Они предназначены для двухсторонней автоматической сварки под флюсом стыков труб диаметрами 720–1420 мм. Существуют три типоразмера этих баз – это БТС-142, предназначенная для изготовления двухтрубных секций труб диаметрами 1020–1420 мм, БТС-143, предназначенная для изготовления двух- и трехтрубных секций тех же диаметров и БТС-71, служащая для сварки двух- и четырехтрубных секций труб диаметрами 720–1020 мм. Трубосварочная база БТС-142 состоит из трех стендов: обработки кромок, сборки и сварки наружных слоев шва, сварки внутреннего слоя шва. Трубосварочные базы БТС-143 и БТС-71 также состоят из трех стендов: обработки кромок, сварки двухтрубных секций и сварки трехтрубных секций. Кроме того, в состав баз входит стенд контроля готовых секций. Трубы, поступившие на стенд сварки двухтрубных секций, центруют и наружной головкой выполняют сварку первого наружного слоя, после чего разжимают центратор и настраивают к сварке внутреннюю сварочную головку. При сварке внутреннего слоя шва варят и второй наружный слой шва. Оператор следит и регулирует положение электрода при сварке изнутри по риске дистанционно, находясь снаружи трубы. Полностью сваренную двухтрубную секцию перемещают на стенд сварки трехтрубных секций, где вместе с одиночной трубой аналогично сваривают второй стык. Готовую трехтрубную секцию по рольгангам передают на стенд контроля и ремонта сварочных швов (табл. 5.9).

Перед сваркой необходимо осуществить подготовительные операции. В зависимости от типа применяемого оборудования последовательность наложения слоев шва может быть следующей: сварка наружных слоев шва и последующая сварка внутреннего слоя; сварка первого наружного слоя и последующая одновременная сварка второго наружного и внутреннего слоев шва.

Таблица 5.9. **Спецификация оборудования, приспособлений, оснастки трубосварочной базы**

Оборудование	Марка
Трансформаторная подстанция	Типовая КТПН-66
Приемный стеллаж	Типовой
Линия обработки торцов труб	СПК-141
Пост обработки торцов труб	Типовой
Блок питания	–
Пожарный щит	Типовой
Линия сборки и сварки	ССТ
Покать для скатывания	Типовая
Вагон-бытовка	Типовой
Вагон-склад	Типовой
Пост сварки № 1	БТС-1428
Пост сварки № 2	ГДФ-100143
Компрессор	Типовой
Шкаф для сушки флюса и электродов	Типовой
Машинка для очистки и намотки проволоки	МОН-52
Лаборатория сварочная	ЛКС-2
Стеллаж складирования секций	Типовой
Стеллаж для просвечивания стыков	Типовой
Лаборатория	ПИЛ
Ампулохранилище	Типовое
Упорные башмаки (96 штук)	Типовые
Стеллаж для складирования труб (четыре комплекта при двухъярусном складировании)	Типовой
Упоры	Типовые
Подкладка из бревен	Типовая
Отсекатель	Типовой
Запасная площадка для складирования труб	Типовая
Прожектор заливающего света	ПЗС-35

Технико-экономические показатели работы бригады по изготовлению двух- и трехтрубных секций на трубосварочной базе БТС-142 приведены в табл. 5.10. Режимы сварки наружных и внутренних слоев шва малоуглеродистых и низколегированных горячекатаных и нормализованных сталей, а также термически упрочненных – в табл. 5.11. Рекомендуемое число наружных слоев и ширина шва на последнем слое в зависимости от диаметра и толщины стенки труб приведены в табл. 5.12. Внутренний шов сваривают в один слой. Величина усиления внутреннего и наружного шва должна находиться в пределах 1–3 мм. Интервал времени между завершением первого наружного слоя шва и началом сварки внутреннего слоя не должен превышать 1 ч при положительной температуре воздуха и 30 мин при температуре воздуха ниже нуля. Если сварку выполняют при отрицательных температурах, то запрещается скатывать сваренную плеть на мокрый грунт или снег до тех пор, пока стык не остынет до температуры окружающей среды.

Таблица 5.10. **Технико-экономические показатели работы бригад на БТС-142 при изготовлении 2-х (3-х) трубных секций**

Показатель	Единица измерения	Толщина стенок труб, мм				
		15,7	16,8	17,5	18,7	23,9
Производительность бригады в смену	м	286 (233)	284 (232)	268 (215)	267 (215)	251 (195)
	стык	12 (14)	12 (13)	12 (12)	11 (12)	11 (11)
Выработка на одного рабочего в смену	м	31 (26)	31 (26)	30 (24)	30 (24)	28 (22)
Число человек в бригаде		9	9	9	9	9
Выработка на 1 сварщика в смену	стык	4 (4,7)	4 (4,3)	4 (4)	3,7 (4)	3,7 (3,7)

Таблица 5.11. **Режимы двухсторонней автоматической сварки под флюсом поворотных стыков труб различных диаметров**

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Номер слоя	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Смещение электрода с зенита, мм	Угол наклона электрода вперед, градус
Горячекатаные и нормализованные стали							
Наружная сварка (против вращения трубы)							
720–820	7,5–11	1-й	550–700	42–46	35–45	30–50	<30
720–820	11–18	1-й	550–650	42–46	30–40	30–35	<30
		Последующие	600–700	44–48	35–40	20–40	<30
720–820	18 и более	1-й	500–600	42–46	35–40	30–50	<30
		Последующие	600–700	44–48	30–45	20–40	<30
1020–1220	9–11	1-й	600–700	45–48	35–45	50–70	<15
1020–1220	11–26	1-й	700–800	44–46	40–50	50–70	<15
		Последующие	700–800	45–48	35–45	40–60	<15
1220–1420	15,8–17,5	1-й	900–950	44–46	50–55	60–80	<15
		2-й	750–800	46–48	45–50	60–80	<15
1420	17,5–20,5	1-й	950–1000	45–47	48–50	40–60	<30
		2-й	750–800	46–48	40–45	70–90	<30

Продолжение табл. 5.11

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Номер слоя	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Смещение электрода с зенита, мм	Угол наклона электрода вперед, градус
Внутренняя сварка (по вращению трубы)							
720–1220	7,5 и более	1-й	600–700	42–46	35–45	15–20	<10
1220–1420	15,8 и более	1-й	750–800	42–46	40–50	15–25	<20
Термически упрочненные стали							
Наружная сварка (против вращения трубы)							
820–1220	7–15,0	1-й	570–620	42–46	40–45	30–50	<30
		2-й	620–670	44–48	45–50	30–50	<30
Внутренняя сварка (по вращению трубы)							
		1-й	680–720	46–48	38–42	15–20	>10

Таблица 5.12. **Рекомендуемое число наружных слоев и ширина шва на последнем слое**

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Минимальное число наружных слоев	Ширина на последнем слое, мм	
			наружного шва	внутреннего шва
720	7,5–11,5	1	18±3	18±3
	11,5–15	2	20±3	18±3
	15–17,5	3	20±3	18±3
	17,5–22	3	22±4	22±4
820	8–11,5	1	18±3	18±3
	11,5–15	2	20±3	18±3
	10,5–11,5	1	18±3	18±3
1020–1220	11,5–17,5	2	18±3	18±3
	17,5–21,5	2		22±4
	21,5–22	3	22±4	22±4
	22–26	4	24±4	24±4
1420	15,8–20,5	2	22±4	22±4
	20,5–24	3	24±4	24±4

Применяемые на БТС нормокомплекты средств малой механизации для выполнения сварочно-монтажных работ приведены в табл. 5.13. Расход основных материалов для сварки приведен в табл. 5.14. Рекомендации по нормам и методам контроля качества сварки магистральных трубопроводов изложены в табл. 5.15. Состав звена сварок поворотных стыков на различных трубосварочных базах приведен в табл. 5.16.

Таблица 5.13. **Нормокомплект средств малой механизации для выполнения сварочно-монтажных работ на базах**

Оборудование	Марка, ГОСТ, рабочие чертежи	Диаметр труб, мм			Срок службы, месяцы
		1020	1220	1420	
Самоходное устройство с дистанционным управлением	СЦ-121	1	1	1	24
Станок для подготовки кромок	СПК-141			(2)	60
Угловая электрошлифовальная машина	БОШ Ш1-178	2	2	2 (1)	24
Универсальный шаблон сварщика	УСШ-3	1	1	1	60
Приспособление для подогрева стыков труб	ПС-1424	1	1	1	36
Прибор для контроля температуры	ТП-1	1	1	1	72
Электропечь	СНО-5,5	2	2	2 (1)	60
Электропечь	СШО-5,5	1	1	1	60
Электродержатель	ГОСТ 14651–78	4	4	4	24
Щиток наголовный	ГОСТ 12.4.035–78	4	4	4 (1)	12
Термопенал	ЭОС–015/2И	4	4	4	
Очки защитные с безосколочными стеклами		3	3	3	24
Лестница инвентарная приставная обрезиненная в верхней части	Проект 3257.02.000 ЦНИИОМТП Госстроя СССР	4	4	4	
Совок для просеивания флюса		2	2	2	9
Ведро	РТУ РСФСР 760–59	1	1	1	6
Резиновый коврик		3	3	3	
Легкое разборное укрытие		1	1	1	
Станок машинной очистки и намотки проволоки		1	1	1	

Примечание. В скобках даны нормы для БТС-142В.

Таблица 5.14. Расход основных материалов на сварку 1 км трубопровода

Операция, материал	Диаметр и толщина стенки труб, мм													
	530		720		820		1020		1220		1420			
	7	9	8	11	8	10	9	11	12	14	16,5	19
Пропан-бутан (ориентировочно) для подогрева кромок труб до 200 °С:												
м³	–	–	–	–	–	–	198	198	261	261	504	504
кг	–	–	–	–	–	–	459	459	603	603	1170	1170
Электроды с покрытием основного типа, кг:												
для сварки корня шва	31,5	31,5	44,1	44,1	50,4	50,4	63,9	63,9	77,4	77,4	157,5	157,5
для подварки изнутри	–	–	–	–	26,1	26,1	32,4	32,4	39,6	39,6	68,4	68,4
Электроды с целлюлозным покрытием для сварки корня шва и "горячего прохода", кг	–	–	–	–	–	–	135	135	162	162	189	189
Электроды с покрытием основного типа для ручной сварки заполняющих и облицовочных слоев шва, кг	33,3	54	61,2	104,4	60	93	99	141	183	249	252	333

Примечание. При изменении толщины стенок труб расход материалов изменяется пропорционально квадратам толщин стенок.

Таблица 5.15. Нормы и методы контроля качества сварки магистральных трубопроводов

Процесс, объект контроля	Нормативы качества	Способ контроля, техническое оснащение	Регламент контроля		Документы, фиксирующие результаты контроля
			исполнитель	периодичность	
Сварка поворотных стыков					
Входной приемочный контроль					
Металл труб (технологическая проверка)	Нормальное прохождение процесса сварки	Визуально	Мастер по контролю, прораб	Каждая партия поставки труб	Акт лаборатории о соответствии материала труб требованиям технических условий
	Отсутствие внутренних дефектов шва в соответствии с государственным стандартом. Соответствие механических характеристик металла шва требованиям государственного стандарта	Физические методы контроля и испытание образцов в лаборатории	Мастер по контролю, прораб	Контрольный стык для каждой партии труб, а также присутствие при сварке и вырезке и образцов контрольного стыка	Акт лаборатории о соответствии материала труб требованиям технических условий
Допуск к работе сварщиков: общие требования	К сварке поворотных стыков магистральных трубопроводов допускаются сварщик V разряда, к неповоротных стыков сварщик VI разряда при наличии удостоверения	Сварка "допускных" стыков	То же	При допуске к работе каждого сварщика	Журнал сварки по установленной форме. список сварщиков, копии удостоверений
Сварка "допускного" стыка	Соответствие требованиям СНиП внешнего вида допускного шва	Визуально	Мастер по контролю, прораб	При допуске к работе каждого сварщика	Акт лаборатории о сварке и контроле допускного стыка
	Соответствие трубованиям государственного стандарта механических свойств металла шва	Лабораторные испытания стыка и образцов	Мастер по контролю	То же	То же
Пооперационный контроль					
Трубы: контроль поверхностных дефектов	Допустимы поверхностные повреждения (риски, задиры) глубиной не более 0,2 мм. При глубине более 0,2 мм и до 5 % толщины трубы необходима шлифовка, свыше 5 % – следует вырезать участок трубы. Вмятины до 50 мм необходимо выправить, более 50 мм – вырезать участок трубы; задиры и забоины глубиной до 5 мм необходимо убрать, используя сварку, более 5 мм – срезать кусок трубы	Измерительный инструмент	Бригадир (бригадир поворотной сварки), мастер	Каждая труба	Общая оценка качества в журнале сварки
			Прораб	Периодически, выборочно	То же
Очистка внутренней полости	Внутренняя полость трубы должна быть очищена от грунта, снега, льда и посторонних предметов	Визуально	Слесарь-монтажник, бригадир, мастер	Каждая труба	Общая оценка качества в журнале сварки
			Прораб	Периодически, выборочно	То же
Зачистка кромок труб	Кромки труб и прилегающие к ним внутренние и наружные поверхности на ширину 100 мм должны быть зачищены до металлического блеска	Визуально	Слесарь-монтажник, бригадир, мастер	Каждая кромка	"
			Прораб	Периодически, выборочно	"
Сварочные материалы	Прокалка электродов и флюса, очистка сварочной проволоки	Визуально, термометр, часы	Электросварщик (подручный сварщика)	Ежедневно, сплошной контроль	Общая оценка качества в журнале сварки
			Бригадир, мастер	Ежедневно, выборочно	То же
			Прораб	Периодически, выборочно	"

Продолжение табл. 5.15

Процесс, объект контроля	Нормативы качества	Способ контроля, техническое оснащение	Регламент контроля		Документы, фиксирующие результаты контроля
			исполнитель	периодичность	
Стыки: величина зазора	Соблюдение зависимости зазора при сборке от толщины стенки труб, диаметра и типа электродов	Щупы, шаблоны	Бригадир, мастер	Каждый стык	"
			Прораб	Периодически, выборочно	"
Смещение кромок	Допустимо смещение кромок на 25 % от толщины	Измерительные инструменты	Бригадир, мастер	Каждый стык	Общая оценка качества в журнале сварки
	стенки трубы, но не более 5 мм на участке длиной, равной 1/4 окружности стыка		Прораб	Периодически, выборочно	То же
Кромки труб	Соблюдение зависимости режимов подогрева от типа применяемых электродов и температуры окружающего воздуха	Термокраски, термокарандаши, контактный термометр	Слесарь-монтажник, бригадир, мастер	Каждый стык	"
			Прораб	Периодически, выборочно	"
Корневой слой шва: режим сварки	Соблюдение зависимости режима сварки корневого слоя шва от применяемых электродов	Амперметр, характеристики ступенчатой регулировки балластных реостатов	Сварщик, мастер	Каждый стык	Общая оценка качества в журнале сварки
			Прораб	Периодически, выборочно	То же
			Бригадир	Ежедневно, выборочно	
Внешний вид корневого шва	Недопустимы шлак, "карманы", подрезы на корневом слое шва	Визуально	Сварщик, мастер	Каждый стык	"
			Бригадир	Ежедневно, выборочно	"
			Прораб	Периодически, выборочно	
Подварка изнутри труб корня шва (при сварке электродами с основным покрытием):					
Ручная сварка	Ширина и высота усиления шва соответственно 8–10 и 1–3 мм	Измерительный инструмент, шаблон	Сварщик	Каждый стык	Общая оценка качества в журнале сварки
			Бригадир	Ежедневно, выборочно	
	Соблюдение режимов сварки	Амперметр, схемы включения балластных реостатов	Мастер	Каждый стык	То же
			Прораб	Периодически, выборочно	"
Автоматическая сварка	Ширина и высота усиления шва соответственно 22±4 и 1–2 мм	Измерительный инструмент. шаблон	Сварщик-автоматчик	Каждый стык	"
			Бригадир	Ежедневно, выборочно	Общая оценка качества в журнале сварки
	Соблюдение режимов сварки	Амперметр сварочного трактора ТС-17М	Мастер	Каждый стык	
			Прораб	Периодически, выборочно	
Сварка "горячего прохода" (при использовании для корневого слоя шва электродов с целлюлозным покрытием)	Корневой слой шва зачистить шлифовальной машинкой со снятием верхнего слоя "гребешка" наплавленного металла	Визуально	Слесарь-монтажник, сварщик	Каждый стык	То же
			Бригадир	Ежедневно, выборочно	"
	Соблюдение режимов сварки "горячего прохода"	Амперметр, схемы включения, балластных реостатов	Мастер	Каждый стык	"
			Прораб	Периодически, выборочно	"

Продолжение табл. 5.15

Процесс, объект контроля	Нормативы качества	Способ контроля, техническое оснащение	Регламент контроля		Документы, фиксирующие результаты контроля
			исполнитель	периодичность	
Режимы автоматической сварки под слоем флюса заполняющих и облицовочных слоев шва:	Соблюдение зависимости режимов сварки от металла труб и сварочных материалов	Амперметр сварочной головки	Сварщик-автоматчик, мастер	Каждый стык	Общая оценка качества в журнале сварки
			Прораб	Периодически, выборочно	
Параметры сварочного шва	Недопустимы шлак, подрезы, внешние поры и трещины	Измерительный инструмент	Сварщик-автоматчик, мастер	Каждый стык	То же
		Визуально	Бригадир	Ежедневно, выборочно	”
			Прораб	Периодически, выборочно	Общая оценка качества в журнале сварки
		Лабораторный контроль			
Кольцевые сварные стыки	Соблюдение размеров усиления	Визуально, измерительный инструмент	Мастер по контролю	Каждый стык	То же
	Недопустимы шлак, подрезы, внешние поры	То же	Мастер по контролю	Каждый стык	”
	Соблюдение размеров усиления внутренней подварки	–”–	То же	То же	”
Кольцевые сварные стыки	Отсутствие трещин любой протяженности, скопление дефектов	Магнито-, рентгено- или гаммаграфический контроль			

	Допустима суммарная глубина непровара и шлаковых включений до 10 % толщины стенки, но не более 1 мм	Мастер по контролю, лаборант (ПИЛ), радиограф	100 %-ный контроль для трубопроводов категорий В, I–IV, в том числе 100 %-ный рентгено- и гаммаграфический контроль трубопроводов категорий В и I, а категории II, III, IV контроль радиографический или ультразвуковой в объеме 50 %	Общая оценка качества сварки. Заключение ПИЛ о проверке качества стыка. Журнал регистрации контроля сварных соединений

Таблица 5.16. **Состав звена сварки поворотных стыков**

Профессия	Разряд	База с использованием установки ПАУ	БТС-143	БТС-142
Машинист крана-трубоукладчика	6	2	2	2
Такелажник	3	2	2	2
Электросварщик	6	4	–	–
	5	1	4	2
Подручный электросварщика	3	1	2	2
Машинист электростанции	6	1	1	1
Мастер	6	1	1	1
Оператор станка обработки кромок	5	–	2	2
Слесарь-трубоукладчик	5	1	–	–
	4	1	–	–
	3	1	–	–
	2	1	–	–

Электроконтактная сварка труб

При базовой схеме организации сварочно-монтажных работ наиболее экономичным методом является стыковая электроконтактная сварка оплавлением. Для сварки труб диаметрами 114–325 мм применяют полустационарную установку ПЛТ-321, укомплектованную сварочной машиной К-584М. На установке ПЛТ-321 отдельные трубы длиной 6–12 м сваривают в секции длиной до 36 м. При изготовлении секций труб в полустационарных установках ПЛТ-321 выполняют следующие основные операции: подготовку труб к сварке; зачистку поверхностей концов труб под контактные башмаки сварочной машины; сборку и центровку труб в сварочной машине; сварку труб по автоматически заданной программе; удаление внутреннего и наружного грата; контроль сварочных соединений.

Схема полустационарной установки ПЛТ-321 изображена на рис. 5.2.

Техническая характеристика ПЛТ-321

Диаметр свариваемых труб, мм 114, 159; 168; 219; 273; 325

Длина, м:
- свариваемых труб 8–12
- свариваемых секций . . . . . До 36

Номинальная производительность, стыков/ч 20

Мощность источника питания электрической энергией, кВт 200

Давление в гидравлической системе (максимальное), МПа 6

Габаритные размеры, мм:
- длина 54 300
- ширина 23 300

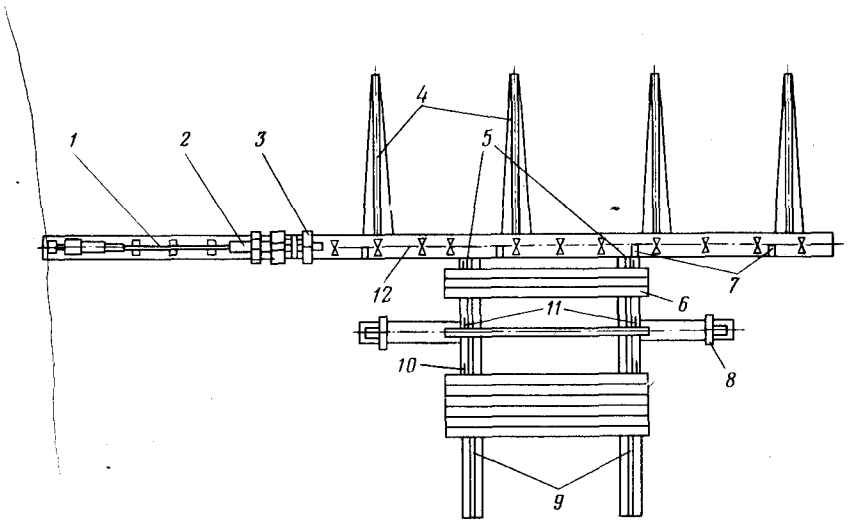


Рис. 5.2. Схема полустационарной установки ПЛТ-321:

1, 3 – внутренний и наружный гратосниматели; *2* – сварочная машина; *4* – стеллаж готовой продукции; *5* – отсекатели; *6* – свариваемые трубы; *7* – сбрасыватели; *8* – зачистные машинки; *9* – приемный стеллаж; *10, 11* – пневмоостановы; *12* – рольганг

высота 3200
Масса, кг 29 000

Рекомендуемый состав бригады для обслуживания установки ПЛТ-321 приведен в табл. 5.17, а технико-экономические показатели их работы следующие:

Численность звена, чел 6
Основные производственные фонды, тыс. руб 75
Фондовооруженность, тыс. руб/чел 12,5
Общая мощность, кВт 400
Производительность, км/см 1,3

При контактной сварке используются сварочные головки типа СГ.

При базовой схеме сварочно-монтажных работ для сварки труб диаметром более 325 мм в секции используют трубосварочные базы, укомплектованные установками типа ТКУС.

Таблица 5.17. **Состав бригады, обслуживающей установку ПЛТ-321**

Профессия	Разряд	Число рабочих
Оператор электроконтактной установки	6	1
Машинист электростанции	5	1
Слесарь-трубоукладчик по зачистке концов труб	3	2

Гнутье труб

Гнутье труб необходимо в тех случаях, когда естественный изгиб трубопроводов в вертикальной и горизонтальной плоскостях невозможен, тогда кривые необходимого радиуса и угла получают путем вварки предварительно изогнутых колен, изготовленных способом холодного гнутья на трубогибочных станках ГТ, для труб больших диаметров с применением дорнов. Для гнутья подбирают трубы с более толстыми стенками и с отклонениями от диаметра трубы в сторону положительного допуска. При гнутье секций из двух и более труб кольцевой шов на расстоянии не менее 0,5 диаметра трубы надо вывести из зоны изгиба. Монтажные схемы кривых поворота из гнутых отводов приведены в табл. 5.18.

Для обеспечения работы одного технологического потока в условиях среднехолмистой местности при строительстве трубопроводов диаметром 1020–1420 мм достаточно иметь одну установку для гнутья труб. Звено по гнутью труб состоит из трех рабочих.

Кривые вставки, изготовляемые на трубогибочных станках, должны соответствовать нормалям, указанным в рабочих чертежах. Нормали предусматривают радиусы изгиба кривой, обеспечивающей беспрепятственный проход разделительных поршней или очистных устройств по трубопроводу при его очистке, а также прохождение по поверхности кривых вставки очистных и изоляционных машин во время строительства газопровода. Минимально допустимые радиусы кривых при гнутье труб в холодном состоянии приведены в табл. 5.19.

Возможное число гибов на одной трубе в зависимости от ее длины, угол изгиба трубы за один цикл работы трубогибочного станка и мини-

Таблица 5.18. **Монтажные схемы кривых поворота из гнутых отводов**

Угол поворота, градусы	Схема кривой поворота из двух трубных отводов	Длина кривой поворота, м	Схема кривой поворота из однотрубных отводов	Длина кривой поворота, м
3	–	–	1x3°	11,8
6	–	–	1x6°	11,8
9	1x9°	23,6	2x6° + 1x3°	23,6
12	1x12°	23,6	2x6°	23,6
15	1x15°	23,6	2x6° + 1x3°	35,4
18	1x15° + 1x3°	35,4	3x6°	35,4
21	1x15° + 1x6°	35,4	3x6° + 1x3°	47,2
24	1x15° + 1x9°	47,2	4x6°	47,2
27	1x15° + 1x12°	47,2	4x6° + 1x3°	59
30	2x15°	47,2	5x6°	59
33	2x15° + 1x3°	59	5x6° + 1x3°	70,8
36	2x15° + 1x6°	59	6x6°	70,8
39	2x15° + 1x9°	70,8	6x6° + 1x3°	82,6
42	2x15° + 1x12°	70,8	7x6°	82,6
45	3x15°	70,8	7x6° + 1x3°	94,4

Продолжение табл. 5.18

Угол поворота, градусы	Схема кривой поворота из двух трубных отводов	Длина кривой поворота, м	Схема кривой поворота из однотрубных отводов	Длина кривой поворота, м
48	3x15° + 1x3°	82,6	8x6°	94,4
51	3x15° + 1x6°	82,6	8x6° + 1x3°	106,2
54	3x15° + 1x9°	94,4	9x6°	106,2
57	3x15° + 1x12°	94,4	9x6° + 1x3°	118
60	4x15°	94,4	10x6°	118
63	4x15° + 1x3°	106,2	10x6° + 1x3°	129,8
66	4x15° + 1x6°	106,2	11x6°	129,8
69	4x15° + 1x9°	118	11x6° + 1x3°	141,6
72	4x15° + 1x12°	118	12x6°	141,6
75	5x15°	118	12x6° + 1x3°	153,4
78	5x15° + 1x3°	129,8	13x6°	153,4
81	5x15° + 1x6°	129,8	13x6° + 1x3°	165,2
84	5x15° + 1x9°	141,6	14x6°	165,2
87	5x15° + 1x12°	141,6	14x6° + 1x3°	177
90	6x15°	141,6	15x6°	177

Таблица 5.19. **Минимально допустимые радиусы кривых вставок**

$D_н$, мм	S, мм	Наименьший радиус изгиба трубы, м, при толщине стенки		$D_н$, мм	S, мм	Наименьший радиус изгиба трубы, м, при толщине стенки	
		минимальной	максимальной			минимальной	максимальной
1420	12–20	70	40	630	6–11	25	15
1220	10–18	60	30	530	6–9	15	10
1020	9–16	50	25	426	6–9	10	8
820	8–12	35	25	300–400	4–8	8	5
720	7–12	30	20	200–300	4–7	5	3

Примечание. Допускается уменьшение наименьшего радиуса изгиба на 10 %.

мальные длины прямых участков на концах готовых кривых вставок приведены в табл. 5.20.

Указания по производству работ: 1. При гнутье труб продольный сварной шов должен располагаться по нейтральной линии. 2. Холодное гнутье сварного кольцевого шва не разрешается. Расстояние от зоны изгиба до кольцевого шва должно быть не менее 200–250 мм. 3. После

Таблица 5.20. **Число гибов, угол изгиба трубы за один цикл работы станка и длина прямых участков на концах готовых кривых вставок**

Диаметры труб, мм	Толщина стенки, мм	Угол изгиба за один цикл, градусы	Возможное число гибов при длине заготовки, м			Длина кривой за 1 цикл, мм	Минимальные длины прямых участков на готовой кривой вставке, мм		
			12	24	36		A_1	A_2	A_0
219–377	5–10	3	10	19	–	550	1000	2600	250
426	5–11	2	15	28	–	600	1000	2600	250
530	6–11	2	11	27	45	700	1900	2600	300
630	7–11	2	11	27	45	700	1900	2600	300
720	8–15	1,3	11	27	45	650	1900	2600	300
820	8–12	1,3	10	27	44	650	1900	3600	300
1020	11–14	1	5	20	34	750	2400	6000	500
1220	12–15	1	5	15	–	1000	2400	6000	500
1420	16–19	1	4	10	–	1200	2400	6000	600

Примечание. A_0 – длина в одну сторону от кольцевого стыка; A_1, A_2 – длины концевых частей.

Таблица 5.21. **Нормы времени на изготовление 1 колена, ч**

Угол, изгиба, градус	Диаметр труб, мм									
	219–325	377	426	529	630	720	820	1020	1220	1420
7,5	0,38	0,46	0,49	0,62	0,68	0,72	0,77	0,95	1,85	2,4
10	0,41	0,5	0,56	0,71	0,84	0,89	0,98	1,1	2,1	2,9
12,5	0,44	0,54	0,61	0,79	0,98	1,05	1,1	1,25	2,4	3,3
15	0,46	0,57	0,68	0,87	1,1	1,3	1,45	1,45	2,9	3,9
17,5	0,49	0,6	0,74	0,95	1,3	1,35	1,45	1,6	3,3	4,4
20	0,51	0,63	0,81	1,05	1,4	1,5	1,6	1,7	–	–
22,5	0,54	0,66	0,87	1,1	1,55	1,65	1,8	1,85	–	–
25	0,58	0,71	0,91	1,15	1,65	1,8	1,95	2	–	–
27,5	0,6	0,74	1	1,3	1,8	1,95	2,1	2,2	–	–
30	0,62	0,76	1,05	1,35	1,95	2,1	2,2	2,4	–	–

Таблица 5.22. **Нормы и методы контроля качества гнутья труб**

Процесс, объект контроля	Нормативы качества	Способ контроля, техническое оснащение	Исполнитель
Разметка трубных заготовок	Длина прямых концов и участков изгиба в соответствии с требованиями ГОСТ и ТУ	Измерительный инструмент	Машинист станка, мастер
Гнутье труб	Расстояние участка гиба от поперечного сварного шва не менее 200	Измерительный инструмент	Машинист станка, мастер
	Расстояние продольных швов от нейтральной оси 0±1 см	То же	Машинист станка, мастер, прораб
	Общий угол изгиба кривой по проекту 0°30′	Универсальный угломер	Машинист станка, мастер, прораб
	Радиус кривизны отвода ±1000 мм	Измерительный инструмент, угломер	Машинист станка, мастер, прораб
	Размеры гофр: высота – не более толщины стенки трубы и не более 10 мм; длина – не менее 10 высот гофра	Измерительный инструмент	Машинист станка, мастер, прораб
	Овальность прямых концов – не более 20 мм	Измерительный инструмент	Машинист станка, мастер, прораб
Осмотр внешних повреждений кривой	На стенке гнутой трубы вмятины, складки или изломы из-за потери устойчивости недопустимы; вмятины глубиной до 10 мм подлежат исправлению	Визуально, измерительный инструмент	Мастер на базе, мастер на трассе, прораб

Продолжение табл. 5.22

Процесс, объект контроля	Нормативы качества	Способ контроля, техническое оснащение	Исполнитель

гнутья трубы должна иметь ровную поверхность. Глубина плавных гофр не должна превышать толщины стенки трубы.

Состав звена: трубоукладчик 3 разряда – 1; машинист передвижной трубогибочной установки 5 разряда – 1; машинист крана 6 разряда – 1. Нормы времени приведены в табл. 5.21. Требования по контролю качества работ при гнутье труб приведены в табл. 5.22.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ РАБОТ НА ТРАССЕ

ГЛАВА 6. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

Разработка грунтов одноковшовыми экскаваторами в нормальных трассовых условиях

Перед началом работ по рытью траншеи одноковшовым экскаватором необходимо получить письменное разрешение на право производства земляных работ в зоне расположения подземных коммуникаций от организаций, ответственных за их эксплуатацию, затем надо расчистить, спланировать и разбить трассу трубопровода (рис. 6.1), установить знаки с указанием подземных коммуникаций (рис. 6.2), устроить подъезды для доставки экскаватора на объект и его обслуживания и выдать машинисту экскаватора наряд-задание. Затем надо определить участок производства работ, обозначить опасные места при производстве работ и ознакомить исполнителей с ППР инженерно-технических работников и экипаж экскаватора. Вырытую траншею (перед укладкой трубопровода) предъявляют заказчику и подписывают у него акт на приемку постели и глубины заложения дна траншеи.

Разработка траншей производится одноковшовым экскаватором (рис. 6.3), обслуживаемым звеном в составе: машинист экскаватора 6-го разряда; помощник машиниста экскаватора 5-го разряда. Работа между членами звена распределяется следующим образом: машинист устанавливает экскаватор в исходное положение, выполняет работы по рытью траншеи и следит за технической исправностью экскаватора; помощник машиниста производит разбивку наружного контура колеи гусениц, периодически проверяет меркой глубину разработки, очищает ковш от налипающего грунта, застрявших камней и корней, шаблоном – правильность очертания траншеи.

Для повышения производительности экскаватора необходимо стремиться к сокращению продолжительности рабочего цикла, чего можно достичь в первую очередь за счет совмещения отдельных операций в цик-

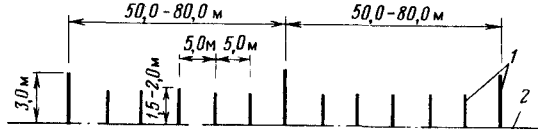


Рис. 6.1. Схема расстановки вешек на прямолинейном участке трассы:
1 – вешки; *2* – край движения гусеницы

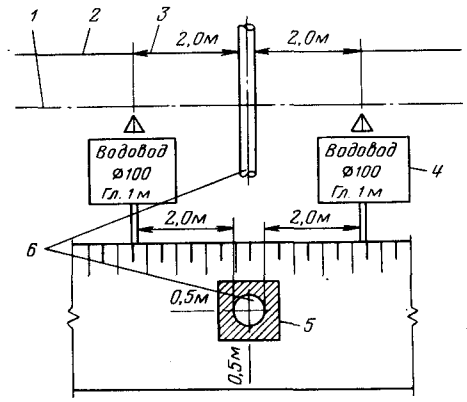


Рис. 6.2. Схема разработки грунта вблизи подземных коммуникаций:
1 – ось трассы трубопровода; *2* – разработка экскаватором; *3* – разработка вручную; *4* – предупреждающий щиток; *5* – зона, разрабатываемая при помощи лопат, без применения ударных инструментов; *6* – подземные коммуникации (гл. – глубина заложения коммуникации)

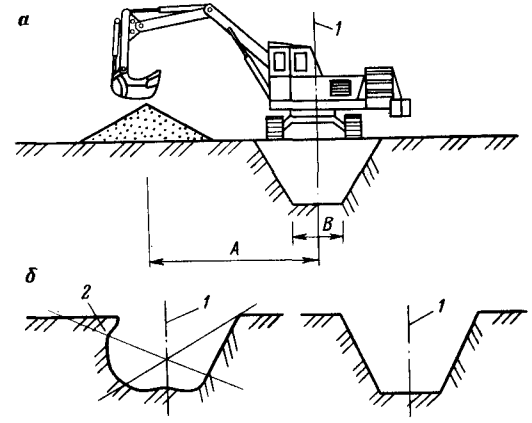


Рис. 6.3. Схема разработки траншеи одноковшовым экскаватором:
а – типовая схема забоя; *б* – примеры неправильного и правильного поперечного сечения; *1* – ось трубопровода; *2* – козырек; *3* – бугристое дно; *A*, *B* – основные параметры траншеи, определяемые ППР

ле, работы двигателя при полной мощности. В цикле следует совмещать следующие операции: подъем ковша из забоя с поворотом платформы в сторону разгрузки; поворот платформы и подъем ковша с его разгрузкой; разгрузку ковша с обратным поворотом платформы к забою;

Таблица 6.1. **Нормы времени на 100 м^3 грунта по обмеру в плотном состоянии и нормы выработки за 7 ч в зависимости от вместимости ковша и группы грунтов (I–VI)**

Вместимость ковша, м^3	С погрузкой в транспортные средства					
	I	II	III	IV	V	VI
0,8	350 2	280 2,5	226 3,1	163 4,3	115 6,1	97 7,2
1,2	538 2,6	412 3,4	333 4,2	241 5,8	171 8,2	146 9,6
	(1,3)	(1,7)	(2,1)	(2,9)	(4,1)	(4,8)
1,5	787 1,87	636 2,2	500 2,8	368 3,8	259 5,4	219 6,4
	(0,89)	(1,1)	(1,4)	(1,9)	(2,7)	(3,2)

Примечание. В числителе даны нормы выработки (в м^3), в знаменателе – нормы времени (в чел-ч). В скобках нормы времени в машино-часах.

обратный поворот платформы с опусканием ковша в положение резания. При этом необходимо также стремиться, чтобы высота разгрузки ковша была минимальной, поворот платформы к забою выполнялся на максимальной скорости, снижаемой по мере приближения ковша к забою, а угол поворота платформы для разгрузки ковша был минимальным. Управление экскаватором должно осуществляться так, чтобы число остановок ковша было минимальным, хорошо заполнялся, а экскаватор работал без толчков и не приподнимался концами гусениц.

При разработке траншеи следует стремиться к ликвидации ручной зачистки дна. Это достигается при рациональном расстоянии передвижения экскаватора, обеспечивающем минимальную высоту гребешков, которые также устраняются протаскиванием ковша по дну траншеи. Большое внимание следует уделить правильной технической эксплуатации и своевременному проведению планово-предупредительного ремонта экскаватора. Усредненная норма времени на разбивку трассы экипажем экскаватора при разработке траншеи (на 100 м траншеи) составляет 0,48 ч.

При разработке грунта в траншее гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, необходимо в ППР предусматривать расположение и контуры траншей, последовательность их проходки и порядок перевода экскаватора с одного участка на другой, исходя из местных условий. Поверхность грунта в пределах полосы движения экскаватора по оси траншеи должна быть предварительно выровнена бульдозером или грейдером. Усредненные нормы времени при разработке грунта в траншее гидравлическим одноковшовым экскаватором с обратной лопатой приведены в табл. 6.1.

Вместимость ковша, м^3	Навымет					
	I	II	III	IV	V	VI
0,8	467 1,5	378 1,85	280 2,5	206 3,4	149 4,7	130 5,4
1,2	700 2	560 2,5	412 3,4	304 4,6	226 6,2	194 7,2
	(1)	(1,25)	(1,7)	(2,3)	(3,1)	(3,6)
1,5	1061 1,32	954 1,64	636 2,2	467 3	333 4,2	292 4,8
	(0,66)	(0,82)	(1,1)	(1,5)	(2,1)	(2,4)

Разработка грунтов одноковшовыми экскаваторами в горных условиях

При разработке траншей без анкеровки экскаваторов необходимо проверять устойчивость экскаватора на скольжение. Предельное состояние, при котором начинается сдвиг экскаватора, определяется по формуле:

$$H = Q\cos\alpha = Pf,$$

где H – сдвигающая сила; Q – масса экскаватора; P – составляющая силы, перпендикулярная к поверхности уклона; f – коэффициент трения (скольжения) металла о грунт (для суглинков 0,45–0,5; для глин 0,5–0,6; для песков и гравия 0,6–0,7). Предельный продольный уклон $\alpha_{пр} = \operatorname{arctg} f$.

На уклонах, меньших $\alpha_{пр}$, траншеи разрабатывают одноковшовыми экскаваторами методом сверху вниз. На уклонах, больших $\alpha_{пр}$, необходимо производить анкеровку машин при помощи бульдозера, трактора или лебедки. При этом экскаватор может работать как снизу вверх, так и сверху вниз. Как показал опыт, лучшие результаты достигаются при работе экскаваторов сверху вниз. Этот способ и более безопасен, так как ковш периодически выполняет функцию якоря. При работе же снизу вверх задняя часть экскаватора приподнимается, торможение ухудшается. Грунт, высыпающийся из ковша, скатывается вниз, и его нужно удалять вручную. В качестве подвижных якорей используются один или два трактора или бульдозера. Использование в качестве анкера бульдозера дает возможность применить его также для планировки грунта по ходу экскаватора. Во время остановок экскаватор заякоривают ковшом в траншее, а бульдозер освобождают и выполняют им необходимые работы. На уклонах до 30° (для экскаватора (Э-632) достаточно одного бульдозера, а при уклонах до 36° необходимы бульдозер и трактор. Лучшим (и наиболее удобным) вариантом будет крепление каждого

троса к отдельному якорю. Тросы (диаметром 26–28 мм) прикрепляют к тумбе экскаватора или к балкам его ходовой части. При анкеровке экскаваторов необходимо учитывать состояние поверхности грунта. На увлажненных, размокших грунтах удерживающая сила должна быть увеличена. При перемещениях тракторов экскаватор заякоривают ковшом в грунт и начинают работу только после постановки тракторов на тормоза. Бульдозер (при использовании его в качестве подвижного якоря) устанавливают отвалом в сторону уклона для увеличения стопорящего усилия.

При ведении работ на продольных уклонах любым способом следует обращать особое внимание на состояние грунтов склона. Хотя крутые спуски чаще бывают сложены скальными грунтами, однако в горах встречаются и спуски из рыхлых грунтов. Такие спуски подвержены оползневым явлениям, которые могут проявиться внезапно, например при сотрясении грунта работающими машинами. Особенно опасна работа на круных склонах в период дождей, когда грунты насыщаются водой и возможность образования оползней возрастает. Поэтому на таких участках при устройстве траншей в дождливый период необходимо соблюдать особые меры предосторожности: закреплять работающие машины независимо от уклона, причем тракторы, выполняющие функцию якоря, должны находиться на верху склона; если проектом предусмотрены какие-либо противооползневые мероприятия, то к устройству траншеи следует приступать только после их выполнения; при разработке траншей необходимо следить за состоянием склона по специально забитым в разных точках реперам. В случае передвижения реперов работы должны быть прекращены до выяснения причин сдвига склона.

При рытье траншей одноковшовым экскаватором на продольном уклоне необходимо соблюдать следующие требования. На уклонах до 15° можно работать одноковшовым экскаватором без якорения, а на уклонах от 15 до 22° для устойчивости экскаватора (обратная лопата) необходимо применять якоря. При этом допускается работать как сверху вниз, так и снизу вверх. На уклонах от 22 до 36° разрешается работать экскаватором с обратной лопатой сверху вниз, ковшом назад по ходу работ и с якорением по расчету. На продольных уклонах более 36° можно работать экскаватором только с разработкой специальных при-

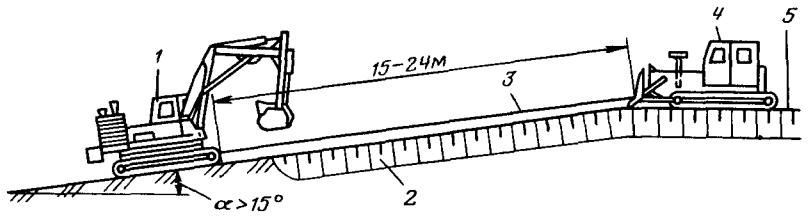


Рис. 6.4. Схема якорения экскаватора на уклонах более 15°:

1 – экскаватор; *2* – траншея; *3* – трос к якорю диаметром 29 мм; *4* – бульдозер; *5* – горизонтальная площадка

Таблица 6.2. Усредненные нормы времени на 100 м^3 грунта по обмеру в плотном состоянии при разработке траншей в горных условиях, чел-ч (маш-ч)

Вместимость ковша, м^3	Состояние подошвы	Исполнитель	Группа грунтов					
			I	II	III	IV	V	VI
0,5	Сухая	Звено	6,3 (2,1)	7,8 (2,6)	10,8 (3,6)	12,9 (4,3)	–	–
		в том числе:						
		машинисты экскаватора	4,2 (2,1)	5,2 (2,6)	7,2 (3,6)	8,6 (4,3)	–	–
		машинист трактора	2,1 (2,1)	2,6 (2,6)	3,6 (3,6)	4,3 (4,3)	–	–
0,5	Мокрая, мерзлая и скальная	Звено	–	8,1 (2,7)	11,1 (3,7)	13,2 (4,4)	16,8 (5,6)	20,1 (6,7)
		в том числе:						
		машинисты экскаватора	–	5,4 (2,7)	7,4 (3,7)	8,8 (4,4)	11,2 (5,6)	13,4 (6,7)
		машинист трактора	–	2,7 (2,7)	3,7 (3,7)	4,4 (4,4)	5,6 (5,6)	6,7 (6,7)
0,65	Сухая	Звено	5,1 (1,7)	6,6 (2,2)	8,7 (2,9)	10,5 (3,5)	–	–
		в том числе:						
		машинисты экскаватора	3,4 (1,7)	4,4 (2,2)	5,8 (2,9)	7 (3,5)	–	–
		машинист трактора	1,7 (1,7)	2,2 (2,2)	2,9 (2,9)	3,5 (3,5)	–	–
0,65	Мокрая, мерзлая	Звено	–	6,9 (2,3)	9,0 (3,0)	10,8 (3,6)	13,5 (4,5)	16,2 (5,4)
		в том числе:						
		машинист экскаватора	–	4,6 (2,3)	6 (3)	7,2 (3,6)	9 (4,5)	10,8 (5,4)
		машинист трактора	–	2,3 (2,3)	3 (3)	3,6 (3,6)	4,5 (4,5)	5,4 (5,4)

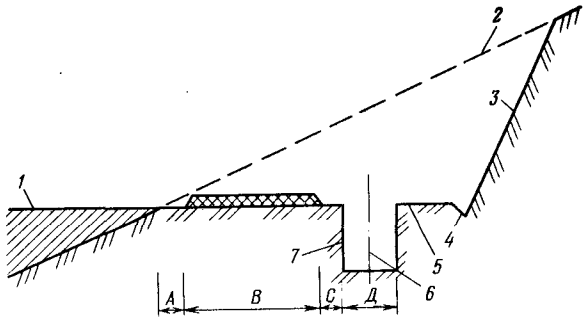


Рис. 6.5. Схема разработки траншеи на полке:

1 – отвал грунта полки; *2* – отвал грунта из траншеи; *3* – откос; *4* – водоотводная канава; *5* – берма траншеи; *6* – ось трубопровода; *7* – траншея; *8* – склон. Размеры *A, B, C, D* устанавливаются ППР

емов его крепления. Якоря располагают на вершине склона на горизонтальных площадках и соединяют с экскаватором тросом (рис. 6.4). При работе на полках отвал грунта из траншеи необходимо располагать в зоне проезда, и для нормальной работы строительных машин и оборудования грунт планировать по полке и утрамбовывать бульдозерами (рис. 6.5).

Рытье траншеи одноковшовыми экскаваторами с обратной лопатой в горных условиях при работе на уклонах допускается при строгом соблюдении инструкции по технике безопасности, определяющей требования при работе в условиях повышенной опасности с обязательным якорением в необходимых случаях. При работе на подошве из мокрых суглинков, глин и других вязких грунтов, а также на мерзлых и скальных грунтах, во избежание скольжения (сползания), необходимо делать подсыпку под гусеницы из сухого грунта.

Усредненные нормы времени на разработку траншеи в горных условиях приведены в табл. 6.2.

Разработка грунтов роторными экскаваторами в нормальных трассовых условиях

Перед началом работ по рытью траншеи необходимо получить письменное разрешение на право производства земляных работ в зоне расположения подземных коммуникаций от организаций, ответственных за их эксплуатацию, расчистить, спланировать и разбить трассу трубопровода (установить знаки с указанием подземных коммуникаций); устроить подъезды для доставки экскаватора на объект и его обслуживания; выдать машинисту экскаватора наряд-задание; определить участок производства работ; обозначить опасные места при производстве работ и предупредить исполнителей работ. Ознакомить с ППР инженерно-технических работников и экипаж экскаватора. Схемы разбивки трассы трубопровода приведены на рис. 6.6. Вырытую траншею (перед укладкой

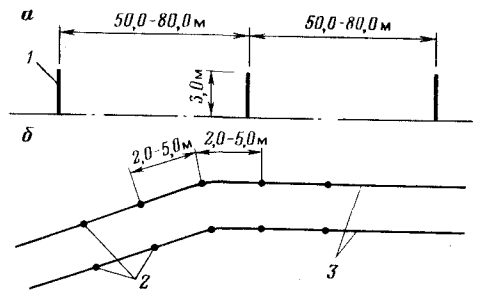


Рис. 6.6. Схемы разбивки оси и бровки траншеи:

а – расстановка вешек на прямолинейном участке трассы; *б* – расстановка колышков на криволинейном участке трассы; *1* – вешка; *2* – колышки; *3* – бровки траншеи

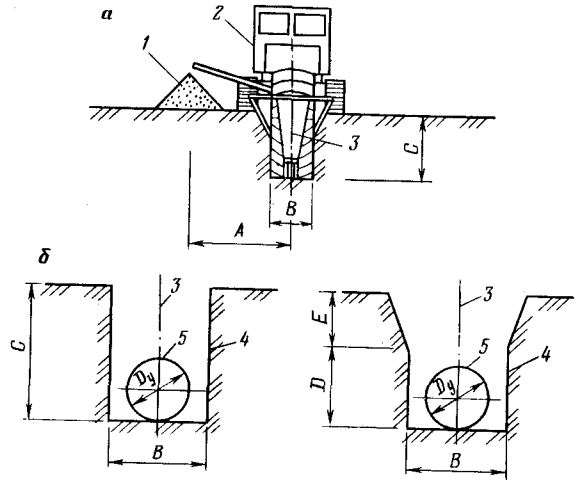


Рис. 6.7. Схема разработки траншеи роторным экскаватором:

а – общая схема организации работ; *б* – поперечное сечение траншеи; *1* – отвал грунта; *2* – экскаватор; *3* – ось траншеи; *4* – стенки траншеи; *5* – трубопровод. Размеры *A, B, C, D, E* задаются в зависимости от марки роторного экскаватора

трубопровода) предъявляют заказчику и подписывают у него акт на приемку постели и глубину заложения дна траншеи.

Рытье траншеи в грунтах I–IV групп выполняют роторными экскаваторами на прямолинейных участках, криволинейных упругого изгиба и на участках слабопересеченной местности (рис. 6.7). На крутых поворотах трассы, на участках с сыпучими и сильно увлажненными грунтами, на переходах, на участках с глубиной траншеи более допустимой технической характеристикой роторного экскаватора необходимо приме-

нять одноковшовый экскаватор. Разработку траншеи в обычных условиях ведут с опережением изоляционно-укладочных работ, но не более двухсменного шага.

Образующиеся в процессе работы роторного экскаватора перемычки между захватками разрабатывают одноковшовым экскаватором. При производстве работ на участках с малоустойчивыми грунтами роторный экскаватор следует оборудовать специальными откосниками. В состав звена при рытье траншеи для трубопровода роторным экскаватором включаются: машинист роторного экскватора 6-го разряда и помощник машиниста 5-го разряда. При этом машинист устанавливает экскаватор по оси траншеи, следит за передвижением экскаватора в процессе работы и формированием отвала грунта, а также за технической исправностью экскаватора. Помощник машиниста производит установку вешек по оси траншеи, следит за работой ковшовой рамы, профилера и транспортера, периодически проверяет меркой глубину траншеи, очищает ковш от крупных комьев и налипающего грунта, а также от застрявших корней и булыг. Перед пуском экскаватора необходимо производить общий осмотр машины, а затем включают двигатель и приводят в движение рабочий орган — ротор экскаватора. Постепенным опусканием рамы с одновременным передвижением экскаватора рабочий орган заглубляют в грунт на необходимую глубину. Машинист должен при этом наблюдать за работой двигателя и в зависимости от категории грунта, включать необходимую скорость. Он должен также внимательно следить за рабочим органом экскаватора. В случае попадания зубьев ковша на препятствие — немедленно остановить его работу, подать экскаватор назад, осмотреть рабочий орган и траншею и если препятствие непреодолимо — пропустить его. Если ротор застопорился, а предохранительная муфта не сработала, машинист должен немедленно выключить муфту сцепления. Продолжать работу можно, устранив предварительно причину неполадки.

Для выдерживания заданного направления машинист экскаватора должен визуально совмещать визиры, имеющиеся на радиаторе и на переднем стекле с вешками, установленными по оси трассы. На горизонтальных углах поворотов, когда трубопровод изгибается по упругой кривой, траншею можно рыть роторным экскаватором. При подходе экскаватора к началу кривой машинист должен производить постепенный разворот с тем, чтобы к концу кривой выйти на новое направление траншеи. Во время работы на кривой надо постоянно наблюдать за рабочим органом, чтобы он резко не разворачивался.

Для достижения высокой производительности экспкаватора траншею необходимо рыть на наибольшей рабочей скорости, допускаемой при данной категории грунта и размерах траншеи. Распределение грунтов по группам в зависимости от трудности их разработки приведено в табл. 6.3. Правильность выбора скорости рабочего хода следует определять по работе двигателя. Ровная, без перебоев работа свидетельствует о нормальной его загрузке. При перегрузке двигателя меняется ритм работы, он перегревается и у него снижается частота вращения. Если ковши заполнены и двигатель работает нормально, скорость выбрана правильно. Если ковши переполнены или у двигателя заметно снижается частота вращения, следует снизить скорость перемещения экскаватора. При ра-

Таблица 6.3. **Распределение немерзлых грунтов по группам в зависимости от трудности их разработки**

Характеристика грунтов	Группа грунтов
Глина:	
жирная, мягкая и мягкая юрская без примесей, в том числе с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора в объеме до 10 %	II
жирная, мягкая и мягкая юрская с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора в объеме более 10 %	III
мягкая карбонная	III
тяжелая, ломовая сланцевая, твердая, юрская, карбонная или кембрийская	IV
Грунт растительного слоя:	
без корней и примесей	I
с корнями кустарника и деревьев	II
с примесью щебня, гравия или строительного мусора	II
Галька с гравий:	
размером до 80 мм	II
размером более 80 мм с примесью булыг	III
сцементированная смесь гальки, мелкозернистого песка и лесовидной супеси	IV
Пески всех видов (кроме барханных), в том числе с примесью щебня, гравия или гальки	II
Пески барханные	III
Солончак и сланец:	
мякгий	II
отвердевший	III
Суглинок:	
легкий и лёсовидный без примесей	I
с примесью щебня, глаьки или строительного мусора или тяжелый	II
тяжелый без примесей и с примесью гальки, гравия и строительного мусора в объеме до 10 %	III
тяжелый с примесью более 10 %	IV
Лёсс:	
мягкий без примесей	II
мягкий с примесью гальки и гравия	II
Супесок всех видов, в том числе с примесью гравия и щебня	II
Торф без древесных корней или с корнями толщиной до 30 мм	I
Чернозем и каштановый грунт:	
мягкий	I
отвердевший	II
Скальные грунты, предварительно разрыхленные до кусков с максимальным габаритом в ребре 150 мм	IV
Шлак:	
котельный	I
металлургический выветрившийся	II

Таблица 6.4. **Усредненные нормы времени $H_в$ и выработки $H_{выр}$ на разработку траншеи роторными экскаваторами**

Группа грунта	Марка экскаватора	Ширина траншеи	$H_{выр}$ (в м^3 в числителе) и $H_в$ (в чел-ч в знаменателе) при глубине траншеи, м				
			1,2	1,4	1,8	2,2	2,5
I	ЭТР-141	0,6	1045 / 1,34 (0,67)	934 / 1,5 (0,75)	–	–	–
I	ЭТР-161, ЭТФ-162	0,8	973 / 1,44 (0,72)	875 / 1,6 (0,8)	700 / 2 (1)	—	—
I	ЭТР-7П	0,85	–	934 / 1,5 (0,75)	777 / 1,8 (0,9)	700 / 2 (1)	–
I	ЭР-7А (ЭР-7АМ)	1,2	–	824 / 1,7 (0,85)	667 / 2,1 (1,05)	608 / 2,3 (1,15)	–
I	ЭР-7Е	1,4	–	736 / 1,9 (0,95)	583 / 2,4 (1,2)	–	–
I	ЭТР-223	1,5	–	636 / 2,2 (1,1)	519 / 2,7 (1,35)	500 / 2,8 (1,4)	–
I	ЭТР-204	1,2	–	897 / 1,56 (0,78)	729 / 1,92 (0,96)	667 / 2,1 (1,05)	—
I	ЭТР-224	0,85	–	1015 / 1,38 (0,69)	843 / 1,66 (0,83)	769 / 1,82 (0,91)	–
I	ЭТР-231, ЭТР-231А	1,8	–	637 / 2,2 (1,1)	518 / 2,7 (1,35)	483 / 2,9 (1,45)	452 / 3,1 (1,55)
I	ЭТР-253, ЭТР-253А	1,8; 2,1	–	854 / 1,64 (0,82)	700 / 2 (1)	636 / 2,2 (1,1)	560 / 2,5 (1,25)
I	ЭТР-254	1,8 2,4	–	721 / 1,96 (0,98)	636 / 2,2 (1,1)	560 / 2,5 (1,25)	518 / 2,7 (1,35)
II	ЭТР-141	0,6	796 / 1,76 (0,88)	700 / 2 (1)	–	–	–

Продолжение табл. 6.4

Группа грунта	Марка экскаватора	Ширина траншеи	$H_{выр}$ (в м^3 в числителе) и $H_в$ (в чел-ч в знаменателе) при глубине траншеи, м				
			1,2	1,4	1,8	2,2	2,5
II	ЭТР-161, ЭТР-162	0,8	730 / 1,92 (0,96)	636 / 2,2 (1,1)	538 / 2,6 (1,3)	–	–
II	ЭР-7П	0,85	–	667 / 2,1 (1,05)	608 / 2,3 (1,15)	538 / 2,6 (1,3)	–
II	ЭР-7А (ЭР-7АМ)	1,2	–	636 / 2,2 (1,1)	518 / 2,7 (1,35)	467 / 3 (1,5)	—
II	ЭР-7Е	1,4	–	560 / 2,5 (1,25)	467 / 3 (1,5)	–	–
II	ЭТР-223	1,5	–	539 / 2,6 (1,3)	452 / 3,1 (1,55)	412 / 3,4 (1,7)	–
II	ЭТР-204	1,2	–	667 / 2,1 (1,05)	539 / 2,6 (1,3)	483 / 2,9 (1,45)	–
II	ЭТР-224	0,85	–	722 / 1,94 (0,97)	667 / 2,1 (1,05)	583 / 2,4 (1,2)	–
II	ЭТР-231, ЭТР-231А	1,8	–	518 / 2,7 (1,35)	425 / 3,3 (1,65)	389 / 3,6 (1,8)	368 / 3,8 (1,9)
II	ЭТР-253, ЭТР-253А	1,8; 2,1	–	667 / 2,1 (1,05)	583 / 2,4 (1,2)	518 / 2,7 (1,35)	483 / 2,9 (1,45)
II	ЭТР-254	1,8; 2,5 2,1	–	721 / 1,96 (0,98)	636 / 2,2 (1,1)	560 / 2,5 (1,25)	518 / 2,7 (1,35)
III	ЭТР-141	0,6	583 / 2,4 (1,2)	518 / 2,7 (1,35)	–	–	–
III	ЭТР-161	0,8	467 / 3 (1,5)	425 / 3,3 (1,65)	368 / 3,8 (1,9)	–	–

Продолжение табл. 6.4

Группа грунта	Марка экскаватора	Ширина траншеи	$H_{выр}$ (в м^3 в числителе) и $H_в$ (в чел-ч в знаменателе) при глубине траншеи, м				
			1,2	1,4	1,8	2,2	2,5
III	ЭР-7П	0,85	–	500 / 2,8 (1,4)	438 / 3,2 (1,6)	389 / 3,6 (1,8)	–
III	ЭР-7А	1,2	–	452 / 3,1 (1,55)	368 / 3,8 (1,9)	334 / 4,2 (2,1)	–
III	ЭР-7Е	1,4	–	412 / 3,4 (1,7)	334 / 4,2 (2,1)	–	–
III	ЭТР-223	1,5	–	400 / 3,5 (1,75)	318 / 4,4 (2,2)	292 / 4,8 (2,4)	–
III	ЭТР-204	1,2	–	500 / 2,8 (1,4)	412 / 3,4 (1,7)	368 / 3,8 (1,9)	–
III	ЭТР-224	0,85	–	560 / 2,5 (1,25)	483 / 2,9 (1,45)	438 / 3,2 (1,6)	–
III	ЭТР-231, ЭТР-231А	1,8	–	368 / 3,8 (1,9)	305 / 4,6 (2,3)	269 / 5,2 (2,6)	250 / 5,6 (2,8)
III	ЭТР-253, ЭТР-253А	1,8; 2,1	–	467 / 3 (1,5)	400 / 3,5 (1,75)	368 / 3,8 (1,9)	334 / 4,2 (2,1)
III	ЭТР-254	1,8; 2,1; 2,4	–	538 / 2,6 (1,3)	452 / 3,1 (1,55)	424 / 3,3 (1,65)	378 / 3,7 (1,85)
IV	ЭТР-141	0,6	400 / 3,5 (1,75)	350 / 4 (2)	–	–	–
IV	ЭТР-161	0,8	368 / 3,8 (1,9)	334 / 4,2 (2,1)	269 / 5,2 (2,6)	–	–
IV	ЭР-7П	0,85	–	350 / 4 (2)	305 / 4,6 (2,3)	269 / 5,2 (2,6)	–

Продолжение табл. 6.4

Группа грунта	Марка экскаватора	Ширина траншеи	$H_{выр}$ (в м^3 в числителе) и $H_в$ (в чел.-ч в знаменателе) при глубине траншеи, м				
			1,2	1,4	1,8	2,2	2,5
IV	ЭР-7А (ЭР-7АМ)	1,2	–	305 / 4,6 (2,3)	269 / 5,2 (2,6)	233 / 6 (3)	–
IV	ЭР-7Е	1,4	–	269 / 5,2 (2,6)	219 / 6,4 (3,2)	–	–
IV	ЭТР-223	1,5	–	269 / 5,2 (2,6)	210 / 6,4 (3,2)	200 / 7 (3,5)	–
IV	ЭТР-204	1,2	–	318 / 4,4 (2,2)	280 / 5 (2,5)	241 / 5,8 (2,9)	–
IV	ЭТР-224	0,85	–	389 / 3,6 (1,8)	350 / 4 (2)	280 / 5 (2,5)	–
IV	ЭТР-231, ЭТР-231А	1,8	–	241 / 5,8 (2,9)	200 / 7 (3,5)	180 / 7,8 (3,9)	167 / 8,4 (4,2)
IV	ЭТР-253, ЭТР-253А	1,8; 2,1	–	318 / 4,4 (2,2)	269 / 5,2 (2,6)	241 / 5,8 (2,9)	219 / 6,4 (3,2)
IV	ЭТР-254	1,8; 2,1 2,4	–	378 / 3,7 (1,85)	318 / 4,4 (2,2)	292 / 4,8 (2,4)	259 / 5,4 (2,7)

Примечание. В скобках даны нормы времени машино-часах.

Таблица 6.5. Объем грунта при разработке 100 м траншеи роторными экскаваторами, м^3

Марка экскаватора	Профиль отрываемой траншеи	Глубина траншеи, м					
		1,4	1,8	2	2,2	2,3	2,5
ЭТР-141	Без откосников	84	–	–	–	–	–
ЭТР-161, ЭТР-162	Без откосников	112	144	–	–	–	–
ЭР-7П	Без откосников	119	153	170	187	–	–
	С откосниками	124	172	200	230	–	–

Продолжение табл. 6.5

Марка экскаватора	Профиль отрываемой	Глубина траншеи, м					
		1,4	1,8	2	2,2	2,3	2,5
ЭР-7А	Без откосников	168	216	240	264	–	–
(ЭР-7АМ)	С откосниками	179	246	283	323	–	–
ЭТР-231,	Без откосников	252	324	360	396	414	450
ЭТР-231А	С откосниками	263	354	403	455	482	537
ЭТР-253, при ширине траншеи 1,8 м	Без откосников	252	324	360	396	414	450
	С откосниками	–	331	376	424	450	504
ЭТР-253А, при ширине траншеи 1,8 м	Без откосников	294	378	420	462	483	525
	С откосниками	–	395	449	508	539	603
ЭТР-254, при ширине траншеи 1,8 м	Без откосников	252	324	360	396	414	450
	С откосниками	365	455	491	527	445	581
ЭТР-254, при ширине траншеи 2,1 м	Без откосников	294	378	420	462	483	525
	С откосниками	407	509	551	593	614	656
ЭТР-254, при ширине траншеи 2,4 м	Без откосников	336	432	480	528	552	600
	С откосниками	449	563	611	659	683	711

боте в грунтах с включением камней необходимо проявлять особую осторожность.

Усредненные нормы времени на разработку траншеи роторными экскаваторами приведены в табл. 6.4.

Данные об объемах грунта при разработке траншеи роторными экскаваторами приведены в табл. 6.5.

На практике часто применяют способ разработки траншей роторными экскаваторами ускоренными темпами. Этот способ предлагает непрерывную разработку траншеи комплектами машин, состоящими только из роторных экскаваторов, каждый из которых разрабатывает определенную часть объема траншеи (рис. 6.8).

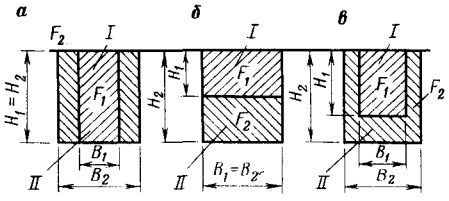


Рис. 6.8. Схема раздельной (дифференциальной) разработки траншей роторными экскаваторами:

I – разработка пионерной траншеи шириной B_1 экскаватором с узким рабочим органом; II – доработка траншеи до требуемых размеров B_2 экскаватором с широким рабочим органом

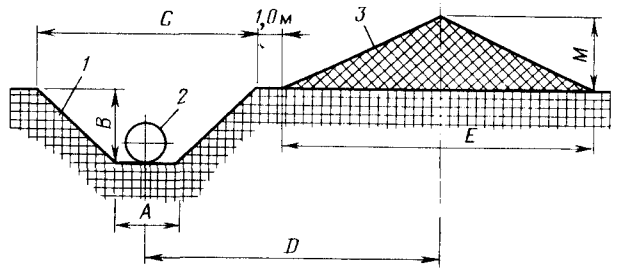


Рис. 6.9. Схема разработки траншей роторными экскаваторами:

а – разработка траншей на всю глубину при разной ширине рабочих органов (пионерная траншея шириной $B_1 = 1/2B_2$); *б* – разработка при одинаковой ширине рабочих органов и разной глубине копания $B_1 = B_2$ и $H_1 \neq H_2$; *в* – разработка при разных ширине и глубине копания, $B_1 \neq B_2$; $H_1 \neq H_2$; I – разработка пионерной траншеи первым экскаватором; II – разработка траншеи до проектных размеров вторым экскаватором; F_1 и F_2 – площади сечения траншеи

При разной ширине рабочих органов порядок разработки площади сечения траншей может осуществляться тремя методами, в том числе: разработка траншей при разной ширине рабочих органов на всю глубину копания (рис. 6.9, *а*); разработка траншей при одинаковой ширине рабочих органов и разной глубине копания (рис. 6.9, *б*); разработка траншей при разной ширине рабочих органов и глубине копания (рис. 6.9, *в*). Такая технология позволяет достигнуть высоких темпов разработки траншей (3–4 км/сут), исключить технологические перемычки между роторными экскаваторами, освободить одноковшовые экскаваторы, применяемые для разработки этих перемычек, исключить технологические ежесменные перегоны машин, характерные для традиционной технологии и исключить непроизводительные затраты труда и внутрисменного времени. Темп рытья траншей по этой технологии практически возрастает пропорционально числу экскаваторов в комплекте, а выработка на одного механизатора увеличивается в 1,5–1,6 раза по сравнению с традиционной технологией. До обеспечения трубопроводного строительства более мощными роторными экскаваторами этот способ является наиболее рациональным. Применение таких комплектов машин для разработки траншей под трубопроводы больших диаметров ограничено условиями техники безопасности при проходе второго и последующих экскаваторов над пионерной траншеей, разработанной первым экскаватором в грунтах с низкой несущей способностью. В связи с этим в настоящее время эту технологию можно рекомендовать для разработки траншей в мерзлых грунтах с глубиной промерзания более 0,5 м и в известняках, а также в немерзлых грунтах III–IV категорий. Устойчивость стенок пионерной траншеи определяют опытным проходом. Если стенки траншеи обрушиваются, то применяют способ разработки траншей, который отличается от данного способа тем, что в комплекте используют бульдозеры.

Определяющим условием эффективности данного способа является одинаковая загрузка всех роторных экскаваторов. Идеально это

условие обеспечивается в комплектах, состоящих из экскаваторов одной модели и, имеющих рабочие органы одного диаметра, а ширина пропорциональна числу машин в комплекте. В комплектах, состоящих из двух роторных экскаваторов, этому условию отвечают рабочие органы шириной 0,9 и 1,8 м, 1,2–2,4 м; это обеспечивает одинаковую загрузку и, следовательно, одинаковую рабочую скорость обоих экскаваторов при одинаковой глубине копания в любых грунтовых условиях (см. рис. 6.9, *а*). Однако этот вариант не осуществим для всех диаметров трубопроводов.

В грунтах, равнопрочных по глубине траншей, одинаковая загрузка роторных экскаваторов обеспечивается равенством площадей поперечного сечения траншей (забоев) каждого из экскаваторов комплекта (см. рис. 6.9, *б, в*). Такие условия принимают как исходные для выбора реальных режимов машин, которые устанавливают опытным путем применительно к конкретным грунтовым условиям.

Для выбора режима работы роторным экскаватором с рабочим органом, соответствующим заданному профилю траншеи, выполняют пробную разработку траншеи полного профиля и определяют максимальную реальную рабочую подачу (например, 70 м/ч). Следовательно, при использовании комплекта из двух роторных экскаваторов может быть обеспечен темп 140 м/ч, а из трех – 210 м/ч. По этим данным и определяют состав комплекта: из двух или из трех роторных экскаваторов. При составлении комплекта из экскаваторов разных модификаций одной марки, имеющих одинаковую или разную ширину рабочего органа, исходят из того, что каждый из двух экскаваторов должен разрабатывать половину площади сечения или объема траншеи, при трех экскаваторах – одну треть площади сечения или объема. В каждом конкретном случае при подборе машин для комплекта выполняют пробный проход комплектом из роторных экскаваторов и корректируют глубину копания каждого экскаватора на основании действительного изменения прочности грунта по глубине траншеи. Глубину копания каждого экскаватора в комплекте машин изменяют до стабильного обеспечения рабочих подач – в первом случае для двух экскаваторов – 140 м/ч, во втором для трех – 210 м/ч (или близких к ним, если экскаваторы имеют разную степень износа).

Для повышения темпов до 1 км в смену разработку траншей в мерзлом грунте под трубопроводы диаметром 1220–1420 мм следует выполнять комплектами из двух экскаваторов ЭТР-231, ЭТР-253А (ЭТР-254) с рабочими органами шириной соответственно 1,25–1,5 и 1,8 м (для трубопровода диаметром 1220 мм) и 1,25–1,5 и 2,1 м (для трубопровода диаметром 1420 мм). Пионерную траншею целесообразно разрабатывать экскаватором с рабочим органом шириной 1,25 и 1,5 м. Второй экскаватор расширяет пионерную траншею до заданных параметров. Если нет экскаваторов ЭТР-231 или ЭТР-253А с узким рабочим органом, то можно составлять следующие комплекты из двух экскаваторов:

экскаваторы ЭТР-231 с рабочими органами шириной по 1,8 м каждый или двух экскаваторов с рабочими органами 1,8 и 2,1 м;

экскаватор ЭТР-231 с рабочим органом шириной 1,8 м и экскаватор ЭТР-254 с рабочим органом шириной 2,1 м.

В грунтах, промерзших на всю глубину траншеи, и известняках

можно применять комплекты из трех экскаваторов по одной из приведенных технологий.

Для рытья траншей повышенными темпами могут быть использованы экскаваторы мощностью 184 кВт типа ЭТР-231 с рабочими органами шириной 1,25–1,5 м и измененным диапазоном подач 58–340 м/ч. Этими экскаваторами можно разрабатывать траншеи под трубопроводы диаметром 820–1020 мм в немерзлых грунтах с темпом 1,5–2 км в смену в один проход. В мерзлых грунтах при разработке траншей указанных типоразмеров для повышения темпов до 1–1,5 км в смену можно использовать комплект из двух экскаваторов, которые имеют большой запас глубины копания при разработке траншей под трубопроводы диаметрами 820–1020 мм. При наличии фондов на экскаваторы ЭТР-231 строительные тресты могут потребовать от завода, чтобы экскаваторы изготавливались с рабочими органами шириной 1,25; 1,5; 1,8 и 2,1 м с диапазоном рабочих подач 58–340 м/ч.

Для разработки траншей под трубопроводы диаметром 1020 мм с повышенными темпами конструкцию экскаваторов ЭТР-231 с обычным рабочим органом шириной 1,8 м можно легко переоборудовать на ширину рабочего органа 1,5 м силами строительных организаций. Для этого необходимо обрезать выступающие днища ковшей с обеих сторон ротора симметрично до размеров 1400 мм с удалением по два крайних ряда зубьев и установить карманы для крайних зубьев на размер 1500 мм по кромкам зубьев с обеих сторон ротора. При необходимости первоначальные размеры ротора могут быть восстановлены, для чего необходимо приварить выступающие части днища ковшей и установить вновь два крайних ряда зубьев на роторе по первоначальным размерам.

Разработка грунтов одноковшовыми экскаваторами в заболоченной местности

Болото – это избыточно-увлажненный участок земной поверхности покрытой слоем торфа мощностью 0,5 м и более. Участки с мощностью торфяной залежи менее 0,5 м относятся к заболоченным.

Болота по характеру передвижения по ним строительной техники делятся на следующие типы согласно СНиП III-42–80: I тип – болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и неоднократное прохождение строительной техники с давлением 0,02–0,03 МПа или работу обычной техники с помощью щитов, сланей или дорог, обеспечивающих снижение давления на поверхность залежи до 0,02 МПа; II тип – болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение строительной техники только по щитам, сланям или дорогам, обеспечивающим снижение давления на поверхность залежи до 0,01 МПа; III тип – болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой, допускающие работу только специальной техники на понтонах или обычной техники с плавучих средств. Перед началом работ по рытью траншеи в таких условиях необходимо принять у заказчика трассу трубопровода (подписать акт приемки трассы, с приложением ведомостей установленных реперов и привязок и т.д.); тщательно обследовать строительную полосу на предмет выявления опасных мест и обозначить их; расчистить строительную полосу от

леса и кустарника; установить знаки с указанием подземных коммуникаций; устроить подъезды для доставки экскаватора на объект и его обслуживания; выдать машинисту наряд-задание; определить участок производства работ; подготовить комплект сланей (пену-волокушу или металлические салазки); ознакомить с ППР инженерно-технических работников и экипаж экскаватора.

Разработку траншеи производят одноковшовым экскаватором, обслуживаемым звеном в составе машинистов экскаватора 6-го и 5-го разрядов, а также машиниста бульдозера 6-го разряда. Вырытую траншею (перед укладкой трубопровода) следует предъявить заказчику и подписать у него акт на приемку траншеи. При этом машинист устанавливает экскаватор в исходное положение, выполняет работы по рытью траншеи и следит за технической исправностью экскаватора, помощник машиниста производит разбивку наружного контура колеи гусениц, периодически проверяет меркой глубину разработки, очищает ковш от налипающего грунта, застрявших камней и корней, шаблоном – правильность очертания траншеи, а машинист бульдозера выполняет работы по планировке микрорельефа строительной полосы (производит выторфовку грунта), перемещает по оси траншеи пену-волокушу или металлические салазки, следит за технической исправностью бульдозера.

При производстве земляных работ в условиях обводненной и заболоченной местности в зимний период используются организационные формы и технологические схемы, которые применяют в нормальных условиях строительства. Выполнение земляных работ на болотах в летний период является одним из трудоемких процессов ведения строительно-монтажных работ. Объем земляных работ в летний период заметно усложняется и возрастает. Параметры траншей для трубопроводов различных диаметров (с учетом балластировки или без нее) определяются в соответствии с требованиями СНиПа или типовых проектов (табл. 6.6; рис. 6.10).

При работе экскаватора в заболоченной местности используют следующие схемы производства работ: на сланях, пенах-волокушах, понтонах, а также применяют экскаваторы на уширенных гусеницах. При глубине торфяного слоя до 1 м с подстилающим основанием, имеющим высокую несущую способность, рекомендуется произвести выторфовку (рис. 6.11). Предварительное удаление торфа до минерального грунта осуществляется бульдозером. Ширина образуемой при этом выемки принимается из условия обеспечения нормальной работы экскаватора, перемещающегося по поверхности минерального грунта и разрабатывающего траншею. При этом глубина траншеи принимается на 0,15–0,2 м ниже проектных отметок с учетом возможного оплывания откосов траншеи в период от момента разработки до укладки трубопровода.

На болотистых участках с мощностью торфяной залежи более 1 м и имеющих низкую несущую способность рекомендуется осуществлять разработку траншеи экскаватором, расположенным на сланях (рис. 6.12). При работе на сланях одноковшовый экскаватор в процессе работы перекидывает слани с торца забоя в сторону хвостовой части поворотной платформы с укладкой их по оси движения. Конструкции перекидных сланей приведены на рис. 6.13. При работе экскаватора на

Таблица 6.6. **Параметры траншей на болотах при строительстве трубопроводов различных диаметров**

Диаметр трубопровода, мм	Тип болота	Параметры траншеи и отвала, м						Объем вынутого торфа (траншеи), $м^3$	Объем разрыхленного торфа (отвала), $м^3$	Марка и оборудование экскаватора
		A	*B*	*C*	*D*	*E*	*M*			
1020	I	1,5* 2,3	1,8 1,8	5,1 5,9	7,3 8,2	7,6 8,5	1,8 2	5,9 7,4	7,1 8,8	ТЭ-3М с обратной лопатой
	II	1,5 2,3	1,8 1,8	6 6,8	8 8,8	8 8,9	1,9 2,1	6,7 8,2	8 9,8	Э-652Б с обратной лопатой со сланей
1220	I	1,7 2,4	2 2	5,7 6,4	8 8,9	8,4 9,4	2 2,2	7,4 8,8	8,9 10,6	ТЭ-3М с обратной лопатой
	II	1,7 2,4	2 2	6,7 7,4	8,9 9,6	9,2 9,8	2,2 2,3	8,4 9,8	10 11,8	Э-652Б – драглайн со сланей
1420	I	1,9 2,5	2,2 2,2	6,3 7	8,7 9,5	9,2 10	2,2 2,4	9 10,4	10,8 12,4	ТЭ-3М – драглайн**
	II	1,9 2,5	2,2 2,2	7,4 8	9,7 10,5	10 11	2,4 2,6	10,2 11,5	12,3 13,8	Э-652Б – драглайн со сланей

* В числителе приведены данные по габаритам траншей для трубопроводов, не требующих балластировки, в знаменателе – то же, но с учетом установки утяжеляющих грузов.

** При сухой залежи торфа возможно применение одноковшового экскаватора ТЭ-3М, оборудованного обратной лопатой.

сланях для предотвращения сползания с них на гусеницах машин с наружной стороны укрепляются специальные шпоры.

Разработку траншей ведут также экскаватором, расположенным на салазках, перемещающихся по створу траншеи с помощью одного или двух бульдозеров (рис. 6.14). Салазки представляют собой металлическую конструкцию из четырех или пяти труб диаметром 500–800 мм, длиной 7–8 м. Длина, диаметр и число труб определяется из усло-

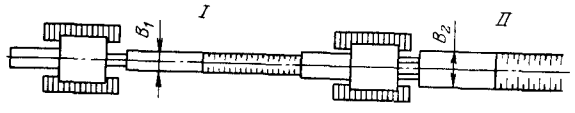


Рис. 6.10. Параметры траншей для магистральных трубопроводов на болотах I и II типов:

1 – траншея; *2* – трубопровод; *3* – отвал грунта; *A, B, C, D, E, M* – параметры траншеи и отвала

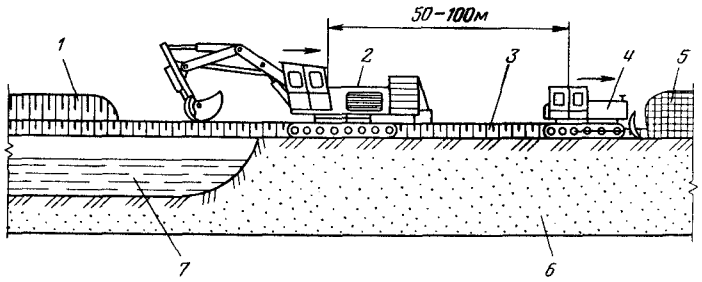


Рис. 6.11. Схема разработки траншеи экскаватором с предварительным выторфовыванием:

1 – отвал грунта; *2* – экскаватор; *3* – траншея в торфе; *4* – бульдозер; *5* – торф; *6* – минеральный грунт; *7* – траншея в минеральном грунте

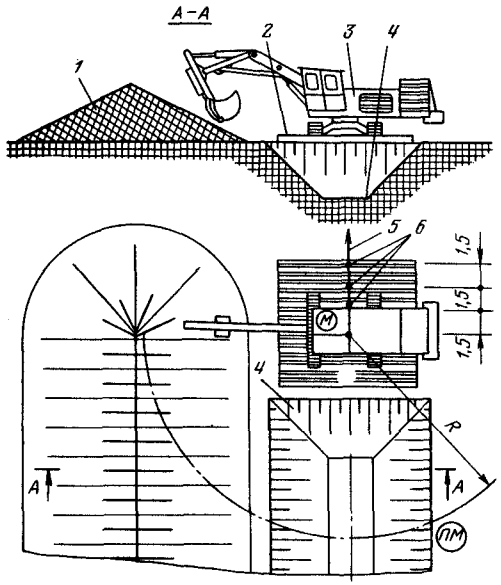


Рис. 6.12. Схема рытья траншеи одноковшовым экскаватором на станях:

1 – отвал грунта; *2* – слани; *3* – экскаватор; *4* – траншея; *5* – направление и ось движения экскаватора; *6* – места стоянки экскаватора при передвижении на сланях; *М* – машинист экскаватора; *ПМ* – помощник машиниста

вия уменьшения давления на поверхность болота до допускаемого (0,01 МПа). Экскаватор должен быть надежно укреплен на салазках. Схемы разработки траншеи экскаватором, расположенным на пеневолокуше, перемещающейся по створу траншеи с помощью одного или

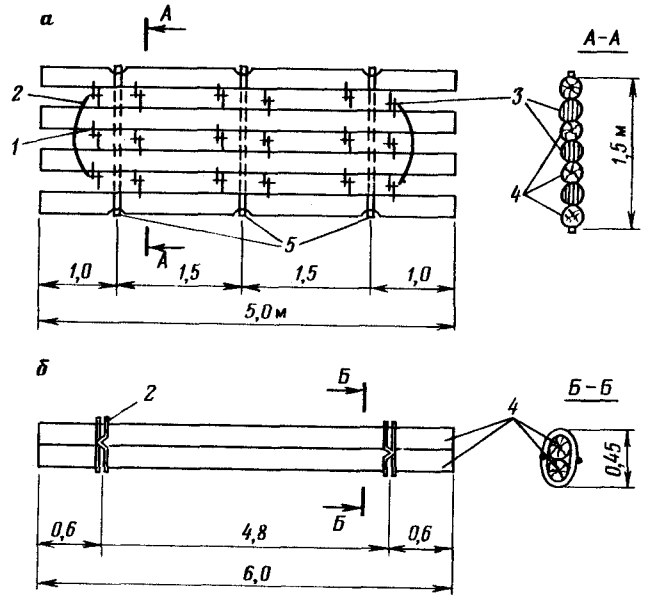


Рис. 6.13. Конструкция перекидных сланей из лесоматериалов:

а – на травянистых болотах; *б* – на лесных и моховых болотах; *1* – скобы развернутые; *2* – проволока; *3* – коротыши; *4* – бревна; *5* – болты стяжные

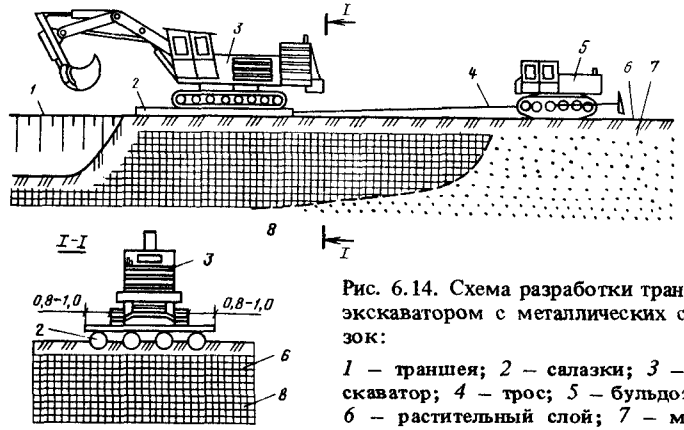


Рис. 6.14. Схема разработки траншеи экскаватором с металлических салазок:

1 – траншея; *2* – салазки; *3* – экскаватор; *4* – трос; *5* – бульдозер; *6* – растительный слой; *7* – минеральный грунт; *8* – торф

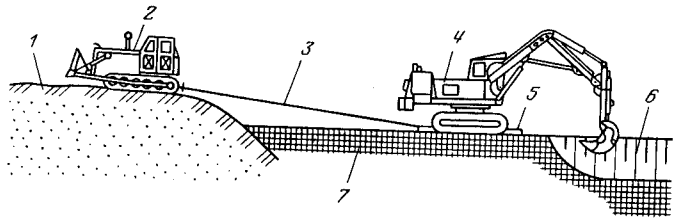


Рис. 6.15. Схема разработки траншеи на болотах I и II типов экскаватором, находящимся на пене-волокуше:

1 – минеральный грунт; *2* – бульдозер; *3* – трос; *4* – экскаватор; *5* – пена-волокуша; *6* – траншея; *7* – болотистый грунт

двух бульдозеров, показана на рис. 6.15. Пена-волокуша представляет собой корытообразную конструкцию, сваренную из листового железа. Экскаватор должен быть надежно укреплен на ней. При работе экскаватора на салазках и пене-волокуше между машинистом экскаватора и бульдозера для согласования взаимодействия должна быть налажена четкая связь и сигнализация.

При выборе способа работ по рытью траншей одноковшовыми экскаваторами на заболоченных и обводненных участках необходимо тщательно изучить геологическое строение болота. В случаях, когда слой торфа и гумусовой жидкости не превышает 0,5 м и подстилается слоями глины (или других твердых грунтов), рекомендуется удалить этот слой бульдозером на ширину прохода экскаватора с устройством боковых водосборных лотков (в виде "елочки") до твердого грунта, по которому экскаватор будет передвигаться без сланей. Если слой торфа превышает 0,5 м и также подстилается грунтами с плотной структурой (суглинки, глины), разработка грунта может производиться обратной лопатой с предварительным устройством переносной искусственной подошвы из сланей. При необходимости рытья траншеи в глубоких болотах с наличием в пределах глубины траншеи жидких (плывущих) грунтов разработку грунта рекомендуется производить драглайном с предварительным устройством искусственной подошвы из сланей. В этом случае вынутый грунт необходимо располагать как можно дальше от бровки траншеи с целью уменьшения давления (нагрузки) на слой грунта в непосредственной близости от траншеи.

РАЗРАБОТКА ГРУНТОВ ОДНОКОВШОВЫМ ЭКСКАВАТОРОМ В УСЛОВИЯХ ПЕСЧАНО-БАРХАННОЙ МЕСТНОСТИ

Работы по устройству траншеи для трубопроводов в пустынных, песчаных районах выполняют круглогодично. В жаркое время года работы рекомендуется проводить в вечернее и ночное время суток. Во избежание выдувания и заноса траншей песком темп разработки траншей в сыпучих барханных песках должен быть строго увязан с темпом изоляционно-укладочных работ. Перед производством планировки и разработкой траншей на участках барханно-песчаных грунтов выполняются разбивка

и закрепление полосы планировочных работ и оси траншеи. Разбивка полосы в пределах производства земляных работ должна осуществляться по нивелиру по продольным и поперечным профилям. Разбивка участков срезки и насыпи для производства планировочных работ выполняется с обозначением ширины полосы понизу (или поверху) забивкой кольев в два ряда через каждые 20 м с указанием на них необходимых глубин выемок или высот насыпей. Разбивка траншей производится перед их разработкой и выполняется в одну линию строго по оси газопровода или параллельно ей при работе одноковшовыми экскаваторами. В процессе разбивки трассы производится закрепление оси трубопровода и всех углов поворота трассы.

Способы проведения земляных работ зависят от разновидности барханов и условий прохождения трассы трубопровода по ним определяются проектом производства работ. Параметры траншеи в песках (глубина, ширина по дну и поверху, крутизна откосов) назначаются проектом в зависимости от диаметра прокладываемого трубопровода, характеристики песков, их плотности, влажности, степени закрепленности растительностью, а также от способа прокладки трубопровода.

При разработке траншей для трубопроводов больших диаметров (1020, 1220, 1420 мм) в сильносыпучих песчаных грунтах с крутизной откосов более 1:1,25, когда работа и передвижение изоляционно-укладочной колонны возможны только непосредственно в самой траншее, ширина ее понизу должна составлять не менее 6 м. Траншеи в сыпучих грунтах следует разрабатывать одноковшовыми экскаваторами-драглайнами, оснащенными специальными ковшами увеличенной вместимости. При устройстве глубоких траншей в сыпучих песках применяют комбинированный способ разработки грунта. Верхний слой грунта (глубиной до 1 м) разрабатывают бульдозерами, а остальную часть до проектной отметки – одноковшовыми экскаваторами. Отвал сыпучего песчаного грунта при обычной схеме производства работ располагается с подветренной стороны траншеи. Во избежание выдувания грунта профиль отвала следует сглаживать. Технология разработки траншеи одноковшовым экскаватором в песчано-барханной местности не отличается от разработки траншеи в нормальных условиях. Особенности строительства трубопроводов следующие: в сухих сыпучих песках, во избежание заносов траншей, их рытье следует производить с заделом не более чем на одну смену; на поливных землях работы, как правило, должны производиться в периоды полного прекращения поливов, в другие промежутки времени – по согласованию с землепользователем; до начала работ по сооружению трубопроводов на поливных землях должны быть проведены мероприятия по предохранению строительной полосы от поливных вод, а также по пропуску через нее воды, поступающей из каналов и других сооружений пересекаемой оросительной системы; в барханных и грядовых песках по всей ширине строительной полосы должна выполняться планировка с целью удаления подверженных выдуванию частей барханов до уровня межгрядовых понижений, а также обеспечения беспрепятственного прохода строительных колонн и транспортных средств. При строительстве трубопроводов в песках существенно затрудняется работа экскаваторов из-за пыльных буранов. Проникающая во все узлы мельчайшая пыль вызывает ускоренный их износ. В связи с этим первостепенное значение приобретает защита экскаваторов от песка и пыли.

Траншею разрабатывают экскаватором одновременно с планировкой барханов бульдозерами. Заглубление трубопроводов (СНиП 2.05.06–85 п. 5.1) до верха трубы надлежит принимать не менее: в песчаных барханах, считая от нижних отметок межбарханных оснований – 1 м; на орошаемых землях – 1 м; при пересечении оросительных и осушительных (мелиоративных) каналов – 1,1 м (от дна канала).

ГЛАВА 7. СВАРКА НЕПОВОРОТНЫХ СТЫКОВ ТРУБОПРОВОДА

Технология сборки и ручной электродуговой сварки неповоротных стыков трубопроводов

Одним из наиболее ответственных и трудоемких процессов при строительстве магистральных трубопроводов является наращивание секций в нитку. Монтаж и сварку неповоротных стыков магистральных трубопроводов выполняют в основном тремя методами – элементарным, поточно-групповым и поточно-расчлененным (поточно-скоростным).

Первый метод сборки и сварки неповоротных стыков (элементарный) применяют при невысоком сменном темпе ведения сварочно-монтажных работ. При этом методе каждый сварщик с подручным варят стык с начала и до конца. Иногда выделяют сварщиков для сварки корневого слоя шва. Сварщики при этом методе должны быть универсалами очень высокой квалификации, умеющими работать всем набором электродов и во всех пространственных положениях. Так как сварщики работают с разной скоростью, то скорость продвижения всей бригады определяет наименее квалифицированный сварщик.

Второй метод сборки и сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов (поточно-групповой) применяют для достижения высокого сменного темпа при сварке труб большого диаметра. Сборочно-сварочная бригада (до 48 сварщиков) состоит из нескольких звеньев, выполняющих подготовительные работы, сборку и сварку корневого слоя шва и сварку заполняющих и облицовочного слоев. При использовании электродов с органическим покрытием выделяется также звено сварщиков "горячего прохода". Звено, осуществляющее подготовку секций к сборке и сварке, выполняет подтаскивание секций, очистку внутренней полости, правку вмятин и зачистку кромок труб под сварку. Звено сборки и сварки первого слоя шва осуществляет сборку стыков с помощью внутреннего центратора, обеспечивая необходимый зазор между кромками труб. Затем, в зависимости от принятого варианта сварки стыков, выполняется сварка корневого слоя шва или накладываются прихватки длиной 80–100 мм на расстоянии 300–380 мм. Сварку корневого слоя шва выполняют два–четыре сварщика (в зависимости от диаметра трубопровода) электродами с фтористокальциевым покрытием (УОНИ-13/55, "Гарант", Шварц-3К, ВСФ-65 и др.) в направлении снизу вверх или электродами с органическим покрытием (ВСЦ-4, ВСЦ-4А, "Фокс-цель" и др.) сверху вниз (рис. 7.1). Марку электрода выбирают в соответствии с техническими условиями на трубы в зависимости от свариваемой стали. Корневой слой шва сваривают электродами диаметром 3–4 мм. После сварки корневого слоя шва поверхность валика тщатель-

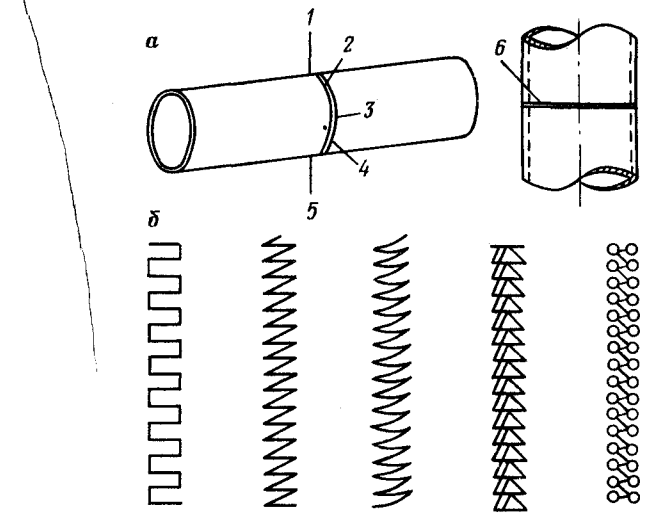


Рис. 7.1. Схема положения электрода (*а*) при сварке трубопроводов:

1 – нижнее; *2* – полувертикальное; *3* – вертикальное; *4* – полупотолочное; *5* – потолочное; *6* – горизонтальное на вертикальной плоскости; *б* – движение электрода в процессе сварки (покрытие фтористокальциевое)

но очищают круглыми проволочными щетками или шлифовальными кругами. При сварке трубопроводов из сталей повышенной прочности кромки труб подогревают, и, в случае использования электродов с фтористо-кальциевым покрытием, выполняют подварку корня шва изнутри. Подогрев кромок труб осуществляют кольцевой газовой горелкой, устанавливаемой на стык до центровки. Нагрев стыкуемых труб должен быть равномерным по всему периметру трубы до требуемой температуры на ширину 150 мм от концов труб. Температуру подогрева контролируют с помощью термопарного прибора ТП-1. Подварку корня шва изнутри производят после окончания сварки корневого слоя шва. Для этого центратор перемещают внутрь нитки трубопровода, сварочный шов зачищают изнутри шлифовальной машинкой и подваривают нижнюю четверть трубы и все места, на которых обнаружены непровары и другие дефекты сварки корня шва. При использовании же для сварки первого слоя газозащитных электродов, вследствие их сильного проплавляющего действия, исключается такая трудоемкая операция, как подварка корня шва изнутри. Звено "горячего прохода" выполняет сварку второго слоя шва сразу же после окончания корневого слоя шва. Перерыв между окончанием первого и началом второго слоев шва не должен превышать 7–10 мин. Сварку "горячего прохода" выполняют 2–4 сварщика электродами с органическим покрытием диаметром 3–4 мм с применением тока обратной полярности. При сварке торцом электрода совершают быстрые поперечные и продольные колебательные движения с амплитудой до 15–20 мм (со сравнительно длительными остановками в нижней точке). Звено сварки заполняющих и облицовочного слоев шва состоит

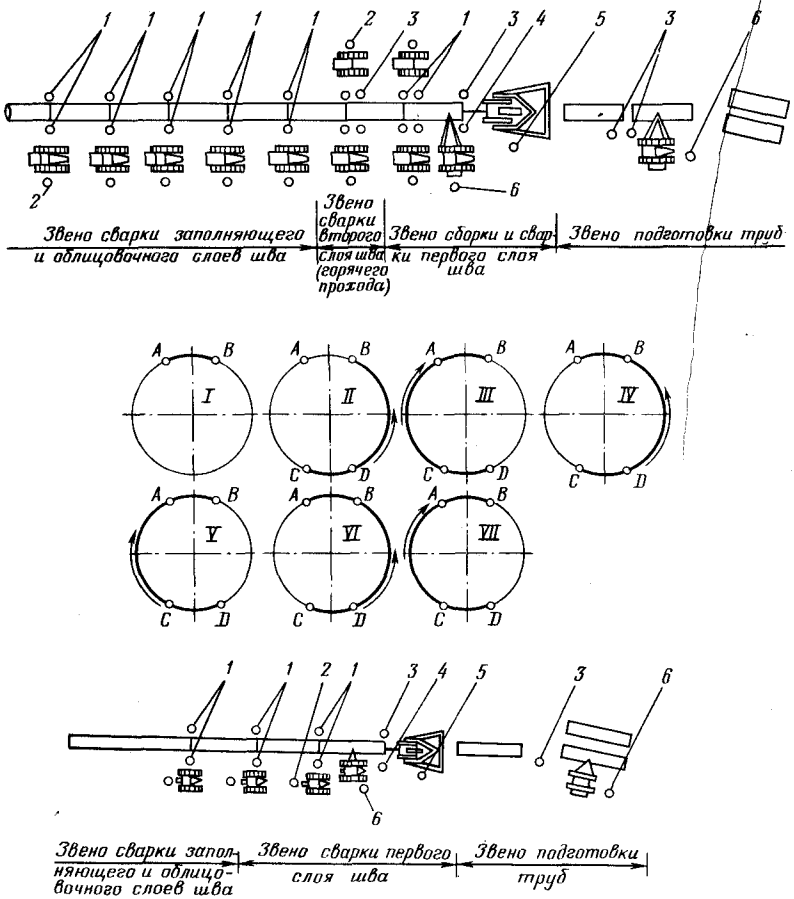


Рис. 7.2. Схемы организации сварочно-монтажных работ поточно-расчлененным (*а*) и поточно-групповым методом с указанием последовательности наложения слоев (*б*):

1 – электросварщик; *2* – машинист сварочной установки; *3* – слесарь-трубоукладчик; *4* – бригадир; *5* – машинист бульдозера; *6* – машинист крана-трубоукладчика; I–VII – последовательность сварки; *А–В* (I) – участок, свариваемый в первую очередь при наложении первого слоя; *С–Д–В* и *Д–С–А–В* (II–III) – участки, свариваемые во вторую и третью очередь при наложении первого слоя; *С–Д–В–А* и *Д–С–А–В* (IV и V) – участки, свариваемые при наложении второго слоя; *С–Д–В–А* и *Д–С–А–В* (VI и VII) – участки, свариваемые при наложении третьего слоя

из нескольких пар или четверок сварщиков в зависимости от темпа прокладки трубопровода и его диаметра. Каждая пара или четверка сварщиков доваривает стык до конца, начиная со второго слоя шва или при наличии "горячего прохода" с третьего слоя шва. Сварку заполняющих слоев шва выполняют электродами с фтористо-кальциевым покрытием диаметром 4 мм, а для повышения производительности при сварке облицовочных слоев в верхней половине периметра стыка разрешается применять электроды диаметром 5 мм.

Третий метод сборки и сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов (поточно-расчлененный или поточно-скоростной) основан на максимальном расчленении сварочного процесса на операции. Сущность этого метода заключается в том, что каждый сварщик бригады выполняет на стыке лишь свой участок определенного слоя шва при последовательном перемещении от стыка к стыку сварочных постов по ходу сварочной колонны (рис. 7.2, *а*), т.е. метод предусматривает максимальную специализацию труда сварщиков. Одно из основных преимуществ такой специализации в том, что каждый сварщик без регулировки режимов сварочного тока заваривает свой участок шва. При этом методе организации работ каждое звено действует по тщательно разработанной технологической схеме. Подготовительное звено выполняет работы по подготовке секций под сварку (осмотр поверхностей, выпрямление вмятин или обрезка концов труб, зачистка кромок). Для правки вмятин используют безударные разжимающие устройства УПВ-141. Дефектные концы секций обрезают газорежущей машинкой "Спутник" в комплекте с шаблонами или машинкой "Орбита-2". Торцы труб зачищают шлифовальными машинками "Стар" или ВСА-1700. Звено сборки и сварки первого слоя шва выполняет сборку стыков труб при помощи внутреннего гидравлического или пневматического центратора, подогрев кромок стыкуемых труб и сварку корневого слоя шва. Сварку первого слоя шва выполняют два–четыре сварщика электродами с органическим покрытием (ВСЦ-4, "Фокс-цель") диаметром 4 мм. Каждый из сварщиков выполняет определенный участок окружности стыка. Шов накладывается опиранием электрода при его движении сверху вниз. По окончании сварки шлифовальной машинкой тщательно зачищают поверхность шва с удалением шлака и снятием части первого слоя. После зачистки, пока шов еще не остыл, начинают сварку второго слоя звеном "горячего прохода", состоящим из двух–четырех сварщиков. "Горячий проход" необходим только в случае применения при сварке корневого слоя газозащитных электродов. Для сварки второго слоя шва используют те же электроды с органическим покрытием, что и для корневого слоя шва. Последующие заполняющие слои и облицовочный слой выполняют два–четыре сварщика. В ряде случаев также практикуют поточно-групповой метод сварочно-монтажных работ (рис. 7.2, *б*). Необходимые для сборки и сварки стыков труб машины, оборудования и приспособления приведены в табл. 7.1.

Необходимые для выполнения сварки неповоротных стыков трубных секций нормокомплекты и их основные характеристики приведены в табл. 7.2.

Состав звена при сборке секций труб в плеть приведен в табл. 7.3, а нормы времени – в табл. 7.4.

Таблица 7.1. **Комплект машин и оснастки для сборки и сварки неповоротных стыков труб**

Технологический процесс	Машины и оборудование	Диаметр трубопровода, мм					
		До 529 (включительно)	720	820	1020	1220	1420
Центровка секций	Краны-трубоукладчики:						
	К-594Н	–	–	–	–	4	4
	ТГ-161	–	–	–	4	–	–
	ТГ-201	–	–	3	–	–	–
	Центраторы внутренние (с учетом одного резервного):						
	ЦВ-144	–	–	–	–	–	2
	ЦВ-124	–	–	–	–	2	–
	ЦВ-104	–	–	–	2	–	–
	ЦВ-81	–	2	2	–	–	–
	ЦВ-58	2	–	–	–	–	–
	Клещевые захваты:						
	КЗ-1421	–	–	–	–	–	4
	КЗ-1221	–	–	–	–	4	–
	КЗ-10	–	–	–	4	–	–
	КЗ-8	–	–	3	–	–	–
	КЗ-7	–	3	–	–	–	–
	КЗ-5	3	–	–	–	–	–
Сварка стыков	Энергопоезд сварочный АЭП-51	–	–	–	2	2	2
Правка вмятин	Самоходная сварочная установка СДУ-2В	4	5	5	6	6	8
	Устройство для правки вмятин УПВ-142	–	1	1	1	1	1
Вырезка образцов, ремонт сварных соединений	Комплект оборудования для газовой резки "Спутник"	1	1	1	1	1	1
Подогрев стыков	Кольцевые газовые горелки	–	–	–	2	2	2
Хранение пропана	Емкость для пропана РС-1600	–	–	–	2	2	2
Питание электроэнергией	Электростанции на 12 кВт	1	1	1	2	2	2
Удаление шлака	Электрошлифовальные машинки "Стар"	3	4	4	8	8	10
Хранение горючего	Емкость для горючего	1	1	1	1	1	1
Обеспечение связью	Радиостанция "Карат"	2	2	2	2	2	2
Ремонтные работы	Передвижная мастерская "ПАРМ"	1	1	1	1	1	1
Перевозка рабочих	Вахтовые автомобили	1	1	1	2	2	2

Продолжение табл. 7.1

При сборке секций труб диаметром 529–630 мм с помощью наружного центратора в составе звена электросварщика 6-го разряда и машиниста бульдозера 6-го разряда заменяют трубоукладчиком 3-го разряда, а для труб диаметрами 720–1220 мм – монтажником наружных трубопроводов 4-го разряда.

При сборке и сварке первого слоя секций труб в плеть в горных условиях состав звена следующий: монтажник наружных трубопроводов 6-го разряда – 1; монтажник наружных трубопроводов 3-го разряда – 1; электросварщик 6-го разряда – 2; машинист сварочного агрегата 4-го разряда – 1; машинисты кранов 6-го разряда – 2.

Нормы времени приведены в табл. 7.5. Нормами предусматривается сборка и сварка в плеть секций труб с толщиной стенок до 12 мм. При толщине стенок труб более 12 мм норму времени умножить на 1,15. Нормами предусмотрена работа на бровке траншеи, при работе в траншее на уклонах более 40 % норму времени умножить на 1,25.

Электроконтактная стыковая сварка

При строительстве магистральных трубопроводов сварку неповоротных стыков в основном выполняют ручной дуговой сваркой высококвалифицированные сварщики. Однако основным недостатком ручной дуговой сварки является относительно низкая производительность, связанная с ограничением мощности дуги, условиями формирования сварочного шва в различных пространственных положениях и необходимостью перемещения дуги по периметру стыка. Применение прогрессивных методов организации работ практически исчерпывает возможности повышения темпов ручной сварки. Поэтому в последнее время все большее практическое применение получает более прогрессивная электроконтактная сварка.

Таблица 7.2. **Нормокомплекты средств малой механизации для производства работ по сварке неповоротных стыков трубных секций в нитку трубопровода**

Машины и оборудование	Марка, ГОСТ, рабочие чертежи	Диаметр труб, мм			Срок службы, мес	Разработчик, завод-изготовитель	Назначение и техническая характеристика
		1020	1220	1420			
Захват клещевой автоматический	КЗ-1422	–	–	2	36	Лениногорский завод "Газспецмашремонт"	Монтаж трубопровода
	КЗ-1223	–	2	–	36		
	КЗ-1022	2	–	–	36		
Машина газовой резки	"Орбита"	1	1	1	24	Кировоканский завод "Автогенмаш"	Обрезка дефектных концов труб под сварку
Угловая электрошлифовальная машина	"БОШ" Ш1-178	4	5	6	24	Импорт: ФРГ, Болгария	Подготовка торцов труб под сварку. Зачистка сварных стыков от шлака
Универсальный шаблон сварщика	УСШ-3	2	2	2	60	СКБ "Газстроймашина", Киевский филиал	Контроль качества сварки труб на строительстве трубопровода
Центратор внутренний гидравлический	ЦВ-104	2			60	Киевский экспериментальный механический завод	Центровка труб при сборке неповоротных стыков
	ЦВ-124		2		60		
	ЦВ-144			2	60		
Приспособление для подогрева торцов	ПС-1424	1	1	1	36	Львовский механический завод	Предварительный подогрев труб перед сваркой
Прибор для контроля температуры	ТП-1	1	1	1	72	Луцкий приборостроительный завод	Контроль температуры стыков перед сваркой
Электропечь	СШО-3,2	3	3	4	60	Утенский завод лабораторных печей	Прокалка электродов перед сваркой
Электрододержатель	ГОСТ 14651–78	10	10	16	24	Изготовляется на предприятиях Минмонтажспецстроя	Ручная электродуговая сварка
Контакт магнитный	КМ-12 Киевский филиал СКБ "Газстроймашина"	3	3	4	24	Киевский экспериментальный механический завод	Присоединение сварочного провода к трубам
Термопенал для электродов	ЭСС-0,15 (2И)	10	10	16	60	Утенский завод лабораторных печей	Перенос электродов во время работы
Лопата штыковая	ЛКО-1	2	3	3	9		
Лопата совок		2	2	2	9		
Щиток наголовный	ГОСТ 12.4.035–78	10	16	16	12		Защита сварщика от брызг расплавленного металла и излучения дуги
Очки защитные с безосколочными стеклами		4	4	6	24		Работа со шлифовальным инструментом
Резиновый коврик		8	10	14		Изготовляется на месте	Безопасная работа сварщика
Лестница инвентарная приставная, обрезиненная в верхней части	ЦНИИОМТП Госстроя СССР	4	4	4			Сварка верхней полуокружности трубы. Высота – 2,3 м

Таблица 7.3. **Состав звена при сборке секций труб в плеть**

Профессия и разряд рабочих	Наружный централизатор		Внутренний централизатор	
	Диаметр труб, мм			
	168	476	529	420
Монтажник наружных трубопроводов разряда:				
6-го	1	1	1	1
4-го	–	–	–	1
3-го	1	2	1	1
Электросварщик 6-го разряда	1	1	2	2
Машинист крана 6-го разряда	–	1	1	1
Машинист бульдозера 6-го разряда	–	–	1	1

Таблица 7.4. **Нормы времени на один стык при сборке секций труб с помощью наружного централизатора, чел-ч**

Длина секций, м	Диаметр труб, мм				
	108	168	273	426	473
24	–	–	–	–	1,2
36	0,62	0,82	1,05	1,15	1,3
50	0,67	0,9	1,15	1,25	1,45

Таблица 7.5. **Нормы времени на один стык, чел-ч**

Вид работы	Уклон, %	Диаметр труб, мм							
		219–273	325–377	426	476–529	630	720	820	1020
Сборка и сварка в плеть секций труб, гнутых на 6–20°	7–20	3,4	4,2	4,4	5,3	6	6,9	7,5	9,1
	21–40	5,1	6,1	6,6	7,5	8,6	10	11	13
	>40	7,1	8,4	9,1	10,6	12	14	15	18
21–36°	7–20	4	4,8	5,4	6	7	7,8	8,6	10,5
	21–50	5,4	6,6	7,2	8	9,1	11	12	14,5
	>40	7	9,1	10	12	12,5	15	10,5	21
Сборка и сварка в плеть секций труб длиной 24 м	7–20	8,1	3,7	4	4,5	5,3	6	0,5	7,9
	21–40	3,6	4,3	4	5,3	6,2	7	7,7	9,5
	>40	4,2	4,9	5,4	0,1	7	8	5,1	11

Продолжение табл. 7.5

Вид работы	Уклон, %	Диаметр труб, мм							
		219–273	325–377	426	476–529	630	720	820	1020
Сборка и сварка в плеть прямых секций труб длиной 36 м	7–20	3,4	4,2	4,5	4,9	5,7	6,5	7,1	8,6
	21–40	4,2	5	5,4	6,2	7,1	8,2	9,1	11
	>40	5,2	6,2	6,8	7,7	9,1	10	11	13,5

Электроконтактной называют сварку с применением давления, при которой нагрев производится теплом, выделяемым при прохождении электрического тока через стык от вторичного витка сварочного трансформатора. Стыковая контактная сварка может выполняться двумя способами: сопротивлением или оплавлением. При сварке сопротивлением вначале приводят в соприкосновение торцы свариваемых труб с приложением небольшого давления и после этого включают электрический ток. Давление в процессе нагрева остается без изменения, но к концу нагрева возрастает для создания необходимой пластической деформации и сварки. Этот способ сварки из-за окисления кромок при нагреве, которое отрицательно влияет на качество сварного соединения, может быть применен только для сварки труб малого диаметра (50–70 мм), работающих при низких давлениях. При электроконтактной сварке непрерывным оплавлением трубы, зажатые в сварочной головке, после включения тока сближаются при помощи гидропривода до образования между ними электрических контактов. Эти контакты нагреваются, взрываются и выбрасываются из зазора в виде брызг жидкого металла (искры). При дальнейшем сближении свариваемых труб возникают и выбрасываются новые участки контакта. В результате непрерывного сближения труб такие контактируемые участки распределяются равномерно по всей поверхности кромок труб, обеспечивая их равномерный разогрев. Процесс оплавления завершается моментом разогрева торцов труб до температуры плавления и образованием тонкого слоя расплавленного металла. После этого осуществляют осадку на заданную величину. При этом из стыка выдавливается расплавленный металл, насыщенный оксидами, и происходит пластическая деформация нагретого металла, в результате которой образуется сварочное соединение. Электроконтактную сварку непрерывным оплавлением применяют для соединения отдельных труб или секций в непрерывную нитку трубопровода в трассовых условиях. В случае ее применения для сварки неповоротных стыков из двух- и трехтрубных секций предусматривается эксплуатация трубосварочных баз.

На базе технологии электроконтактной сварки, разработанной ВНИИСТом, Институт электросварки (ИЭС) имени Е.О. Патона разработал оборудование для такой сварки труб диаметром от 114 до 1420 мм включительно. ИЭС и Миннефтегазстрой СССР при участии организаций

Таблица 7.6. **Состав комплекса "Север-1"**

Агрегаты	Габариты, мм	Масса, кг
Сварочная машина К-700-1 с внутренним гратоснимателем без штанги	11605x1400x1400	25 400
Передвижная электростанция необходимой мощности, транспортируемой тягачом К-700 с агрегатом ПС-81	13800x3100x3950	28 000
Агрегат для зачистки концов труб под токоподводящие башмаки сварочной машины АЗТ-141 в составе трубоукладчика, электростанции ДЭС-20 (или ДЭС-30), собственно рабочего органа зачистного агрегата, электрошлифовальной машинки	4230x7925x4900	29 800
Агрегат для снятия наружного грата АНГ-141 в составе трубоукладчика, электростанции ДЭС-20 (или ДЭС-30) собственно рабочего органа – гратоснимателя, электрошлифовальной машинки	4200x8025x4900	28 500
Штанга к сварочной машине К-700-1 длиной 12 м или	8300x1100x1100	680
штанга универсальная длиной 36 м	33145x1310x1310	4214
Вагон-домик для укрытия и обогрева рабочих комплекса "Север-1"	300x200x2500	1450

других министерств создали комплекс машин и механизмов "Север-1" для электроконтактной сварки труб большого диаметра. Расчетная производительность комплекса (табл. 7.6) – 6–8 стыков в час для труб диаметром 1420 мм при численности обслуживающего персонала 13–15. Использование машин для электроконтактной сварки позволяет полностью автоматизировать процесс сварки, в 4–5 раз увеличить производительность сварочно-монтажных работ, обеспечить сооружение в сутки от 2 до 4 км трубопровода при двухсменной работе. Передвижной комплекс "Север-1" предназначен для стыковой электроконтактной сварки трубопроводов диаметром 1420 мм в следующих условиях: при высоте над уровнем моря до 1000 м; при температуре окружающего воздуха от +50 до –40 °С, при максимальном давлении на грунт агрегатов установки не более 0,4 МПа и при уклоне рельефа трассы (крен и дифферент) ±10°.

Передвижной комплекс при работе комплектуется двумя кранами-трубоукладчиками грузоподъемностью 90 т. В состав работ при использовании комплекса входят:

подготовка концов труб и секций труб для сварки; стыковая электроконтактная сварка труб и секций труб на трассе; удаление наружного грата после сварки. Рекомендуемая схема организации работ и рабочих мест при сварке секций труб диаметром 1420 мм на трассе с применением комплекса "Север-1" приведена на рис. 7.3. Работы, входящие в комплекс электроконтактной сварки труб и секций труб в нитку трубопровода, выполняются комплексной сварочно-монтажной бригадой, со-

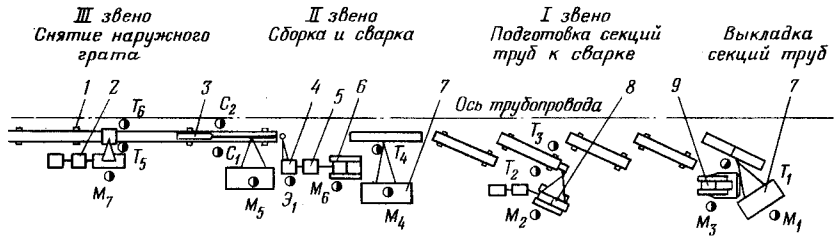


Рис. 7.3. Схема организации работ и рабочих мест при сварке секций труб на трассе с применением комплекса "Север-1":

1 – опора; *2* – агрегат наружного граноснимателя; *3* – сварочная машина; *4* – вспомогательный кузов "КУНГ"; *5* – электростанция; *6* – тягач электростанции; *7* – кран-трубоукладчик; *8* – агрегат зачистки труб; *9* – бульдозер; T_1 – T_6 – монтажники наружных трубопроводов; M_1, M_2, M_4, M_5, M_7 – машинист крана-трубоукладчика; M_3 – машинист бульдозера; C_1, C_2 – сварщик на машинах контактной (прессовой) сварки; M_4, M_5 – машинист крана-трубоукладчика; M_6 – машинист передвижной электростанции; $Э_1$ – слесарь-электрик по ремонту оборудования

состоящей из трех специализированных звеньев общей численностью 16, I звено предназначено для подготовки концов труб и секций труб к стыковой электроконтактной сварке агрегатом АЗТ-141 и состоит из 6 человек (Т-1, Т-2, Т-3, М-1, М-2, М-3. II звено выполняет работы по стыковой электроконтактной сварке труб и секций труб установкой К-700-1 на трассе и состоит из 7 человек (С-1, С-2, М-4, М-5, Т-4, М-6, Э-1). III звено удаляет наружный грат агрегатом АНГ-141 после стыковой электроконтактной сварки и состоит из 3 человек (Т-5, Т-6, М-7). Бригада обеспечивает в смену темп 1000–1100 м подготовленного под изоляцию трубопровода диаметром 1420 мм или сваривает не менее 32 стыков.

При подготовке зачистного агрегата к работе необходимо:

перевести в положение "Отключено" рукоятки всех выключателей, переключателей и рычагов;

осмотреть агрегат с целью исключения посторонних предметов около вращающихся частей;

проверить уровень масла в баке гидросистемы зачистной машинки и редукторах;

проверить работу электрооборудования на холостом ходу.

Работы по подготовке концов труб и их секций агрегатом АЗТ-141 для электроконтактной сварки выполняются в соответствии со схемой, приведенной на рис. 7.4. Технологическую выкладку труб и секций (рис. 7.4, *а*) рекомендуется производить "с колес" звеном из двух человек, входящих в состав комплексной сварочно-монтажной бригады. Это позволяет высвободить звено по разгрузке труб и секций труб с плетевозов, исключить лишние перемещения техники и повреждения труб, значительно повысить качество подготовительных работ.

Стыковая электроконтактная сварка. До начала работ по стыковой

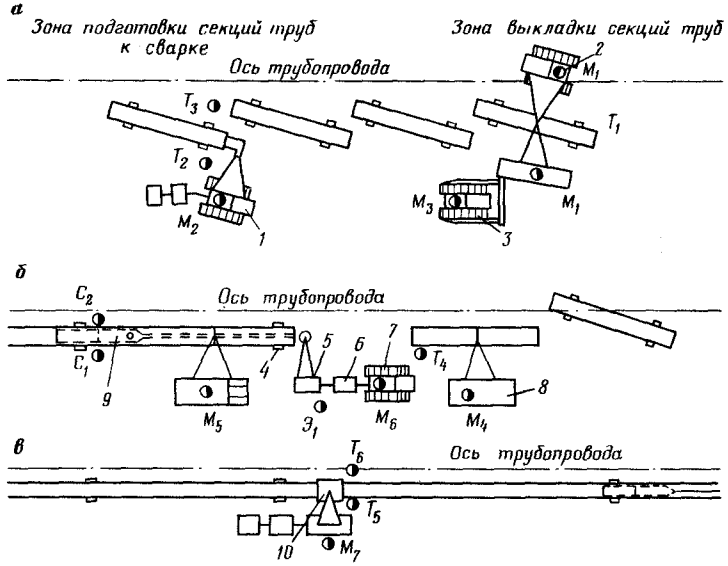


Рис. 7.4. Схемы организации работ и рабочих мест при подготовке концов секций труб к сварке (*а*), их стыковой электроконтактной сварке (*б*) и снятии наружного грата (*в*):

1 – агрегат зачистки труб; *2* – кран-трубоукладчик; *3* – бульдозер; *4* – опора; *5* – вспомогательный кузов "КУНГ"; *6* – электростанция; *7* – тягач электростанции; *8* – кран-трубоукладчик; *9* – сварочная машина; *10* – агрегат наружного граноснимателя; C_1, C_2 – сварщик на машинах контактной (прессовой) сварки; T_1–T_6 – монтажник наружных трубопроводов; M_1, M_2, M_4, M_5, M_7 – машинист крана-трубоукладчика; M_3 – машинист бульдозера; M_6 – машинист передвижной электростанции; $Э_1$ – слесарь-электрик по ремонту оборудования

электроконтактной сварке труб и их секций установкой К-700-1 на трассе следует:

зачистить поверхность труб под контактные башмаки сварочной машины;

снять усилие продольного шва труб и зачистить фаски труб от ржавчины и грязи; проверить соответствие технологических параметров установки с данными режима сварки; настроить установку на режим сварки.

Стыковую электроконтактную сварку труб (секций труб) производят методом непрерывного оплавления с программным изменением основных параметров в процессе сварки. Сварочную машину с помощью крана-трубоукладчика вводят тыльной стороной в трубу, включают привод передвижения. В результате с установочной скоростью "назад" машина въезжает в трубу. Одновременно движется и кран-трубоукладчик, поддерживающий переднюю часть машины. При прохождении кромки трубы механизмом зажатия (заднего) на 35–40 мм машину останавливают, а трубу фиксируют. Затем отключают питание, производят расстроповку машины и на ее переднюю часть насаживают привариваемую трубу до упора к предыдущей. Привариваемую трубу фиксируют передним механизмом зажатия и подключают питание. Машина к сварке готова. Стыковую электроконтактную сварку с непрерывным оплавлением труб в автоматическом режиме установкой К-700-1 на трассе выполняют в соответствии со схемой, приведенной на рис. 7.4, *б*.

Удаление наружного грата. До начала работ по удалению наружного грата агрегатом АНГ-141 после электроконтактной сварки следует закончить электроконтактную сварку труб или секций труб в плеть, подготовить к работе трубоукладчик и электростанцию согласно инструкции по их эксплуатации, осуществить наружный осмотр гратоснимателя и его поводка, проверить состояние электро- и гидрооборудования агрегата, проверить работу гратоснимателя на холостом ходу. Работы по удалению наружного грата выполняют методом копирного фрезерования агрегатом АНГ-141 после электроконтактной сварки в следующей последовательности: удаление вручную крупных наплывов грата, поддержание гратоснимателя на стреле крана-трубоукладчика, установка наружного гратоснимателя на стык; удаление наружного грата, снятие гратоснимателя со стыка с осмотром и сменой пластин фрез, перемещение гратоснимателя на следующий стык.

Основные параметры режима сварки труб размером 1420х15,7 мм следующие:

Номинальное первичное напряжение на сварочном трансформаторе, В	400
Допустимое отклонение первичного напряжения на сварочном трансформаторе, В	±20
Номинальное давление в гидросистеме, МПа	16
Допустимое отклонение от номинального давления, %	±10
Длительность первого периода оплавления по командному аппарату, с	55–60
Минимальная программируемая скорость оплавления первого периода по командному аппарату, мм/с	0,14
Длительность второго периода оплавления по командному аппарату, с	110–120
Минимальная прогрессируемая скорость оплавления второго периода по командному аппарату, мм/с	0,18
Линейный размер оплавления (без учета начального зазора), мм	30–35
Время повышения конечной скорости оплавления при линейном законе ее нарастания, с	14
Допустимое отклонение времени повышения конечной скорости оплавления, с	±1
Конечная скорость оплавления, мм/с	0,95–1
Минимальная длительность оплавления при конечной скорости, с	1,5
Допустимое отклонение длительности оплавления с конечной скоростью, с	±0,3
Время осадки под током, с	0,5–0,8
Линейная величина осадки, мм	8–10
Допустимое отклонение линейной величины осадки, мм	±1
Скорость осадки на первых пяти миллиметрах, мм/с, не менее	30
Допустимое отклонение средней скорости осадки, мм/с	±5
Увеличение времени оплавления косых торцов в начальный период сварки, мм/с	80
Минимальная скорость оплавления при оплавлении торцов в начальный период сварки, мм/с	0,12

Основные технико-экономические показатели стыковой электроконтактной сварки следующие:

Выработка бригады в смену (8 ч), стыков	32
Выработка 1 чел в смену, стыков	2
Затраты труда на 1 стык, чел-ч	4
Продолжительность процесса на единицу продукции (1 стык), ч	0,25
Число рабочих в звене	16
Стоимость основных фондов, тыс. руб.	981,8

Состав бригады при электроконтактной сварке приведен в табл. 7.7. Оснащение бригады техникой приведено в табл. 7.8.

Таблица 7.7. **Состав бригады**

Профессия	Разряд	Число человек
Монтажник наружных трубопроводов	5	1
Монтажник наружных трубопроводов	4	2
Машинист крана-трубоукладчика	6	2
Машинист бульдозера	6	1
Сварщик на машинах контактной (прессовой) сварки	6	1
Сварщик на машинах контактной (прессовой) сварки	5	1
Машинист крана-трубоукладчика	6	2
Монтажник наружных трубопроводов	4	1
Машинист передвижной электростанции	6	1
Слесарь-электрик по ремонту оборудования	6	1
Монтажник наружных трубопроводов (он же машинист электростанции 4-го разряда)	5	1
Машинист КТУ	6	1
Монтажник наружных трубопроводов	4	1

Таблица 7.8. **Оснащение бригады машинами и оснасткой при электроконтактной сварке**

Машины, оборудование, инструмент, приспособления, инвентарь	Марка, тип, ГОСТ, ТУ	Количество
Агрегат для зачистки внутренней поверхности труб, в том числе:	АЗТ-141 Киевский филиал СКБ "Газстроймашина"	1
кран-трубоукладчик	ТО-1224Г	1
машина зачистная	АЗТ 141.01	1
электростанция	АД-30-Т	1
ручная электрошлифовальная машинка для снятия наплавки заводского продольного шва трубы и зачистка фасок	Ш-230 (Ш-178)	1
Кран-трубоукладчик для раскладки труб и секций труб	КАТ-594	1
Молоток универсальный для снятия колец с торцов секций труб	ГОСТ 2310–77	2

Продолжение табл. 7.8

Машины, оборудование, инструмент, приспособления, инвентарь	Марка, тип, ГОСТ, ТУ	Количество
Бульдозер для специальной планировки площадок сварочной установки К-700-1 и перемещения лежек	КАТ-594	1
Установка сварочная	К-700-1.01, ПЗТ-ЭСО	1
Машина сварочная с внутренним гратоснимателем	К-700-1.02	1
Штанга для сварки труб универсальная – 36 м	К-700-1.23	1
Блок электроаппаратуры и вспомогательных устройств	К-700-1.30	1
Передвижная электростанция	ЭД-100-Т/400-2КРС	1
Тягач электростанции	К-700-1 "Кировец"	1
Вспомогательный кузов "Кунг"	ЧУ-02-22 (ЛИК-2-15)	1
Кран-трубоукладчик грузоподъемностью 90 т	К-594, ДЗ55С ТГ-502	2
Электромолоток	ИЭ-4214	2
Агрегат для снятия наружного грата, в том числе:	АНГ-141.00	1
кран-трубоукладчик со специальной стрелой	ТО-1224Г	1
наружный гратосниматель	АНГ-14.01	1
ручная электрошлифовальная машинка	Ш-230 (Ш-178)	1
электростанция	АЗТ-121.08	1
Электромолоток	ИЭ-4115	2
Молотки универсальные	ГОСТ 2310–77	2
Лестницы инвентарные приставные высотой 1,6 м	ГОСТ 2310–77	2

Основные технические характеристики агрегата зачистки труб АЗТ-141 следующие:

Диаметр зачищаемых труб, мм	1420
Ширина зачищаемого пояса, мм	140
Время зачистки (за 1 проход), с	90
Число рабочих головок	4
Установленная мощность, кВт	12
Давление в гидросистеме, МПа	До 2,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	7980
ширина	8000
высота	6100
Масса, кг	28150

Технические данные наружного гратоснимателя АНГ-141-01 следующие:

Диаметр обрабатываемых труб, мм	1420
Высота удаляемого грата за один проход, мм, не более	18
Время удаления грата на одном стыке, с	255
Частота вращения фрезы, об/мин	800
Подача фрезы вдоль грата, об/мин	0,53
Число фрез	2
Число проходов	1

Тип фрезы	Торцевая трехступенчатая диаметром 200 мм, оснащенная твердосплавными пластинами
Давление в гидросистеме, МПа, не более	5
Габаритные размеры, мм:	
длина	7680
ширина	8500
высота	7400
Масса, кг	29 185

Контроль сварных соединений трубопроводов, выполненных стыковой электроконтактной сваркой

Контроль сварных соединений трубопроводов, выполненных стыковой сваркой оплавлением, проводят после снятия грата и измерения формы соединений, причем с использованием ультразвукового метода.

Подготовка к контролю и настройка аппаратуры. Поверхность подлежащего контролю соединения очищают от окалины, брызг металла, грязи, льда и снега. Шероховатость подготавливаемой поверхности должна быть не ниже 40 мкм по ГОСТ 2789–73. Очистку поверхности производят с обеих сторон стыка. При этом ширина зоны очистки должна быть не менее 70 мм при толщине стенки трубы до 14 мм и не менее 100 мм при толщине более 14 мм. На подготовленную поверхность непосредственно перед прозвучиванием наносят слой контактной смазки, в качестве которой используют автол, солидол, трансформаторное масло и т.п. Контроль сварных соединений, выполненных стыковой электроконтактной сваркой давлением, осуществляется с помощью наклонного искателя с углом призмы 53–54° на рабочую частоту 5 МГц. В процессе подготовки к проведению контроля производят проверку работоспособности дефектоскопа и искателя, которую осуществляют по стандартным образцам № 1–3 (ГОСТ 14782–86).

Настройку дефектоскопа осуществляют по испытательному образцу, в котором просверливают сквозное отверстие диаметром 3 мм для настройки строб-импульса и наносят зарубки (угловые отражатели по ГОСТ 14782–86), имеющие размеры отражающей поверхности 2 х х 2 мм и используемые для настройки чувствительности.

Автоматическая сварка неповоротных стыков порошковой проволокой с принудительным формированием шва

Для автоматической сварки неповоротных стыков трубопроводов порошковой проволокой с принудительным формированием шва создан комплекс "Стык"; он предназначен для сварки труб диаметром

1420 мм. Сварочная установка представляет собой раскрывающуюся скобу, которая охватывает трубу снаружи. По скобе перемещаются сварочные головки, оборудованные медными водоохлаждаемыми формирующими ползунами. Скобы со сварочными головками и защитная палатка подвешены на стреле агрегата питания. Скобу поднимают, опускают, раскрывают и фиксируют на трубе при помощи гидравлических устройств. Комплекс "Стык" предусматривает создание и применение внутреннего центратора на медном подкладном кольце, предназначенном для предотвращения вытекания расплавленного металла в процессе сварки. При организации сварочно-монтажных работ можно использовать несколько методов. Самый простой метод организации работ предусматривает использование одного комплекса по сварке с принудительным формированием шва, когда сварка полностью автоматическая. Для удобства и точности центровки предпочтительно иметь V-образную форму кромок с небольшим притуплением. При сборке торцы труб плотно пристыковываются и фиксируются внутренним центратором. Высоту накладываемого шва выбирают в диапазоне от 6 до 14 мм в зависимости от сварочного тока, зазора между кромками, пространственного положения места сварки, очередности выполняемого слоя. Такую высоту слоев обеспечивает наружный водоохлаждаемый ползун, снабженный выступом или канавкой. Сварка осуществляется двумя головками, перемещающимися от надира стыка (нижняя часть) к зениту (верхняя часть). После центровки стыка при помощи гидроцилиндра на стык опускается скоба, на которой установлены сварочные автоматы. Скобу сжимают и точно устанавливают по стыку. Электросварщик-автоматчик опускает в нижнее положение первый автомат, устанавливает водоохлаждаемый ползун, регулирует подачу проволоки и включает автомат. После выхода первого автомата из нижнего положения устанавливают второй автомат, который заваривает вторую половину стыка. При сварке труб диаметром 1420 мм двумя головками в диапазоне сварочных токов 350–550 А время наложения первого слоя находится в пределах 15–18 мин. Последующие слои шва накладывают в таком же порядке, теми же сварочными головками. При наложении облицовочного слоя шва применяют наружные формирующие ползуны с канавкой для образования усиления шва с наружной стороны трубы. На трубах с толщиной стенки до 18–20 мм выполняют автоматическую сварку в два прохода, на трубах большой толщины – в три и более прохода. Темп соединения труб диаметром 1420 мм с толщиной стенки 17 мм при такой организации сварочно-монтажных работ составляет приблизительно 40–50 мин. Темп автоматической сварки неповоротных стыков трубопроводов может быть повышен путем использования второго комплекта по сварке с принудительным формированием шва или сваркой корня шва ручным методом. В первом случае наложение второго (облицовочного в случае двухпроходной сварки) слоя выполняет второй комплект. При работе двумя комплектами в диапазоне тех же значений сварочного тока темп работ составляет 25–30 мин. Ручная дуговая сварка корня шва после центровки труб внутренним центратором без подкладного кольца может выполняться электродами с фтористо-кальциевым или органическим покрытием как при обычном, так и поточно-групповом и поточно-расчлененом методах орагнизации работ.

При выполнении корня шва электродами с фтористо-кальциевым покрытием двумя или тремя электросварщиками темп соединения труб в нитку, как известно, невысок, и поэтому для сохранения выбранной скорости потока достаточно использовать один или в крайнем случае два комплекта по сварке с принудительным формированием шва.

При применении поточно-расчлененного метода, когда корень шва и "горячий проход" выполняют одновременно восемь электросварщиков электродами с органическим покрытием, темп колонны составляет 12–13 мин. Для обеспечения такого темпа потока целесообразно использовать два или три комплекса установок, перемещающихся от стыка к стыку с опережением предыдущих установок. При этом каждый комплекс установок полностью завершает сварку своего стыка и затем перемещается к следующему стыку, заваренному "горячим проходом". В состав работ входят: подготовка секций труб к сборке и сварке, сборка секций труб в нитку с помощью внутреннего центратора, подогрев стыков; ручная электродуговая сварка первого корневого слоя шва и "горячего прохода", ручная электродуговая сварка заполняющего слоя шва, автоматическая сварка порошковой проволокой облицовочного слоя шва, зачистка шва и контроль качества швов.

Работы, входящие в комплекс по сборке и автоматической сварке секций труб в нитку трубопровода, выполняются комплексной сварочно-монтажной бригадой, состоящей из 4-х специализированных звеньев общей численностью 21 чел. Первое звено предназначено для подготовки концов труб и секций труб для сварки – 2 человека (слесарь-трубоукладчик 3-го разряда и машинист бульдозера 5-го разряда). Выполняемая работа – очистка внутренней поверхности секций труб, механическая зачистка фасок и прилегающих поверхностей, строповка и сопровождение секции к месту сборки в нитку, участие в перемещении вагончика для обогрева и отдыха рабочих, бульдозерист производит планировку рельефа строительной полосы. Второе звено производит сборку труб, сварку корневого слоя шва и "горячего прохода" – 9 человек (слесарь-трубоукладчик 6-го разряда, слесарь-трубоукладчик 4-го разряда, машинист крана-трубоукладчика 6-го разряда, электросварщики – 5 человек; машинисты сварочной установки 4-го разряда – 3 человека. Выполняемая работы: сборка и центровка стыка, подогрев до 100 °С при любой температуре окружающего воздуха, электродуговая сварка корневого слоя шва, зачистка шва шлифовальной машинкой, сварка "горячего прохода" (при необходимости его зачистки), обслуживание и перемещение сварочного агрегата от стыка к стыку. Третье звено ручной дуговой сварки дополнительного прохода электродами с основным видом покрытия – 3 человека (электросварщики 6-го разряда – 2 человека и машинист сварочной установки 4-го разряда). Выполняемая работа: электродуговая сварка заполняющего слоя шва, зачистка слоя шва от шлака шлифовальной машинкой; перемещение сварочных установок от стыка к стыку. Четвертое звено выполняет автоматическую сварку заполняющего и облицовочного слоев шва – 6 человек (операторы комплекса "Стык" 6-го разряда – 4 человека и машинист электростанции 4-го

разряда – 2 человека). Выполняемая работа – автоматическая сварка облицовочного слоя шва; перемещение сварочных установок от стыка к стыку. Для повышения производительности труда бригады рекомендуется включить в состав бригады третий трубоукладчик и удлинить штангу внутреннего центратора до 72 м. Это позволит ликвидировать время технологических простоев звена сборки стыков за счет сокращения времени ожидания на подталкивание и надвижку секции на штангу внутреннего центратора и увеличить число стыков.

Перед сборкой секций труб в нитку необходимо: произвести контроль труб и секций труб (участки с вмятинами более 50 мм и с забоинами на фасках более 5 мм бракуются); в этих местах врезаются "катушки", а обрезанные концы труб должны иметь фаски под углом не менее 10° и не более 35°, притупление должно составлять не более 3 мм); уложить трубу на инвентарные лежки на высоте не менее 600 мм от грунта; очистить внутреннюю полость от грязи, камней, снега и других посторонних предметов; осмотреть свариваемые кромки и при необходимости их выровнять; зачистить шлифовальной машинкой до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 10 мм; установить внутренний центратор так, чтобы второй ряд жимков остался снаружи.

Для сборки стыков необходимо: завести штангу внутреннего центратора в полость прицентровываемой секции; плавно надвинуть секцию на выступающий ряд жимков до соприкосновения с кромкой нитки трубопровода; разжать жимки центратора, затем, перемещая конец стыкуемой секции стрелой трубоукладчика, отрегулировать необходимый зазор по всему периметру. Зазор при сборке определяют в зависимости от типа покрытия и диаметра электродов, применяемых для сварки корневого шва. Он составляет 1,5–2,5 мм для труб с толщиной стенки 10 мм и более при сварке целлюлозными электродами диаметром 4 мм.

Сварку корневого слоя осуществляют в два прохода. Толщина его должна быть не менее 5 мм, толщина облицовочного слоя 7–8 мм. Рекомендуемые значения сварочного тока при сварке электродами с целлюлозным и основным видом покрытия способом "на пуск" приведены в табл. 7.9.

Таблица 7.9. **Значения сварочного тока для трубы размером 1420 х 15,7 мм**

Диаметр электрода, мм	Слой	Сварочный ток (в А) в зависимости от пространственного положения шва		
		нижнее	вертикальное	потолочное
Электроды с целлюлозным видом покрытия				
4	I	120–160	120–160	100–140
	II (горячий проход)	150–180	150–170	140–170
Электроды с основным видом покрытия марки ВСФС-50				
4	II	170–210	160–180	150–180

Перемещать внутренний центратор разрешается только после сварки корневого слоя шва. Внутренняя подварка стыков должна осуществляться в соответствии с ВСН 006–89 только на участках стыка с непроваром протяженностью более 15 мм. Предварительный подогрев стыков при сварке корневого слоя шва электродами с целлюлозным покрытием требуется независимо от температуры окружающего воздуха до 100 °С.

Сварку дополнительного слоя шва осуществляют электродами с основным покрытием марок: ВСФ-65У, Шварц-3К, ЛБ-62Д, Гарант-КС диаметром 4 мм. Рекомендуемые значения сварочного тока при сварке электродами диаметром 4 мм с основным видом покрытия способом "на подъем" в зависимости от пространственного положения шва составляют для нижнего – 170–200 А, для вертикального – 160–180 А, для потолочного – 150–180 А.

Автоматическую сварку порошковой проволокой с принудительным формированием по ручной подварке осуществляют в один слой одновременно двумя головками, перемещающимися по рельсовому пути и управляемыми двумя операторами. Рекомендуемые режимы сварки порошковой проволокой марки ПП-АН24С диаметром 2,4 мм следующие: сила тока 300–400 А, напряжение дуги 26–31 В. При этом следует иметь в виду, что уменьшение напряжения на дуге приводит к появлению несплавлений по кромкам, а увеличение напряжения – к появлению газовых пор. Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности от источников тока с жесткой (полого падающей) вольтамперной характеристикой.

Вылет электродной проволоки диаметром 2,4 мм составляет 20–50 мм. Перед каждым последующим проходом поверхность предыдущего шва тщательно очищают от шлака, брызг и неровностей. После окончания смены запрещается оставлять не сваренные полностью стыки. После окончания сварки стыков надо не допускать попадания в них воды, снега, грязи; при отрицательных температурах воздуха, с целью уменьшения скорости охлаждения стыков, укрывать их сухими теплоизоляционными поясами из асбестовой ткани. Во избежание загрязнения трубопровода необходимо на концах нитки устанавливать заглушки. Основные технико-экономические показатели на сборку и сварку 1 км трубопровода следующие:

Секция	Двухтрубные	Трехтрубные
Затраты труда, чел-дн.	62,15	41,68
Затраты времени машин, маш-см.	20,08	14,4
Производительность бригады, м/см	338	505
Выработка на 1 чел., м	16,09	24
Численность бригады	21	21

Состав бригады для автоматической сварки порошковой проволокой следующий:

Слесарь-трубоукладчик 6-го разряда 1
Слесарь-трубоукладчик 4-го разряда 1
Слесарь-трубоукладчик 3-го разряда 1
Машинист крана-трубоукладчика 6-го разряда 1
Машинист бульдозера 5-го разряда 1

Машинист сварочной установки 5-го разряда 3
Электросварщик 6-го разряда 7
Оператор сварочных автоматов 5-го разряда 4
Машинист сварочной установки "Стык" 5-го разряда 2

Оснащение бригады машинами и вспомогательным инвентарем следующее:

Кран-трубоукладчик ТГ-321 1
Бульдозер Д-687 1
Комплекс оборудования "Стык" 2
Мастерская передвижная несамоходная к комплексу "Стык" 1
Самоходная сварочная установка УСТ-41 1
Самоходная сварочная установка УСТ-21 2
Центратор внутренний, гидравлический ЦВ-144 1
Клещевой полуавтоматический захват КЗ-1421 2
Строп кольцевой СК-201 1
Приспособление для правки концов труб ПВ-141 1
Устройство для подогрева стыков ПС-1424 1
Электрошлифовальная машина Ш1-230 5

Нормокомплект средств малой механизации для автоматической сварки порошковой проволокой приведен в табл. 7.10.

Таблица 7.10. **Нормокомплект средств малой механизации для автоматической сварки порошковой проволокой**

Технологическая оснастка	ГОСТ, марка, рабочие чертежи	Диаметр труб, мм		Срок службы, мес	Разработчик, завод-изготовитель	Назначение и техническая характеристика
		1220	1420			
Захват клещевой автоматический	КЗ-1422 КЗ-1222	– 1	1 2	36 36	Лениногорский завод "Газспецмашремонт"	Монтаж трубопроводов и разгрузка
Машина газовой резки	"Орбита"	1	1	24	Кировоканский завод "Автогенмаш"	Обрезка дефектных концов труб под сварку
Угловая электрошлифовальная машина	"БОШ" Ш1-178	3	4	24	Импорт из ФРГ, Болгарии	Подготовка торцов труб под сварку. Зачистка сварных стыков от шлака
Универсальный шаблон сварщика	УСШ-3	1	1	60	Киевский филиал СКБ "Газстроймашина"	Контроль качества сварки труб на строительстве трубопроводов

Продолжение табл. 7.10

Технологическая оснастка	ГОСТ, марка, рабочие чертежи	Диаметр труб, мм		Срок службы, мм	Разработчик, завод-изготовитель	Назначение и техническая характеристика
		1220	1420			
Центратор внутренний гидравлический	ЦВ-124 ЦВ-144	1	– 1	60 60	Киевский экспериментально-механический завод	Центровка отдельных труб и секций при сборке неповоротных стыков
Приспособление для подогрева стыков труб	ПС-1424	1	1	36	Львовский механический завод	Предварительный подогрев торцов труб перед сваркой
Прибор для контроля температуры	ТП-1	1	1	72	Луцкий приборостроительный завод	Контроль температуры стыков перед сваркой
Электропечь	СШО-3.2	1	1	60	Утенский завод лабораторных печей	Прокладка температуперед сваркой
Электрододержатель	ГОСТ 14651–78	3	5	24	Минмонтажспецстрой	Ручная дуговая сварка
Контакт магнитный	КМ-12	1	2	24	Киевский филиал СКБ "Газстроймашина"	Подключение сварочного кабеля к изделию
Термопенал	ЭОС-0.15	3	5	60	Изготовляется на месте	Перенос и хранение электродов во время работы
Лестница инвентарная приставная	Проект 3257.02.0000 ЦНИИОМТП Госстроя СССР	6	8		То же	Сварка верхней полуокружности трубы. Высота 2,3 м
Лопата стальная		3	3	9		Очистка стыков от грязи и подготовка рабочего места сварщика
Лопата-совок		2	2	9		Очистка полости труб

Продолжение табл. 7.10

Технологическая оснастка	ГОСТ, марка, рабочие чертежи	Диаметр труб, мм		Срок службы, мм	Разработчик, завод-изготовитель	Назначение и техническая характеристика
		1220	1420			
Щиток наголовный	ГОСТ 12.4.035–78	3	5	12		Защита сварщика от искр расплавленного металла и излучения ртути
Очки защитные с безосколочными стеклами		3	4	24		Безопасная работа с зачистным и шлифовальным инструментом
Резиновый коврик		4	6		Изготовляется на месте	Безопасная работа сварщика
Комплект специальной одежды, спецобуви и средств индивидуальной защиты		15	18			

Данные о потребности основных материалов для сварки двух- и трехтрубных секций приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Таблица 7.11. **Потребность в основных материалах при сварке из двухтрубных секций на 1 км трассы**

Материалы	Единица измерения	Количество
Труба размером 1420 х 15,7 мм	м	1006
Электроды для сварки шва высотой 7–8 мм типа Э-42 марок ВСЦ-4, ВСЦ-4А, Фокс Цель диаметром 4 мм	кг	140,8
Порошковая проволока ПП-АН24С диаметром 2,4мм	кг	233,2
Пропан-бутановая смесь для подогрева стыков	кг	75,08
Электроды для ручной подварки с основным видом покрытия: диаметром 4 мм, Гарант, Фокс ЕВ-50, ЛБ-52У	кг	83,6

Таблица 7.12. **Потребность в основных материалах при сварке из трехтрубных секций на 1 км трассы**

Материалы	Единица измерения	Количество
Труба размером 1420 х 15,7 мм	м	1006
Электроды для сварки шва высотой 7–8 мм типа Э-42 марок ВСЦ-4, ВСЦ-4А, Фокс Цель диаметром 4 мм	кг	92,8
Электроды для ручной сварки электродами с основным видом покрытия диаметром 4 мм марок Гарант, Фокс ЕВ-50, ЛБ-52У	кг	55,1
Порошковая проволока марки ПП-АН24С диаметром 2,4 мм	кг	153,7
Пропан-бутановая смесь для подогрева стыков	кг	75,078

Индукционная пайка стыков

Индукционную пайку применяют для соединения неповоротных стыков трубопроводов диаметром до 219 мм включительно. Комплект оборудования для пайки включает устройство для механической обработки торца труб, устройство для сборки и пайки, индукционную установку. Процесс пайки включает следующие операции: очистку концов труб; обработку (механическую) торцов труб; угол скоса разделки труб должен составлять 20–30°; внесение припоя в стык; стыковку и центровку труб; установку нагревательного устройства и нагрев. По периметру трубы зазор между индукатором и трубой должен быть равномерным. На стыке создается давление сжатия, равное 0,1–0,2 МПа. Процесс пайки включает индукционный нагрев до температуры 1200 °С, выдержку при этой температуре и охлаждение стыка до температуры 400–500 °С.

Температурные режимы в зависимости от диаметра и толщины труб приводятся в табл. 7.13.

Таблица 7.13. **Температурные режимы при пайке труб**

Номер режима	Диаметр труб, мм	Толщина стенки труб, мм	Время нагрева, с	Мощность при нагреве, кВт	Время охлаждения до 400 °С, с	
					с принудительным	без принудительного
1	57	5	55±5	30	40	120
2	89	5	50±5	40	40	120
3	168	8	90±10	80	60	240
4	168	10–12	100±10	80	60	280
5	219	8	120±10	80	60	260
6	219	10–12	160±10	80	60	280

Выдержка при температуре пайки равна 20 с.

Снятие центратора со стыка и его перемещение к следующему стыку производится после достижения в стыке при охлаждении температуры 400–500 °С. Для пайки применяется припой П-87 на железомарганцевой основе с температурой плавления 1140 °С, флюс № 201, порошок полиэтилена низкого давления.

Припой должен иметь следующий химический состав (в %):

Mn	Ni	Cu	Si	B	C	Fe	S	P
31–32,5	12–12,5	11,5–13	2,4–3	0,05–0,1	0,3–0,4	Остальное	0,02	0,02

Весовые соотношения компонентов припоя следующие: порошок П-87 – 92 %, флюс № 201 – 1 %, порошок полиэтиленовый – 7 %.

Контроль качества сборочно-сварочных работ. В контроль качества сборочно-сварочных работ входит проверка права допуска сварщиков к выполнению сварочных работ; проверка качества применяемых материалов; систематический операционный контроль, осуществляемый в процессе сборки и сварки трубопроводов; контроль сварочных соединений физическими методами. В контроль качества материалов входит проверка применяемых труб и электродов и сварочной проволоки и соответствие их требованиям проекта и технических условий на поставку. Использовать трубы и сварочные материалы без сертификатов и паспортов запрещается. При проверке сварочных материалов производится выборочный контроль состояния их внешней поверхности и сварочно-технологических свойств. Сварные соединения, кроме визуального и инструментального контроля качества, подвергают контролю радиографическим и магнитографическим методами. Количество необходимого оборудования и звеньев контроля зависит от темпа и объема сварочно-монтажных работ, подлежащих контролю.

Оценка качества сварных соединений производится в соответствии с требованиями СНиП Ш-42–80 и Инструкцией ВСН-012–89. Обнаруженные в процессе контроля дефекты сварных соединений подлежат исправлению ручной дуговой сваркой в соответствии с требованиями Инструкции ВСН-012–89. Качество труб и качество сборочно-сварочных работ выполняется согласно схемам операционного контроля качества.

ГЛАВА 8. ИЗОЛЯЦИЯ И УКЛАДКА ТРУБОПРОВОДА

Технология изоляционных работ в трассовых условиях включает подготовку изоляционных материалов; сушку или подогрев изолируемой поверхности; очистку; нанесение грунтовки и (или) покрытия; контроль качества покрытия.

Изоляционные покрытия должны наноситься, как правило, механизированным способом, обеспечивающим проектную толщину изоляционного слоя и его сплошность. Очистку и нанесение грунтовки на трубопроводы следует производить в зависимости от диаметра трубы самоходными очистными машинами типа ИМ для битумных покрытий или комбайнами типа ОМП для ленточных покрытий. Нанесение изо-

ляционного покрытия на влажную поверхность труб во время дождя, тумана, снега и сильного ветра не разрешается.

Изоляционные материалы

Битумно-резиновые мастики должны удовлетворять требованиям ГОСТ 15836–79.

Битумные грунтовки изготавливаются из битума, растворенного в бензине в соотношении 1:3 по объему или 1:2 по массе. В зависимости от сезона нанесения и в соответствии с ГОСТ 9.015–74 в состав битумных грунтовок входят: битумная грунтовка для летнего времени (битум БН-V по ГОСТ 6617–76 или битум БНИ-V по ГОСТ 9812–74); бензин неэтилированный авиационный Б-70 по ГОСТ 1012–72 или автомобильные бензины А-72 и А-76. Битумная грунтовка для зимнего времени: битум БН-IV по ГОСТ 6617–76 или битум БНИ-IV по ГОСТ 9812–74; бензин неэтилированный авиационный Б-70 по ГОСТ 1012–72.

Армирующим материалом при битумной изоляции трубопроводов является стекловолокнистый холст марок ВВ-К и ВВ-Г.

Полимерные липкие ленты отечественного производства (ГОСТ 9.015–74) изготавливаются из полимерных пленок путем покрытия их с одной стороны подклеивающим слоем.

Основные характеристики отечественных и импортных изоляционных материалов даны в табл. 8.1–8.3, а нормы расхода этих материалов даны в табл. 8.4–8.10. Площади поверхности 1 км трубопроводов разных диаметров даны в табл. 8.11.

Подготовка поверхности трубопроводов

Поверхность трубопровода перед нанесением изоляционного покрытия очищают от ржавчины, земли, пыли, снега, наледи, копоти, масла, окалины и других загрязнений, а при необходимости обезжиривают, высушивают и подогревают. Очищенная поверхность должна оставаться шероховатой и обеспечивать достаточное сцепление защитного покрытия с трубой. При изоляции полимерными лентами изолируемая поверхность трубопровода не должна иметь острых выступов, заусенцев, задиров, прилипших капель металла, шлака и т.п., которые должны быть срублены, спилены или зачищены машинами, применяемыми для зачистки фасок при производстве монтажных работ. Очистку трубопроводов производят самоходными очистными машинами типа ОМ (ОМЛ), сушку и подогрев сушильными установками. Для одновременной очистки и изоляции трубопроводов можно применять комбинированные машины типов ОМ-1221П и ОМ-1423П для трубопроводов диаметрами 1020, 1220 и 1420 мм. Можно применять также импортные машины, обеспечивающие необходимую степень очистки в соответствии с табл. 8.12.

Таблица 8.1. Основные характеристики отечественных изоляционных лент и оберток

Материал	Технические условия	Основа	Клеевой слой	Толщина, мм	Масса 1 м^2, кг
Изоляционные ленты					
Поливинилхлоридные:					
ПВХ-БК	ТУ 102-166–84	ПВХ	БК композиция	0,4 ± 0,05	0,51
ПВХ-Л	ТУ 102-320–86	ПВХ	ПВХ композиция	0,4 ± 0,05	0,5
ПИЛ	ТУ 619-103–85	ПВХ	То же	0,4 ± 0,05	0,5
ПВХ-СК	ТУ 102-340–88	ПВХ	–"–	0,45 ± 0,05	0,5
Полиэтиленовая ЛДП	ТУ 102-340–88	ПЭ	Бутил-каучук	0,6 ± 0,15	0,75
Термостойкие:					
ЛЭТСАР-ЛПТ	ТУ 38-103–418	Полимерная пленка	Силоксановые резины	1,2 ± 0,2	1,3
ЛЭТСАР-Т	ТУ 38-403-519–85	Стеклоткань	То же	0,7 ± 0,1	0,85
Полиэтиленовая Рамполен 205–20 радиационно-модифицированная	ТУ-6-19-051-522–84	ПЭ радиационно-модифицированный	БК композиция	0,6 ± 0,5	0,7
Обертки					
ПЭКОМ	ТУ 102-320–86	ПЭ композиция	–	0,6 ± 0,05	0,53
ПЭКОМ-М	То же	То же	–	0,6 ± 0,05	0,53
ПДБ	ТУ 21-27-49–76	–"–	–	0,55 ± 0,05	0,58
Лента ПВХ	ТУ 6-19-240–84	ПВХ	–	0,42 ± 0,05	0,5

Таблица 8.2. **Основные характеристики импортных изоляционных лент, липких оберток и клеевых грунтовок**

Тип материала и страна-изготовитель	Толщина, мм			Удлинение при разрыве, %	Масса 1 м², кг	Клеевая грунтовка (праймер)	Расход грунтовки при 20 °С, кг/м²
	общая	основы	адгезива				
Изоляционные ленты							
Поликен 980–25 (США)	0,635	0,33	0,305	235	0,664	Поликен 9196	0,08
Тек-Рап 240–25 (США)	0,635	0,33	0,305	400	0,735	Тек-Рап 200	0,104
Нитто-53–635 (Япония)	0,635	0,38	0,255	570	0,692	Нитто В–300 Рапко	0,085
Фурукава Рапко НМ-2	0,64	0,34	0,3	500	0,648	Коат № 6	0,07
Альтене 100-25 (Италия)	0,635	0,33	0,305	235	0,664	Альтене Р-19	0,08
Пластизол 635 (СФРЮ)	0,63	0,33	0,33	500	0,655	Примол-40	0,14
Обертки							
Поликен 955–25 (США)	0,635	0,508	0,127	100	0,653	–	–
Тек-Рап 260–25 (США)	0,635	0,5	0,135	200	0,68		
Нитто 56 РА-4 (Япония)	0,635	0,535	0,1	400	0,67		
Фурукава Рапко РВ–2 (Япония)	0,640	0,5	0,14	580	0,633		
Альтене 205-25 (Италия)	0,635	0,508	0,127	100	0,653		
Пластизол 6010 (СФРЮ)	0,635	0,5	0,135	380	0,655		

Примечание. 1. Допустимые отклонения по толщине изоляционных лент и оберток составляют от –5 до +10 %. 2. Максимальная температура эксплуатации и гарантийный срок службы при этой температуре определены по условиям контрактов с фирмами-поставщиками.

Таблица 8.3. **Лакокрасочные покрытия для защиты от коррозии надземных участков трубопроводов**

Материалы	Растворитель	Рабочие вязкости по ВЗ-4 при 18–20°С, с		Ориентировочный расход материалов на 1 слой, г/м²	Время сушки при температуре 18–20 °С, ч
		для краскораспылителя	для нанесения кистью		
Грунтовки					
Грунт ФЛ–03к ГОСТ 9109–81	Сольвент каменноугольный, ГОСТ 1928–79	20–22	40–60	100–150	24
Грунт ХС–010 ГОСТ 9355–81	Растворитель Р-4, ГОСТ 7827–74	17–19	40–60	100–150	20
Грунт ВЛ–08 (фосфатирующий) ВТУ УХП 107–59	Разбавитель – водоспиртовой раствор ортофосфорной кислоты состава: H_3PO_4 – 15 %, H_2O – 12 %, C_2H_5OH – 73 %	20–22	40–60	100–150	Не менее 72
Грунт-шпаклевка Э-4020 ВТУ КУ-496-57	Растворитель Р-40 ВТУ УХП 86–59	20–22	40–60	100–150	Не менее 72
Грунт-шпаклевка ЭН–00–10	Растворитель Р-40 ВТУ УХП 86–59	20–22	40–60	100–150	Не менее 72
Эмали и лаки					
Перхлорвиниловая эмаль ХВ-125, ГОСТ 10144–74	Р–4, ГОСТ 7827–74	17–19	40–60	150–200	2
Перхлорвиниловая эмаль ХВ-124 серая ГОСТ 10144–74	Р–4, ГОСТ 7827–74	17–19	40–60	150–200	2
Перхлорвиниловый лак ХСЛ ГОСТ 7313–75	Р–4, ГОСТ 7827–74	17–19	40–60	150–200	Не менее 72
Пентафталевый лак 170 ТУ МХП 1308–45	Сольвент каменноугольный, ГОСТ 1928–79	17–19	40–60	150–200	24

Примечание. При окраске труб эмалями и лаками в них добавляют 10–15 % алюминиевой пудры ПАК-3 или ПАК-4. Метод нанесения лакокрасочных покрытий – краскораспылителем или кистью.

Таблица 8.4. **Расход основных материалов на изоляцию 1 км трубопровода с применением битумно-резиновой мастики**

Материал	Единица измерения	Диаметр трубопровода, мм					
		Нормальная изоляция			Усиленная изоляция		
		529	720	820	529	720	820
Битумная грунтовка	т	0,332	0,452	0,515	0,332	0,452	0,515
Битумно-резиновая мастика	т	8,88	12,06	13,72	12,46	16,91	19,24
Стеклохолст	$м^2$	1889	2560	2912	1903	2575	2926
Обертка: бризол, бикарул, оберточная бумага (однослойная и двухслойная)	$м^2$	1838	2500	2848	3686	5011	5706

Таблица 8.5. **Расход материалов на сплошную футеровку трубопровода**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Проволока 045 ГОСТ 3282–74		Деревянные рейки ТУ 102-14–73	
	Длина, м	Масса, кг	Объем, $м^3$	Масса, кг
530	5,2	0,8	0,042	25,2
720	6,7	1,03	0,056	33,6
820	7,5	1,16	0,064	38,4
1020	9	1,39	0,105	63
1220	10,6	1,64	0,126	75,6
1420	12,4	1,91	0,143	85,8

Таблица 8.6. **Расход отечественных клеевых грунтовок на 1 км трубопровода, т**

Диаметр трубопровода, мм	ГТ-760, ГТ-832	ВИКСИНТ У-4-21
325	0,208	0,449
426	0,273	0,589
529	0,338	0,731
720	0,460	0,995
820	0,524	1,133
1020	0,652	1,410
1220	0,780	1,686
1420	0,908	1,962

Примечания. Удельный расход клеевых грунтовок ГТ-760 и ГТ-832 НИК по техническим условиям может колебаться от 0,12 до 0,25 $л/м^2$ и в расчете принята средняя величина 0,185 $л/м^2$.

Удельный расход клеевой грунтовки ВИКСИНТ – 0,4 $л/м^2$. Коэффициент неучтенных потерь $K = 1,1$.

Таблица 8.7. **Расход основных материалов на изоляцию 1 км трубопровода диаметром 529–1420 мм импортными полимерными лентами**

Материал	Единица измерения	Однослойная изоляция						Двухслойная изоляция					
		529	720	820	1020	1220	1420	529	720	820	1020	1220	1420
Грунтовка клеевая	т	0,199	0,271	0,309	0,384	0,460	0,535	0,199	0,271	0,309	0,384	0,460	0,535
Изоляционные ленты усредненно[1], при толщине общей 0,5–0,51 мм	$м^2$	1953	2659	3028	3767	4507	5245	4317	2876	6692	8325	9957	11589
	кг	1074	1462	1665	2072	2479	2885	2374	3232	3681	4579	5476	6374
"Поликен 980-25", толщиной общей 0,625 мм	$м^2$	1953	2659	3028	3767	4507	5245	4317	2876	6692	8325	9957	11589
	кг	1343	1828	2081	2590	3099	3606	2968	4040	4601	5724	6845	7968
Обертки: усредненно[1], при толщине 0,5 мм	$м^2$	1953	2659	3028	3767	4507	5245	4317	2876	6692	8325	9957	11589
	кг	1074	1462	1665	2072	2479	2885	2374	3232	3681	4579	5476	6374
при толщине 0,625 мм	$м^2$	1953	2659	3028	3767	4507	5245	4317	2876	6692	8325	9957	11589
	кг	1343	1828	2081	2590	3099	3606	2968	4040	4601	5724	6845	7968

[1] Разница в массе за счет изменения плотности по маркам не превышает 3–5 %.

Таблица 8.8. **Нормы расхода импортных адгезионных праймеров (клеевых грунтовок) на 1 км трубопровода, т**

Диаметр трубопровода, мм	Поликен-980	Нитто В-300	Фурукава Рапко-19	Альтене Р-19	Примол-40
1020	0,282	0,317	0,317	0,282	0,353
1220	0,337	0,38	0,38	0,337	0,422
1420	0,393	0,442	0,442	0,393	0,491

Таблица 8.9. **Нормы расхода отечественных изоляционных лент и оберток на 1 км трубопровода**

Диаметр трубопровода, мм	ПВХ-БК		ПВХ-Л, ПВХ-СК, ПИЛ		ЛДП		ЛЭТСАР-ЛПТ				ЛЭТСАР-ЛПТ		ПЭКОМ	ПЭКОМ-М
							марка А		марка Б		марка Г			
	1 слой	2 слоя	1 слой	2 слоя	1 слой	2 слоя	1 слой	2 слоя	1 слой	2 слоя	1 слой	2 слоя	1 слой	2 слоя
325	–	1,756	–	1,722	1,005	2,583	1,936	4,975	1,192	3,062	1,266	3,253	9,71	1,825
426	–	2,302	–	2,257	1,318	3,386	2,538	6,562	4,013	1,659	4,264	0,264	0,931	2,393
529	–	2,225	–	2,182	1,477	3,273	2,844	6,303	1,750	3,879	1,860	4,121	1,044	2,313
720	–	3,029	–	2,97	2,01	4,454	3,871	8,579	2,382	5,279	2,531	5,609	1,420	3,148
820	–	3,45	–	3,383	2,289	5,073	4,409	9,771	2,713	6,013	2,883	6,388	1,618	3,585
1020	–	4,291	–	4,207	2,847	6,31	5,484	12,153	3,375	7,479	3,586	7,946	2,012	4,459
1220	–	5,132	–	5,032	3,406	7,548	6,559	14,536	4,036	8,945	4,289	9,505	2,407	5,334
1420	–	–	–	–	3,964	8,785	7,634	16,919	4,698	10,412	4,992	11,063	2,801	6,208

Примечание. Нормы расхода установлены с учетом того, что нахлест при однослойной изоляции – 0,04 м; при двухслойной – 50 % ширины плюс 0,04 м; коэффициент неучтенных потерь $K = 1{,}08$ для всех материалов; для ЛЭТСАР-ЛПТ $K = 1{,}2$; ширина рулона для диаметров 529 мм и выше принята 0,45 м; для меньших диаметров – 0,225 м.

Таблица 8.10. **Расход материалов при изоляции катушек, захлестов и углов поворота трубопроводов в траншее ручным способом (норма на 1000 м^2 трубы)**

Материалы	Единица измерения	Нормальная изоляция	Усиленная изоляция
Бензин	т	0,143	0,143
Битум	т	0,057	0,057
Битумно-резиновая мастика	т	5,9	8,4
Оберточная бумага	м^2	1074	1074
Бризол	м^2	1102	1102
Полимерная липкая лента	м^2	1087	2174

Таблица 8.11. **Площадь поверхности S 1 км трубопровода в зависимости от его наружного диаметра $D_н$**

$D_н$, мм	S, м^2	$D_н$, мм	S, м^2
325	1020	820	2575
377	1184	920	2889
426	1338	1020	3203
529	1661	1220	3831
720	1978	1420	4459
720	2261		

Таблица 8.12. **Степень очистки поверхности трубы**

Вид покрытия	Степень очистки поверхности	Характеристика очищенной поверхности
Стеклоэмалевые и металлические	1	При осмотре с шестикратным увеличением окалина и ржавчина не обнаруживается
Лакокрасочные на основе синтетических смол	2	При осмотре невооруженным глазом окалина и ржавчина не обнаруживаются
Лакокрасочные на основе природных смол	3	Не более чем на 5 % поверхности трубы имеются пятна окалины, точки ржавчины. При перемещении прозрачной пластины размером 25 х 25 мм на любом участке поверхности трубы окалиной и ржавчиной занято не более 10 % площади пластины
Битумно-мастичные, пластобитные и антикоррозионные смазки	4	Не более чем на 10 % поверхности трубы имеются пятна или полосы окалины и ржавчины. При перемещении по поверхности прозрачной пластины размером 25 х 25 мм на любом из участков окалиной и ржавчиной занято не более 30 % площади пластины

Огрунтование поверхности

Очищенную поверхность трубопровода следует сразу же огрунтовать. Грунтовку перед нанесением следует тщательно перемешать; она не должна содержать сгустков и посторонних включений. Температура грунтовок при нанесении должна быть в пределах от 10 до 30 °С, поэтому при температуре ниже 10 °С грунтовку следует выдержать не менее 48 ч в помещении с температурой не ниже 15 °С (но не выше 45 °С) или подогреть на водяной или масляной бане с температурой не выше 50 °С. В районах с жарким климатом допускается температура грунтовки выше 30 °С (до температуры окружающего воздуха).

Слой грунтовки должен быть сплошным, ровным и не иметь сгустков, подтеков и пузырей.

Изоляция битумными покрытиями

Для нанесения битумно-резиновой изоляции в трассовых условиях применяется самоходная изоляционная машина типа ИМ. При нанесении битумно-резиновой изоляции особое внимание следует обращать на обеспечение достаточной и равномерной толщины слоя мастики по всему периметру трубопровода и особенно на его нижней части. Необходимая толщина слоя изоляции в нижней части трубопровода кроме соблюдения температурных режимов, нанесения мастики в значительной степени зависит от бесперебойной подачи мастики в нижнюю часть основной и дополнительной обечаек машины. Битумные мастики наносят на трубопровод с учетом температуры окружающего воздуха (табл. 8.13).

Таблица 8.13. **Температура наносимой на трубопровод битумной мастики $t_м$ в зависимости от температуры воздуха $t_в$**

$t_в$, °С	$t_м$, °С	$t_в$, °С	$t_м$, °С
30–29	145–150	(–10) – (–15)	170–175
20–10	150–155	(–15) – (–20)	175–180
10–0	155–160	(–20) – (–25)	180–185
0– (–5)	160–165	(–25) – (–30)	185–190
(–5) – (–10)	165–170		

Битумные мастики изготовляют в заводских условиях; в трассовых условиях их разогревают в котлах до температуры не выше 200 °С, постоянно перемешивая. Изготовление битумных мастик в полевых условиях допускается в виде исключения. До начала изоляционно-укладочных работ, выполняемых, как правило, совмещенным методом, плеть или сплошная нитка трубопровода должна быть уложена на расстоянии примерно 1,5 м от бровки траншеи, к очистной машине доставлена грунтовка и залита в праймерный бак, а к изоляционной машине битумозаправщиком – битумная мастика и залита в ванну машины, шпули которой должны быть заправлены рулонами армирующего

материала и защитной обертки. После опробования очистной машины (пробный прогон на 2–3 м) и изоляционной (включение насосов, прогрев обечайки в течение 2–3 мин, проверка циркуляции мастики, пробный проход на 2–3 м) изоляционно-укладочная колонна приступает к работе по одновременной очистке, грунтовке, изоляции и укладке изолированного трубопровода в траншею. Изоляцию производят по высохшей грунтовке (разрешено изолировать по грунтовке, которая дает отлип, но не смазывается); постоянно контролируют температуру мастики в ванне и количество мастики в обечайке, проверяют качество наносимого слоя битумной мастики по всему периметру трубы; постоянно контролируют качество армирования мастичного слоя, отмечая места, требующие ремонта. При длительных перерывах в работе ванну изоляционной машины освобождают, мастику сливают, талрепы фартука обечайки отстегивают с правой стороны машины и обечайку и ее фартук тщательно очищают от остатков мастики. Для защиты от загрязнения пустую ванну затягивают брезентом. Бригадир наблюдает за состоянием дна и откосов траншеи, положением трубопровода в пространстве траншеи, изгибом трубопровода и правильностью укладки его на дно траншеи. На время длительных перерывов и в конце смены краны-трубоукладчики сдвигают до 1–2 м друг к другу с одновременным опусканием трубопровода до 0,5–0,6 м над уровнем бермы траншеи.

Технико-экономические показатели изоляционно-укладочных работ битумно-резиновой мастикой приведены в табл. 8.14. Оснащенность колонн и бригад приведены в табл. 8.15, 8.16, 8.17, 8.18.

Таблица 8.14. **Технико-экономические показатели**

Показатели	Диаметр трубопровода, мм					
	529		720		820	
	Н	У	Н	У	Н	У
Производительность изоляционно-укладочной колонны в смену, м	568	506	487	455	455	415
Трудоемкость на весь комплекс изоляционно-укладочных работ на 1 км, чел-дн	12	13,5	14	15	16,5	17,9
Затраты колонно-смен на 1 км	1,01	1,1	1,14	1,19	1,2	1,28
Затраты машино-смен на 1 км	8,1	8,8	9,1	9,5	10,8	11,5
Выработка на 1 рабочего в смену, м	51,8	47,0	40,6	38,0	38,0	34,7
Численность бригады	11	11	12	12	12	12

Примечание. Н и У – нормальная и усиленная изоляции.

Таблица 8.15. **Оснащение основными машинами изоляционно-укладочной колонны**

Марка, тип машин	Число машин при диаметре трубопровода, мм						Операции технологического процесса
	529	720	820	1020	1220	1420	
Трубоукладчики:							
Т-1224В	3–4						Сопровождение очистной и изоляционной машины; опуск трубопровода в траншею
Т-161		4–5	4–5	4–5			
ТГ-321, ТГ-201					5–6		
К-594, Д-355						6–8	
Очистные машины:							Очистка, праймирование трубопровода
ОМ-521	1						
ОМЛ-4		1	1				
ОМ-12				1			
ОМ-121					1		
ОМ-1422						1	
Изоляционные машины:							Нанесение изоляционного покрытия
ИМ-521	1						
ИМ-17		1	1				
ИМ-121 (ИЛ-1422)				1	1		
ИЛ-1421 (ИМ-1422)						1	
Троллейные подвески:							Поддерживание трубопровода в процессе движения колонны
Т-12А	3–4						
Т-Б20А		4–5	4–5				
Т-35				4–5			
Т-50А (ТП-1220с)					5–6		
ТП-1422 (ТП-1423)						6–8	
Грунтосмеситель ГС	1	1	1	1	1	1	Приготовление грунтовки
Сушильные установки:							Осушка и подогрев трубопровода
СТ-521	1						
СТ-1023		1	1	1			
СТ-1222					1		
СТ-1422						1	
Бульдозер Д-493; Д-687А	1	1	1	1	1	1	Планировка монтажной зоны

Таблица 8.16. **Состав бригады изоляционно-укладочных работ**

Профессия	Разряд	Число работающих при диаметре трубопровода, мм					
		529	720	820	1020	1220	1420
Машинист крана-трубоукладчика	6	3–4	4–5	4–5	4–5	5–6	6–8
Машинист очистной машины	6	–	1	1	1	1	1
	5	1	–	–	–	–	–
Помощник машиниста очистной машины	5	–	1	1	1	1	1
	4	1	–	–	–	–	–
Машинист изоляционной машины	6	1	1	1	1	1	1
Помощник машиниста изоляционной машины	5	1	1	1	2	2	2
Изолировщик	5	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1
Трубоукладчик	6	–	1	1	1	1	1
	5	1	–	–	–	–	–
Машинист бульдозера	6	1	1	1	1	1	1

Примечание. В состав колонны не входит бригада по приготовлению битума и грунтовки.

Таблица 8.17. **Состав бригады по подготовке битумно-резиновой мастики**

Профессия	Разряд	Число работающих, для диаметра трубопровода, мм			
		529	720	820–1020	1220–1420
Машинист установки битумо-плавильных котлов	6	2	2	2	2
Машинист электростанции	5	1	1	1	1
Изолировщик	3	1	1	1	2
	2	3	3	3	4
Шофер	2–3 класса	6	7	7	9

Таблица 8.18. **Оснащение бригады по подготовке битумно-резиновой мастики**

Машины и оборудование	Число машин, для диаметра трубопровода, мм			Операция, технологический процесс
	529	720	820–1020	
Установка битумно-плавильных котлов УБК-81	2	2	2	Плавление битума и смешивание его с резиновой крошкой

Продолжение табл. 8.18.

Машины и оборудование	Число машин, для диаметра трубопровода, мм			Операция, технологический процесс
	529	720	820–1020	
Транспортер ТЛ-61	1	1	1	Подача битума в котел
Автомобиль-самосвал КрАЗ-256Б	2	3	3	Подвоз битума
Передвижная электростанция ДЭС-50	1	1	1	Электропитание УБК
Станок СРК	1	1	1	Рыхление резиновой крошки
Кран автомобильный АК-75В	1	1	1	Погрузка битума
Битумозаправщик БВ-43 (БВ-41), (БВ-2А), (БВ-44)	3	3	3	Перевозка битумно-резиновой мастики

Изоляция полимерными лентами

Перед началом работ очистные и изоляционные машины необходимо тщательно осмотреть, проверить укомплектованность рабочим инструментом, а затем опробовать на холостом ходу. Изоляционная машина обязательно должна быть заземлена, а также оборудована устройством для снятия статического электричества с поверхности ленты. Изоляционные ленты следует наносить на трубопровод по свеженанесенной, невысохшей грунтовке, при температуре окружающего воздуха не ниже –40 °С. При температуре окружающего воздуха ниже 10 °С рулоны ленты и обертки перед нанесением необходимо выдерживать не менее 48 ч в теплом помещении при температуре не ниже 15 °С (но не выше 45 °С). При температуре окружающего воздуха ниже 3 °С поверхность изолируемого трубопровода необходимо подогревать до температуры не ниже 15 °С (но не выше 50 °С). Изоляционные и оберточные ленты наносят без перекосов, морщин, отвисаний со следующим нахлестом: для однослойного покрытия – не менее 3 см; для двухслойного покрытия – на 50 % ширины ленты плюс 3 см. Нанесение лент с гофрами недопустимо.

Важным условием, обеспечивающим плотное прилегание ленты по всей защищаемой поверхности и создающим герметичность в нахлесте, является постоянное натяжение ленты с усилиями, приведенными в табл. 8.19. Угол наклона шпуль регулируют, усилие натяжения измеряют динамометром.

Таблица 8.19. **Оптимальное натяжение при нанесении лент**

Температура воздуха, °С	Натяжение, Н/см ширины
40	10–15
20	15–20
–30	20–30

При установке на шпулю машины нового рулона ленты конец нанесенного полотнища нужно приподнять на 10–15 см и под него подложить начало разматываемого рулона. Эти концы разглаживают на изолируемой поверхности и затем прижимают рукой до нахлеста их последующим витком ленты. При изоляции трубопроводов импортными лентами у сварных швов допускается, как исключение, наличие узкой (1–1,5) полосы с неплотным прилеганием изоляционной ленты; неплотности при засыпке трубопровода должны исчезнуть. Изоляционную машину перед нанесением лент необходимо тщательно отрегулировать по диаметру изолируемого трубопровода и ширине нахлеста. Регулярно следует проверять натяжение ленты и состояние ходовых колес, при необходимости производить их регулировку. Поверхность трубопровода необходимо предохранять от попадания на нее смазочного масла из трансмиссии и воды из системы охлаждения очистной и изоляционной машин. Ежедневно после окончания работы систему подачи грунтовки на трубопровод следует промывать циклогексаном или бензином Б-70. При наличии самоходных машин типа ОМ-1423П для одновременной очистки и изоляции трубопровода из колонны исключают по одной очистной машине. Трубоукладчик ТГ-161 можно рекомендовать взамен трубоукладчика Т-1224В.

Состав бригады для изоляции полимерными лентами и ее оснащенность техникой приведены в табл. 8.20, 8.21.

Технико-экономические показатели изоляционно-укладочных работ липкими полимерными лентами приведены в табл. 8.22, 8.23.

Таблица 8.20. **Состав бригады для изоляции полимерными лентами**

Профессия	Разряд (класс)	Число рабочих при диаметре трубопровода (в мм) и темпе работ, км/дн				
		До 529 включительно	720–820	1020	1220	1420
		2,5	2,3	2,1	2	1,8
Машинист крана-трубоукладчика	6	4	4–5	4–5	5–6	7–8
Машинист очистной машины	6	–	1	1	1	1
	5	1	–	–	–	–
Помощник машиниста очистной машины	6	–	1	1	1	1
	5	1	–	–	–	–

Продолжение табл. 8.20

Профессия	Разряд (класс)	Число рабочих при диаметре трубопровода (в мм) и темпе работ, км/дн				
		До 529 включительно	720–820	1020	1220	1420
		2,5	2,3	2,1	2	1,8
Машинист изоляционной машины	6	–	–	1	1	1
	5	1	1	–	–	–
Помощник машиниста изоляционной машины	5	1	1	1	1	1
Изолировщик	5	1	1	1	1	1
Изолировщик	4	1	2	2	2	2
Изолировщик	2	1	2	2	2	2
Трубоукладчик	6	–	1	1	1	1
Машинист бульдозера и экскаватора	6	3	3	3	3	3
Шофер	3 класса	3	3	3	3	3
Механик		1	1	1	1	1
Лаборант		1	1	1	1	1

Таблица 8.21. **Комплект машин и оснастки для изоляции полимерными лентами**

Операции технологического процесса	Машины и механизмы	Число машин и механизмов при диаметре трубопровода (в мм) и темпе работ (в км/дн)				
		До 529 включительно	720–820	1020	1220	1420
Сопровождение очистной и изоляционной машин, спуск трубопровода в траншею	Трубоукладчики:					
	Т-1224В	4	–	–	–	–
	ТГ-321	–	–	2	2–3	–
	ТГ-161 (ТГ-201)	–	4–5	2–3	3	–
	К-594, Д-355с	–	–	–	–	7–8

Продолжение табл. 8.21

Операции технологического процесса	Машины и механизмы	Число машин и маханизмов при диаметре трубопровода (в мм) и темпе работ (в км/дн)				
		До 529 включительно	720–820	1020	1220	1420
Поддержание трубопровода в процессе движения колонны	Троллейные подвески:					
	Т-12А	4	–	–	–	–
	ТБ-20А	–	4–5	–	–	–
	Т-35	–	–	4–5	–	–
	Т-50А (ТП-1220С)	–	–	–	5–6	–
	ТП-1423 (ТП-1424)	–	–	–	–	7–8
Очистка трубопровода, а также его праймирование	Очистка машины:					
	ОМ-521	2	–	–	–	–
	ОМЛ-4	–	2	–	–	–
	ОМ-121	–	–	2	2	–
	ОМ-1422	–	–	–	–	2
Нанесение ленточных покрытий	Изоляционные машины:					
	ИЛ-521	1	–	–	–	–
	ИЛ-821	–	1	–	–	–
	ИЛ-1422	–	–	1	1	1
Приготовление грунтовки	Грунтосмеситель ГС-241	1	1	–	–	–
Осушка и подогрев трубопровода	Сушильные установки:					
	СТ-532	1	–	–	–	–
	СТ-822	–	1	–	–	–
	СТ-1024	–	–	1	–	–
	СТ-1224	–	–	–	1	–
	СТ-1424	–	–	–	–	1
Якорение машин, вспомогательные работы	Бульдозер ДЗ-54С	1	1	1	1	1
Хранение изоляционных материалов	Передвижной вагон-склад для изоляционных материалов	1	1	1	1	1

Продолжение табл. 8.21

Операции технологического процесса	Машины и механизмы	Число машин и механизмов при диаметре трубопровода (в мм) и темпе работ (в км/дн)				
		До 529 включительно	720—820	1020	1220	1420
Подчистка дна траншеи, подсыпка дна траншеи мягким грунтом	Экскаватор с грейфером Э-652А	2	2	2	2	2
Контроль качества изоляционных материалов и покрытий	Передвижная лаборатория ЛИП-1	1	1	1	1	1
Хранение горючего	Передвижная емкость на 3500 л	1	1	1	1	1
Хранение материалов и отдых рабочих	Передвижной вагон-домик КУНГ-2М	1	1	1	1	1
Доставка людей и транспортировка материалов	Автомашина ЗИЛ-131 (ГАЗ-66)	2	2	2	2	2

Производство укладочных работ

Трубопровод в зависимости от принятой технологии и способа производства работ укладывают в проектное положение следующими методами:

опусканием трубопровода с одновременной его изоляцией механизированным методом (совмещенный способ производства изоляционно-укладочных работ);

опускание с бермы траншеи ранее заизолированного участка трубопровода (раздельный способ производства изоляционно-укладочных работ);

продольным протаскиванием ранее подготовленных плетей вдоль траншеи (или в горизонтальную скважину).

Предназначенная для прохода механизированной колонны полоса движения не должна иметь поперечного уклона в сторону траншеи. Механизированная колонна укомплектовывается бульдозером, назначение которого убирать неровности на полосе движения колонны, оставшейся после инженерной подготовки трассы и монтажа трубопровода. При укладке трубопровода требуется внимательное управ-

Таблица 8.22. **Технико-экономические показатели изоляционно-укладочных работ липкими полимерными лентами отечественными**

Показатели	Диаметр трубопровода, мм													
	529		720		820		1020		1220		1420			
	Н	У	Н	У	Н	У	Н	У	Н	У	Н	У		
Производительность изоляционно-укладочной колонны в смену, м	843	682	743	594	682	546	546	428	456	359	390	310		
Затраты труда на весь комплекс изоляционно-укладочных работ на 1 км, чел-дн	11,9	14,7	16,2	20,3	17,7	22,1	23,8	30,6	30,8	39	38,5	48,5		
Затраты машино-смен	7,14	8,83	9,4	11,8	10,4	12,9	12,8	16,4	17,6	22,2	23	29,1		
Выработка на одного рабочего в смену, м	84,3	68,2	62	49,2	56,8	45,5	42	32	32,6	25,6	26,0	20,6		
Затраты колонно-смен	1,19	1,47	1,34	1,68	1,48	1,84	1,83	2,35	2,2	2,78	2,56	2,23		
Численность бригады	10	10	12	12	12	12	13	13	14	14	15	15		

Примечание. Н и У — нормальная и усиленная изоляции.

Таблица 8.23. Технико-экономические показатели изоляционно-укладочных работ липкими полимерными лентами импортными

Показатели	Диаметр трубопровода, мм											
	529		720		820		1020		1220		1220	
	Н	У	Н	У	Н	У	Н	У	Н	У	Н	У
Производительность изоляционно-укладочной колонны в смену, м	1200	1020	1048	842	988	785	1083	803	947	696	853	620
Затраты труда на весь комплекс изоляционно-укладочных работ на 1 км, чел-дн	9,2	11	11,5	14,3	12,1	15,1	12,0	16,2	14,8	20,1	17,6	24,2
Затраты машино-смен	5,9	7	6,7	8,3	7,1	9	6,5	8,7	8,45	11,5	10,6	14,6
Выработка на одного рабочего в смену, м	100,9	93	87,9	70,3	80,5	66,5	83,3	61,8	67,6	49,7	56,9	41,3
Затраты колонно-смен	0,84	1	0,96	1,19	1,01	1,26	0,93	1,25	1,1	1,44	1,2	1,61
Численность бригады	11	11	12	12	12	12	13	13	14	14	15	15

ление машинистов трубоукладчиками, тщательное соблюдение высот подъема трубопровода и расстояний между трубоукладчиками и другими машинами изоляционно-укладочной колонны. В процессе укладочных работ необходимо присутствие инженерно-технического персонала, руководящего работами. При необходимости спаривания трубоукладчиков обязательно применение траверсы типа ТРБ-60С.

Приведенные укладочные колонны способны работать при продольных уклонах до 10–12° (до 20 %). При перегибах рельефа с целью создания плавной кривой приподнятого участка трубопровода необходимо изменять высоты подъема трубопровода следующим образом:

трубоукладчик, находящийся на выпуклом участке полосы, должен по возможности опустить трубопровод, а соседние трубоукладчики приподнять;

трубоукладчик, находящийся на вогнутом участке полосы, должен приподнять трубопровод, а соседние трубоукладчики по возможности опустить.

Во избежание поломки трубопровода на перегибах рельефа колонне придается дополнительный трубоукладчик, снабженный монтажным полотенцем и поддерживающий длинную свисающую плеть трубопровода при подходе колонны к месту перегиба и при ее отходе.

Укладка трубопровода в траншею при совмещенном способе

В состав изоляционно-укладочной колонны входят трубоукладчики, снабженные троллеями, изоляционная и очистная машины. При отрицательных температурах воздуха в состав колонны может включаться установка для сушки трубопровода, устанавливаемая впереди очистной машины. Комплект машин изоляционно-укладочной колонны, их размещение при укладке трубопровода показаны на рис. 8.1, 8.2. Приведенные в табл. 8.20 марки трубоукладчиков могут быть заменены на другие марки аналогичной грузоподъемности и с моментом устойчивости. Расстояния между трубоукладчиками или группами трубоукладчиков при совмещенном способе производства работ приведены в табл. 8.24. В условиях особо неустойчивых и сыпучих грунтов при крутизне откосов траншеи 1:1,25 и более трубопровод монтируется из отдельных секций на дне траншеи. Секции опускаются в траншею трубоукладчиками; при этом коэффициент запаса устойчивости трубоукладчиков против бокового опрокидывания должен быть не менее 1,4. Необходимое число трубоукладчиков

$$n \geqslant \frac{K_{\text{у}} Q_{\text{с}} a}{M_{\text{у}}},$$

где $K_{\text{у}}$ – коэффициент запаса устойчивости трубоукладчика против бокового опрокидывания; $Q_{\text{с}}$ – масса укладываемой секции трубы; a – вылет грузового крюка трубоукладчика; $M_{\text{у}}$ – момент устойчивости одного трубоукладчика.

Вылет грузового крюка берется от оси траншей до середины левой гусеницы трубоукладчика, момент устойчивости – по паспорту трубоукладчика. Трубоукладчик от бровки траншей устанавливается не ближе 2-х метров ($b \geqslant 2$ м).

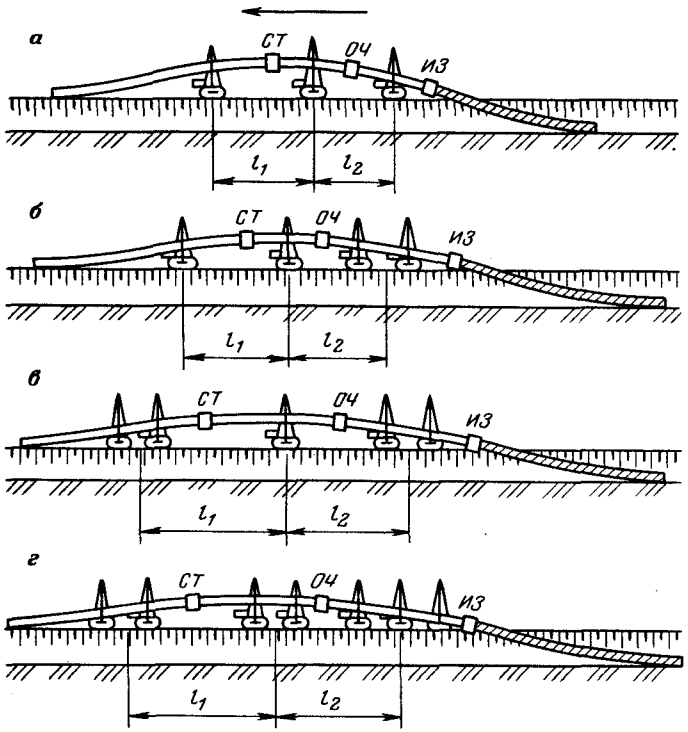


Рис. 8.1. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при совмещенном способе производства работ для трубопроводов различных диаметров:

а – 529–820 мм; *б* – 1020 мм; *в* – 1220 мм; *г* – 1420 мм; *ОЧ* – очистная машина; *ИЗ* – изоляционная машина; *СТ* – сушильная установка; l_1, l_2 – расстояния между трубоукладчиками и группами трубоукладчиков

Таблица 8.24. **Расстояния между трубоукладчиками или группами трубоукладчиков при совмещенном способе работ**

Диаметр трубопровода, мм	Расстояния между трубоукладчиками (группами), м		Максимально допустимое расстояние между очистной и изоляционной машинами, м
	l_1	l_2	
529	15–20	10–15	35
720–820	20–25	15–20	45
1020	20–25	15–25	50
1220	25–35	20–30	65
1420	35–50	30–45	100

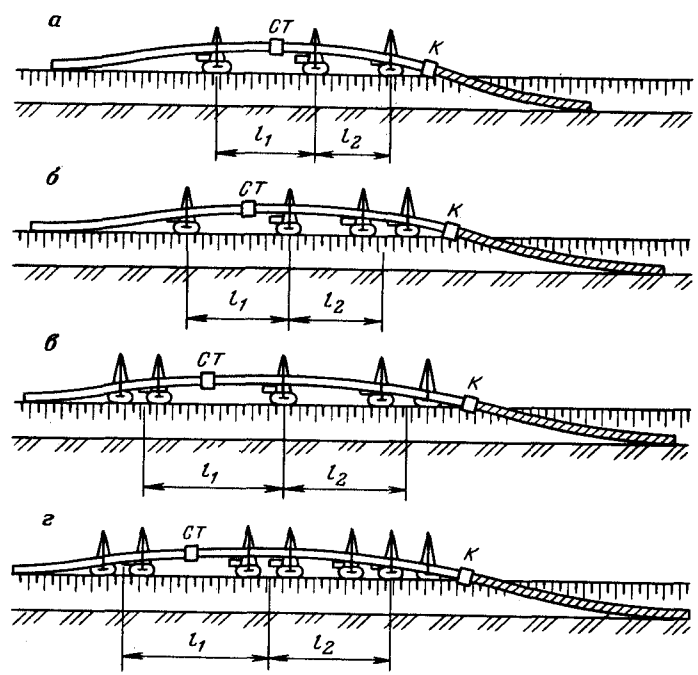


Рис. 8.2. Схемы расстановки трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при совмещенном способе производства работ для трубопроводов различных диаметров:

а – 529–820 мм; *б* – 1020 мм; *в* – 1220 мм; *г* – 1420 мм; *СТ* – сушильная установка; *К* – комбайн для очистки и изоляции трубопровода; l_1, l_2 – расстояния между трубоукладчиками и группами трубоукладчиков

Укладка трубопровода при раздельном способе

При раздельном способе изолируемый трубопровод (плеть) сначала выкладывают на берму траншеи, затем колонна трубоукладчиков возвращается и укладывает его в траншею. При этом способе необходимо обеспечить сохранность изоляционного покрытия на трубопроводе. Раздельный способ позволяет уменьшить число трубоукладчиков в изоляционно-укладочной колонне. На рис. 8.3 приведены схемы расположения машин при очистке и изоляции трубопровода при раздельном способе производства изоляционно-укладочных работ. Раздельный способ позволяет вести изоляционно-укладочные работы при меньшем давлении от трубоукладчиков на берму. Расстояния между трубоукладчиками или группами трубоукладчиков при раздельном способе производства работ приведены в табл. 8.25.

На время останова изоляционных работ и снятия трубоукладчиков на укладочные операции изолируемая плеть трубопровода выклады-

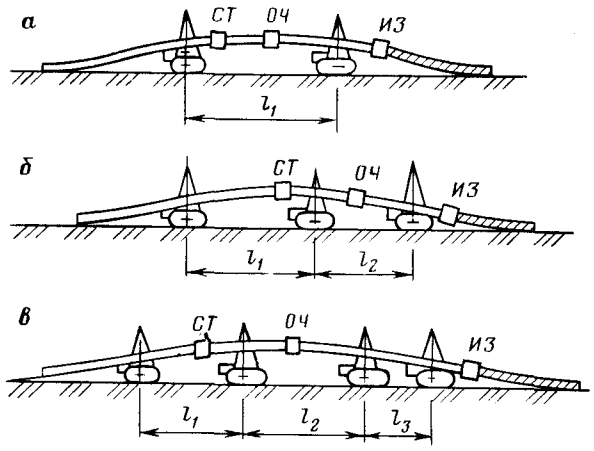


Рис. 8.3. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционной колонне для трубопроводов различных диаметров при раздельном способе работ:

а – 529 мм; *б* – 720–1020 мм; *в* – 1220–1420 мм; *ОЧ* – очистная машина; *ИЗ* – изоляционная машина; *СТ* – сушильная установка; l_1, l_2, l_3 – расстояния между трубоукладчиками

Таблица 8.25. **Расстояния между трубоукладчиками при раздельном способе производства работ**

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние между трубоукладчиками (группами), м			Максимально допустимое расстояние между очистной и изоляционной машинами, м
	l_1	l_2	l_3	
529	15–20	–	–	20
720–820	15–20	10–15	–	35
1020	15–20	10–15	–	40
1220	10–15	15–25	10–15	40
1420	10–20	20–30	10–15	45

вается на временные опоры, устраиваемые из деревянных брусьев. Высота опор должна быть такая, чтобы не допустить соприкосновения очистной машины с грунтом во избежание ее поломки от массы плети, число временных опор равняется числу трубоукладчиков, снятых на укладочные операции.

Укладка в траншею предварительно заизолированного трубопровода

Данный способ укладки применяется в случае, когда трубовод предварительно заизолирован изоляционно-укладочной колонной,

когда трубы (секции) изолируются в базовых условиях или когда трубы имеют заводскую изоляцию. При этом трубопровод опускают кранами-трубоукладчиками, оснащенными мягкими, катковыми полотенцами или троллейными подвесками с мягкими роликами. Резкие рывки в работе кранов-трубоукладчиков, касание трубопровода о стенки траншеи и удары его о дно не допускаются. Металлические части приспособлений, которые могут случайно оказаться в контакте с трубой, необходимо снабдить прокладками из эластичного материала. Стрелы трубоукладчиков должны быть обрезинены. Средства малой механизации для укладки изолированного трубопровода поставляют централизованно по заявкам строительных организаций. На простейшее амортизирующее оборудование, которое можно изготовить в мастерских, по заказам строителей высылаются чертежи, разработанные СКБ Газстроймашина.

Укладку трубопровода можно вести по одной из двух схем.

I схема. Сваренный в плеть и полностью заизолированный трубопровод, включая стыки, приподнимают над строительной полосой на высоту не более 0,5–0,7 м с помощью 3–5 трубоукладчиков (в зависимости от диаметра трубопровода), смещают в сторону траншеи и опускают в проектное положение. При этом работы ведутся непрерывным способом.

II схема. Трубопровод с неизолированными стыками приподнимают над строительной полосой на высоту 1,2–1,4 м (эта высота назначается примерно для середины приподнятого участка трубопровода) с помощью 4–6 трубоукладчиков, создавая фронт работ для очистки и изоляции стыков; по мере готовности стыков производят укладку трубопровода.

Изоляция соединительных деталей узлов трубопроводов

Соединительные детали и трубные узлы следует защищать от коррозии при их изготовлении, т.е. в заводских условиях, применяя алюминиевые покрытия, наносимые газометрическим способом, и покрытия из эпоксидно-каменноугольной эмали ЭП-5116 или из эпоксидной шпаклевки ЭП-00-10. Наносить покрытия необходимо только по хорошо очищенной от ржавчины и окалины обезжиренной поверхности. При установке соединительных деталей и трубных узлов в трубопровод необходимо поправить все повреждения защитных покрытий, а по металлическому покрытию при загрублении деталей в грунт нанести изоляционное покрытие. Электроизоляционное покрытие в данном случае предотвратит коррозионное разрушение засыпанных землей деталей и узлов блуждающими токами, а также обеспечит нормальное функционирование катодной защиты трубопровода.

В качестве изоляционных покрытий, наносимых на соединительные детали и трубные узлы в полевых (трассовых) условиях, рекомендуются полимерные липкие ленты в два слоя (поливинилхлоридные при температуре транспортируемого продукта до 35 °С, полиэтиленовые – до 60 °С, на основе кремнийорганических каучуков – до 120 °С) или разогретые до 160–180 °С битумно-полимерные или битумно-резиновые мастики МБР-75, МБР-90 или МБР-100 при тем-

пературе продуктов соответственно 25, 35 и 40 °С). Мастики наносят толщиной не менее 6 мм в два–три слоя с проклейкой по неостывшему первому слою стеклохолста. При температуре транспортируемого продукта выше 35, но не более 70 °С соединительные детали и трубные узлы в полевых условиях можно изолировать тиоколо-каменноугольным герметиком 51-УТ-38 модификации "Г" (ТУ 12-812–72) с оберткой свеженанесенного слоя герметика специальной резиновой лентой (ТУ 38-30544–71). Во всех случаях полевой изоляции изолируемую поверхность необходимо очистить от легко отделяющихся ржавчины, окалины, грязи, пыли и обезжирить.

Детали и узлы, имеющие качественное заводское покрытие из эпоксидно-каменноугольной эмали или эпоксидной шпатлевки, а также из других электроизоляционных материалов в дополнительной изоляции при засыпке грунтом не нуждаются и могут служить при температуре транспортируемого продукта до 70 °С. Материалы для изоляции соединительных деталей и трубных узлов при выполнении изоляционных работ в трассовых условиях выбирают по табл. 8.26. Дополнительно на выбранное покрытие при необходимости наносят защитную обертку из прочного рулонного материала. Изолируемую поверхность перед нанесением изоляции необходимо очистить от продуктов коррозии, легко отделяющихся от окалины, грязи, масляных пятен, копоти, пыли и высушить. Очищенную поверхность необходимо сразу же покрыть соответствующей грунтовкой.

Полимерные изоляционные ленты на соединительные детали и трубные узлы наносят только вручную, покрывая всю изолируемую поверхность не менее чем в два слоя. Ленту для этого берут шириной не более 25 см и, накладывая ее параллельными и перекрестными витками с достаточным натяжением, добиваются плотного прилегания витков и перекрытия в два слоя всей изолируемой поверхности. Поверхность с двойной кривизной до нанесения ленточного покрытия рекомендуется дополнительно покрывать 3–5 слоями грунтовки (с высушиванием каждого слоя) либо слоем в 1 мм тиоколо-каменноугольного герметика 51-УТ-38Г (ТУ 12-812–72) или полимерной замазки типа 51Г3 (ТУ 38-405-138–73).

Битумно-полимерную и битумно-резиновую мастику наносят в два–три слоя общей толщиной не менее 6 мм. На первый неостывший слой мастики наклеивают армирующий слой из стеклохолста ВВ-К (ТУ 21-23-3–68) или ВВ-Г (ТУ 21-23-44–73) и по стеклохолсту наносят второй и третий слои мастики. Мастику следует наносить, обливая изолируемую поверхность из лейки с последующим разравниванием мягким шпателем на длинной ручке. "Потолочные" поверхности изделий изолируют набрызгом мастики под давлением или с помощью "полотенца". Расстояние от грунта до изолируемой поверхности должно быть не менее 50 см. В случае использования битумной изоляции при температурах, близких к предельным (ниже на 5 °С и менее), рекомендуется мастичный изоляционный слой обертывать резиновый лентой (ТУ 38-30544–71), накладывая ее с необходимым натяжением на неостывшую мастику и добиваясь приклейки ленты. Нахлесточные швы должны быть шириной не менее 3 см, ширина ленты 15–25 см. Тиоколо-каменноугольный герметик на изолируемые поверхности изделий следует наносить вручную шпателем или жесткой щеткой слоем толщиной около 1 мм по очищенной поверхности (без грунтовки). Для этого компоненты герметика – герметизирующую пасту У-381 и вулканизирующий агент Г, состоящий из 67%-ного водного раствора бихромата натрия и каменноугольной смолы, тщательно (до гомогенного состояния) перемешивают. При работе в холодную погоду герметизирующую пасту У-38Г для получения мастики и необходимой вязкости подогревают на водяной бане до 70 °С. Резиновую ленту на слой герметика наносят параллельными и перекрестными витками без резкого растягивания (с удлинением не более 10 %), добиваясь перекрытия в один слой всей изолируемой поверхности; нахлесты витков делают не менее 3 см со склейкой их путем выдавливания герметика или дополнительного нанесения его внахлест шпателем или кистью. Ширина ленты должна быть 15–25 см.

Таблица 8.26. **Материалы для изоляции трубной арматуры**

Максимальная температура транспортируемого продукта, °С	Изоляционные материалы	Толщина покрытия, мм	ГОСТ, ТУ
25	Мастика МБР-75 с одним слоем стеклохолста	6	ГОСТ 15836–79, ТУ 21-23-3–68 или ТУ 21-23-44–73
35	Мастика МБР-90 с одним слоем стеклохолста	6	ГОСТ 15836–79, ТУ 21-23-3–68 или ТУ 21-23-44–73
40	Мастика МБР-100 с одним слоем стеклохолста	6	ГОСТ 15836–79, ТУ 21-23-3–68 или ТУ 21-23-44–73
35	Лента ПВХ-ПИЛ в два слоя	0,7	ТУ 6-19-103–78
	Лента МИЛ-ПВХ-СЛ в два слоя	0,7	ТУ 51-456–78
	Лента ПВХ-БК в два слоя	0,7	ТУ 102-166–78
60	Лента полиэтиленовая (импортная) в два слоя	1	
120	Лента ЛЭТСАР-ЛПТ в два слоя	1,4	ТУ 36-103418–78
70	Тиоколо-каменноугольный герметик 51-УТ-38Г с оберткой резиновой лентой в один слой	1,5	ТУ 12-812–72 ТУ 38-30544–71

Базовая изоляция труб и секций

Изоляционные покрытия в базовых условиях наносятся на механизированной установке типа ИУ, которая оборудуется приспособлениями, обеспечивающими очистку и праймирование поверхности, а также нанесение битумной мастики, армирующего и защитного оберточного материалов либо полимерных изоляционных лент (в один или два слоя) и защитной обертки. Для хранения изолированных труб на базах предусматриваются специальные площадки с навесами, предохраняющими изоляцию от солнца. При складировании труб должны применяться прокладки, исключающие повреждения изоляционных покрытий. Транспортные средства для труб, изолированных на базах, оборудуются устройствами, предохраняющими трубы от смещения при рыхлении, остановках и поворотах транспорта. Изолированные трубы при транспортировании должны лежать на прокладках с мягкой прослойкой. Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться механизированным способом с применением приспособлений, исключающих повреждения изоляции.

Использование труб с заводской изоляцией

В настоящее время все в больших масштабах применяются трубы с заводской изоляцией. Изоляционные заводские покрытия могут быть на основе порошковой эпоксидной краски или из полиэтилена. В целях сохранности заводского изоляционного покрытия, особенно эпоксидного, все технологические операции с изолированными трубами выполняют методами, исключающими прямой контакт (как длительный, так и кратковременный) с твердыми предметами: металлическими частями кранов, трубоукладчиков, монтажных приспособлений (троллейных, подвесок, захватов, траверс), покатей, накопителей, отсекателей, вращателей и роликоопор трубосварочных баз, а также коников трубовозов-плетевозов и других машин. Все перечисленное оборудование во избежание порчи изоляционного покрытия труб (при случайных соударениях) специальным образом подготавливается к работе эластичных (резиновых) прокладок, обшивок из мягких материалов (дерева, войлока и др.), а также в виде штампованных бандажей и вкладышей из полимеров (капролона, полиуретана). Установка защитных приспособлений на машины и другое оборудование производится без каких-либо нарушений в конструкции этих машин. Работы по сборке и сварке трубопровода в плеть выполняются с применением инвентарных монтажных опор. Применение вместо них земляных или снежных призм запрещается. Если трубы поставляются с предохранительными кольцами (обычно они выполнены из резинового жгута или пенькового каната), то снимать эти кольца без надобности не следует вплоть до сварки трубопровода в плеть. Полученные трубы с заводской изоляцией контролируются на сплошность покрытия в общем не менее 6 % в соответствии с действующими ТУ. При обнаружении дефектов проверка сплошности покрытия производится на удвоенном числе труб. В случае неудовлетворительных результатов при повторной проверке бракуется вся партия.

Сварные стыки труб с заводскими полимерными покрытиями

при подземной прокладке трубопроводов, а также на подводных переходах независимо от диаметра изолируют термоусадочными муфтами (манжетами) или полимерными лентами. По противокоррозионной эффективности покрытие сварного стыка должно быть не ниже основного покрытия трубы. Материалы применяют для изоляции стыков в соответствии проекта. Эти материалы должны выдерживать заданные механические нагрузки, которым подвергается наружное покрытие в условиях нормального производства строительно-монтажных работ при температуре окружающей среды от –40 до +50 °С.

Работы по изоляции стыков производят как в стационарных условиях (на трубосварочных базах после сварки труб в секции), так и на трассе – после сварки секций или отдельных труб в плеть. Для механизированного выполнения работ по очистке и изоляции стыков необходимо, чтобы зазор между трубопроводом и поверхностью строительной полосы составлял 0,7 м. Это достигается за счет устройства под трубопроводом временных опор соответствующей высоты. При ручном способе очистки и изоляции стыков зазор между трубопроводом и поверхностью строительной полосы составляет 0,4 м. Края полиэтиленовых покрытий толщиной более 1 мм за счет фаски с углом не более 30° не должны иметь уступов. При выборе полимерных материалов для изоляции стыков учитывают максимальную температуру транспортируемого продукта и температуру окружающего воздуха в период строительства. Толщина покрытия на стыке должна составлять не менее 1,5 мм. Нахлест изоляции стыка на заводское покрытие должен быть не менее 7,5 см. Для изоляции сварных стыков труб используются ленты, обертки и клеевые грунтовки, применяемые на аналогичных трубопроводах при их трассовой изоляции.

Технология включает следующие основные операции: очистку изолируемой поверхности; сушку или подогрев стыка; нанесение грунтовки (праймера); нанесение покрытия; контроль качества покрытия. При температуре окружающего воздуха ниже 5 °С изолируемую поверхность необходимо просушить путем подогрева до температуры не ниже 15 °С (но для лент – не выше 50 °С) с обязательным контролем температуры прибором ТП-1. Сушку околошовной зоны производят с помощью нагревательных устройств, обеспечивающих сохранность заводского изоляционного покрытия. Для этой цели можно использовать подогреватели стыков типа ПС или газовые горелки. Края заводского покрытия при подогреве зоны сварного стыка следует укрыть асбестовой тканью.

Для нанесения грунтовки на околошовную зону рекомендуется применять окрасочные волосяные или поролоновые валики на длинной ручке. При нанесении изоляционных лент на околошовную зону по спирали обеспечивается нахлест витков: при послойной намотке покрытия – 3 см, при намотке сразу двух слоев – на 50 % ширины плюс 3 см. При нанесении ленты "сигаретным" способом, когда ширина изолируемой зоны превышает ширину ленты, перекрытия лент составляют не менее 10 см при соблюдении параллельно-поочередного нанесения слоев. Для обеспечения плотного прилегания ленты по всей защищаемой поверхности и создания герметичности в нахлесте ленту наносят с натяжением порядка 10 кН на 1 см ширины ленты.

Изоляцию околошовной зоны полимерными лентами следует производить механизированным путем с помощью комплексов ИС (ИС-101, ИС-122, ИС-142, каждый из которых предназначен для работы с трубами диаметром соответственно 1020, 1220 и 1420 мм). При небольших объемах работ операции по очистке и изоляции допускается выполнять с помощью портативных устройств, а в отдельных случаях вручную. При ручном нанесении ширина полимерной ленты должна быть не более 25 см. Технология изоляции зоны сварных стыков труб термоусадочными муфтами включает следующие основные операции:

свободное надевание муфты вместе с упаковкой на концы трубы;

сварку и контроль стыка трубопровода;

механическую очистку изолируемой поверхности;

сушку и подогрев стыка;

снятие упаковки и надвигание муфты на стык с нахлестом на заводское покрытие не менее чем на 7,5 см;

центровку муфты на стыке;

термоусадку муфты с прикаткой ее к изолируемой поверхности;

контроль качества покрытия в зоне сварного стыка.

После получения разрешения на изоляцию сварных стыков на трубопроводе мелом размечают места установки муфт. В случае применения разъемных муфт (манжет) их установку на сварной стык производят непосредственно после очистки и подогрева изолируемой поверхности. После очистки стыков зону подогревают газовыми подогревателями стыков типа ПС или ручными горелками до температуры порядка 50–120 °С в зависимости от типа муфт; температура подогрева регламентируется техническими условиями на муфту и контролируется прибором ТП-1. На нагретый стык надвигают муфту, предварительно удалив с нее упаковку; центруют разъемным центратором (конструкции СКБ Газстроймашина) или клиньями, высота которых должна быть не менее половины разности между диаметрами муфты и изолируемой трубы. Усадку муфты начинают с ее середины, нагревая трубу пламенем ручной газовой горелки или разъемными газовыми кольцевыми подогревателями. Нагрев ведут сразу с двух диаметрально расположенных сторон трубопровода. Длина пламени горелок должна быть 50–60 см. Пламя горелки должно равномерно подогревать вначале среднюю часть муфты. Для этого горелку нужно держать на расстоянии не ближе 15 см от муфты и, не останавливаясь на одном месте, перемещать ее возвратно-поступательными движениями по периметру муфты до тех пор, пока муфта не прижмется своей серединой к поверхности сварного шва. На трубах диаметром 1020 мм и более для усадки целесообразно применять одновременно четыре ручные горелки или кольцевой разъемный нагреватель. После усадки средней части муфты этот процесс следует продолжать от середины к краям. Если на муфте образуются гофры, необходимо прекратить нагрев этих мест, а нагревать ровные соседние участки. Для ускорения выравнивания поверхности муфт следует применять прикатывающие ролики из фторопласта. Правильная усадка муфты должна обеспечивать равномерное и плотное обжатие поверхности сварного соединения; из-под нахлеста муфты на заводское покрытие должен выступить клей.

Чтобы края манжет не поднимались, их прижимают ремнями до охлаждения.

Термоусадочные ленты наносятся на предварительно подогретую (до 60–80 °С) поверхность стыка последовательной намоткой с одновременным усаживанием ленты путем нагрева наружной стороны в месте контакта с трубой. Во избежание воздушных пузырей не следует наносить ленту сразу на всю окружность стыка, конец ленты следует перекрывать на 30 см, располагая его не ниже оси трубы в направлении сверху вниз. После завершения усадки нахлест муфты термоусадочной ленты на заводское покрытие должен быть не менее 7,5 см. Опуск трубопровода в траншею и его засыпку разрешается производить при температуре муфты не выше 60 °С.

Ремонт заводского изоляционного покрытия производят на трубосварочной базе после сварки труб в секцию, а также на трассе после сварки труб или секций в плеть.

Глава 6. БАЛЛАСТИРОВКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДА

Балластировка трубопроводов утяжеляющими железобетонными грузами

Трубопровод, укладываемый в болотистом и обводненном грунте, должен быть закреплен против всплытия, если он имеет положительную плавучесть (рис. 9.1). На болотах и обводненных участках при слабых грунтах и невозможности водоотлива из траншеи трубо-

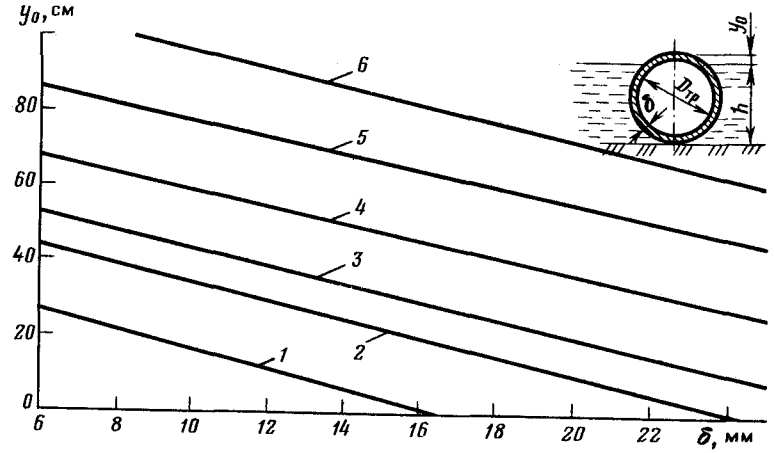


Рис. 9.1. График для определения плавучести трубопровода:

1 – $D_{тр}$ = 530 мм; *2* – $D_{тр}$ = 720 мм; *3* – $D_{тр}$ = 820 мм; *4* – $D_{тр}$ = 1020 мм; *5* – $D_{тр}$ = 1220 мм; *6* – $D_{тр}$ = 1420 мм; область y_0, расположенная выше соответствующей линии, – положительная плавучесть; ниже – отрицательная плавучесть; δ – толщина стенки трубы; h – глубина погружения трубопровода

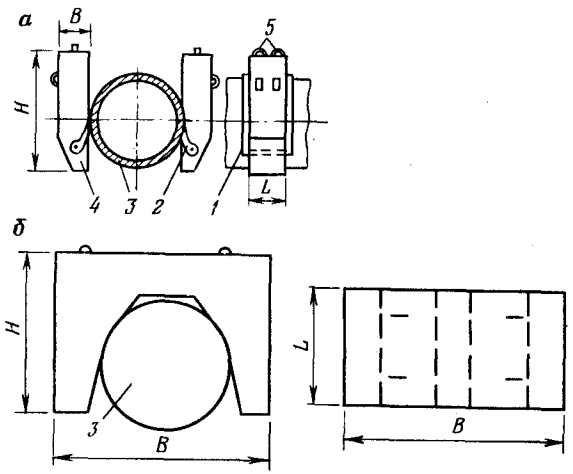


Рис. 9.2. Схема утяжелителей типов УБО (*а*) и УБК-М (*б*) для балластировки газопроводов:

1 – скоба; *2* – стальной соединительный пояс; *3* – трубопровод; *4* – блок железобетонный; *5* – монтажные петли

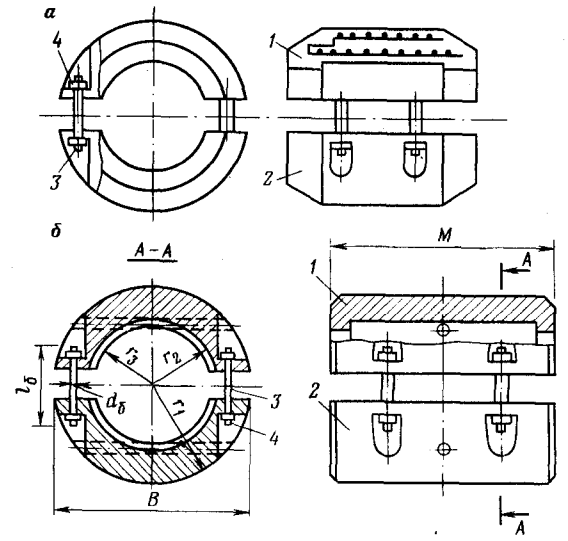


Рис. 9.3. Кольцевые грузы:

а – железобетонный; *б* – чугунный; *1, 2* – верхняя и нижняя половины груза; *3* – болт; *4* – гайка

провод закрепляют железобетонными пригрузами различных типов и размеров. Наибольшее распространение получили утяжеляющие железобетонные грузы типа УБО, УБК-М, УТК (рис. 9.2 и 9.3, табл. 9.1–9.3).

Таблица 9.1. **Характеристика грузов типа УБО**

Марка груза	Диаметр трубопровода, мм	Габаритные размеры, мм			Объем груза, м^3	Масса груза, т
		H	*L*	*B*		
УБО-1	1420	1600	1200	600	1,872	4,305
УБО-2	1220	1400	1350	600	1,843	4,238
УБО-3	1020	1100	1500	550	1,455	3,346
	820	1100	1500	550	1,455	3,346
	720	1100	1500	550	1,455	3,346
УБО-4	530	750	1500	400	0,75	1,725

Таблица 9.2. **Характеристика грузов типа УБК-М**

Марка	Размеры, мм			Расход бетона, м^3	Масса изделия, т
	B	*H*	*L*		
УБК-1,4	2400	1760	1000	2,55	6
КБК-1,2	2000	1570	900	1,7	4,1
УБК-1,0	1840	1370	900	1,44	3,46
УБК-0,8	1600	1120	900	1,12	2,7
УБК-0,7	1500	1030	900	0,98	2,36
УБК-0,5	1300	760	900	0,68	1,6
УБК-0,4	1100	690	900	0,54	1,3

Табилца 9.3. **Характеристика сборных железобетонных кольцевых утяжелителей типа УТК**

Марка утяжелителя	Расход материалов на один утяжелитель		Масса, кг		
	бетон, м^3	сталь, кг	одного утяжелителя	1 м утяжеляющего покрытия	
				на воздухе	на воде
УТК 1020-24-1	0,69	76,94	1587	1323	748
УТК 1020-24-2	0,88	76,94	2024	1687	953
УТК 1220-24-1	0,98	88,7	2254	1878	1062
УТК 1220-24-2	1,23	88,7	2829	2358	1332
УТК 1420-24-1	1,24	98,3	2850	2377	1343
УТК 1420-24-2	1,79	98,3	4120	3431	1939

Таблица 9.4. **Характеристика чугунных кольцевых грузов**

Наружный диаметр трубопровода, мм	Масса груза, кг	Размеры, мм						
		груза				болтов		
		r_1	r_2	r_3	B	M	$d_б$	$l_б$
530	450	380	315	305	355	530	20	170
720	1100	480	410	400	455	910	24	180
820	1100	530	460	450	505	820	24	180
1020	1100	630	560	550	605	705	24	180
1220	2000	750	660	650	725	884	30	260
1420	2000	870	770	750	845	884	30	260

Таблица 9.5. **Данные о балластировке трубопроводов, прокладываемых в условиях заболоченной и обводненной местности, и их фактическая масса под водой**

Диаметр трубопровода, мм	Толщина стенки трубопровода, мм	Масса (в кг) вытесненной воды (выталкивающая сила на 1 м трубопровода) при объемной массе воды, т/м³			Масса (в кг) балласта под водой при объемной массе воды, т/м³			Масса (в кг) снаряженного трубопровода с учетом массы балласта при объемной массе воды, т/м³		
		1	1,03	1,05	1	1,03	1,05	1	1,03	1,05
273	7	86,4	89	90,7	22,2	24,9	26,8	6,1	6,2	6,4
	8				15,8	18,5	20,4			
325	7	115,1	519	121,3	40,1	43,8	46,3			
					32,6	36,3	38,8	8,1	8,3	8,5
	8	148,9	153,4	156,4	53,7	58,5	61,8	10,4	10,7	11
377	9				44,8	49,6	52,9			
	9				67,9	73,8	77,8			
		184,3	189,8	193,5	67,9	63,8	67,8	12,9	13,3	13,5
426	10									
	6				167,4	176,1	181,9			
529	7	270,9	279,1	284,5	154,7	163,7	169,2	19	19,5	19,9
					141,9	150,6	156,4			
	7				237,5	249,3	257,4			
630	8	372,1	383,2	390,7	222,3	234,1	242,2	26	26,8	27,3
					207,2	219	227,1			
	8				308	223,3	333,5			
	9				290,7	306	316,2			
720	10	457,7	490	499,5	273,4	288,7	298,9	33,3	34,4	35
	11				256,2	271,5	281,7			
	9				399,6	419	432			
	10				379,8	399,2	412,2			

Продолжение табл. 9.5

Диаметр трубопровода, мм	Толщина стенки трубопровода, мм	Масса (в кг) вытесненной воды (выталкивающая сила на 1 м трубопровода) при объемной массе воды, т/м³			Масса (в кг) балласта под водой при объемной массе воды, т/м³			Масса (в кг) снаряженного трубопровода с учетом массы балласта при объемной массе воды, т/м³		
		1	1,03	1,05	1	1,03	1,05	1	1,03	1,05
820	11	605,8	623,9	636,1	360,1	379,5	392,5	42,4	43,7	44,5
	12				340,5	359,5	372,9			
	10				643,1	672	691			
	11				618,5	647,7	667,3			
1020	12	913	940	958,6	593,9	622,8	642,7	63,9	65,8	67,1
					544,9	573,8	593,7			
	14				861,9	898,2	926,4			
	16				802,2	839,9	867,5			
1220	18	1286,1	1324,6	1350,3	743,8	780,8	808,7	90,2	92,9	94,1
	20				685,9	722,3	750,2			
	22				628,4	665,9	693,4			
	14				1236,6	1291,8	1327,9			
	16				1167,8	1222,5	1258,4			
1420	18	1719,1	1771,6	1805,4	1099,3	1154,3	1190,9	120,2	123,4	125,5
	20				1031,4	1086,4	1122,3			
	22				969,6	1018,8	1054,5			
	16				1606,2	1672,6	1719,9			
	18				1530,4	1596,4	1643,2			
1620	20	2215,6	2282,1	2326,4	1450,1	1516,4	1563,9	180,1	181,9	182,4

Эти грузы следует применять для балластировки трубопроводов на переходах через болота различных типов и малые водотоки, на выпуклых и вогнутых кривых и прямолинейных участках, прилегающих к ним, на углах поворота в горизонтальной плоскости, на участках выхода трубопровода на поверхность.

Для балластировки трубопроводов на переходах через водные преграды, болота III типа, где применяется метод протаскивания, используют чугунные или железобетонные кольцевые пригрузы. Сборный железобетонный кольцевой утяжелитель типа УТК изготовляется из бетона марки В20 плотностью 2,3 т/м³ и состоит из двух симметричных полуколец, которые монтируются на трубе по деревянной футеровке и скрепляются между собой стальными болтами. Аналогичный вид имеют и чугунные грузы (рис. 9.3,*б*, табл. 9.4). Основные данные о балластировке трубопроводов приведены в табл. 9.5.

До начала работ по балластировке трубопровода должно быть выполнено следующее: трубопровод изолирован и уложен в траншею, проверены качество и целостность изоляционного покрытия трубопровода (при необходимости проведен ремонт изоляционного покрытия); балластировочные грузы развезены вдоль траншеи и разложены один

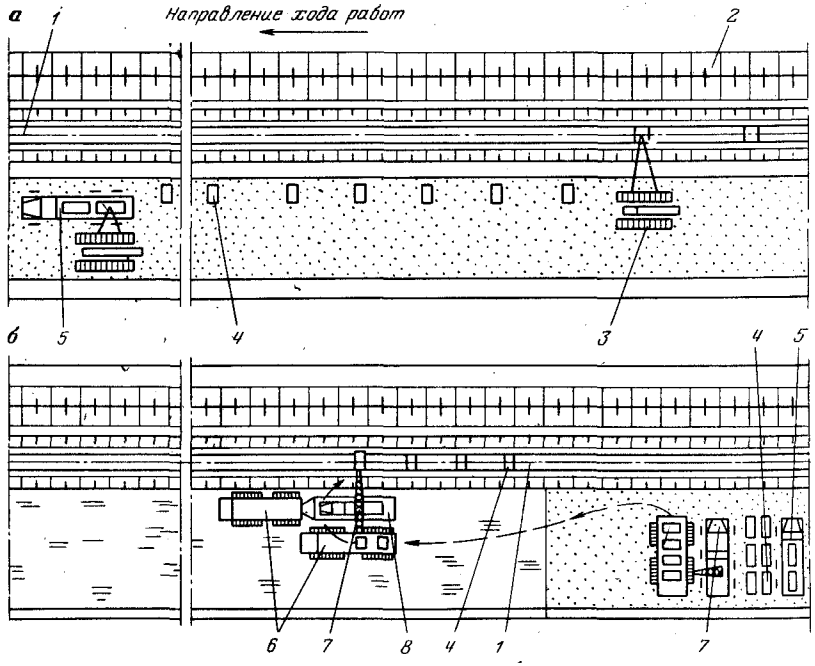


Рис. 9.4. Схема организации работ по балластировке трубопровода утяжеляющими железобетонными грузами:

а – с временного технологического проезда; *б* – с бермы траншеи без устройства временного проезда; *1* – трубопровод; *2* – отвал грунта; *3* – кран-трубоукладчик; *4* – грузы; *5* – бортовой автомобиль; *6* – болотоход; *7* – автокран; *8* – пеноволокуша

от другого на расстоянии навешивания их на трубопровод; подготовлена битумная мастика в битумоплавильном котле ИСТ-3Б; проверен и подготовлен к работе автокран К-162 или трубоукладчик Т-1530; завезены и выгружены в определенных местах бризол, такелажный инвентарь и инструменты. Схема организации работ при балластировке трубопровода железобетонными грузами приведена на рис. 9.4. Пример организации работ при протаскивании забалластированного утяжелителя трубопровода через реку показан на рис. 9.5.

Необходимый для навески утяжелителей комплект машин и оборудования приведен в табл. 9.6, а основные технико-экономические показатели – в табл. 9.7.

Основные грузовые характеристики кранов-трубоукладчиков при работе со штучными грузами представлены на рис. 9.6.

Потребность в основных конструкциях (утяжелителях) и материалах на 1 км трубопровода приведена в табл. 9.8.

Данные о составе звена, нормах времени на навеску железобетонных балластных грузов на трубопровод, укладываемый в болотистой

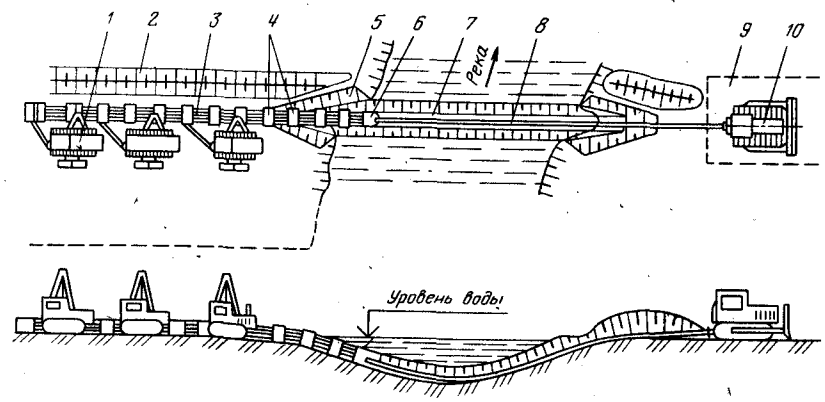


Рис. 9.5. Схема протаскивания трубопровода, забалластированного утяжелителями типа УТК:

1 – кран-трубоукладчик; *2* – отвал грунта; *3* – оснащенный трубопровод (дюкер); *4* – пригрузы УТК; *5* – урез реки; *6* – оголовок; *7* – подводная траншея; *8* – тяговый трос; *9* – монтажная площадка; *10* – лебедка тяговая (тягач)

Таблица 9.6. **Комплект машин для навески утяжеляющих грузов**

Операция технологического процесса	Машины	Число машин при диаметре трубопровода, мм				
		До 529 включительно	720–820	1020	1220	1420
Балластировка трубопровода с временной технологической дороги						
Погрузка грузов на автомобили	Автомобильные краны КС-3562А (КС-3561, КС-2571, КС-2561Д)	1	1	1	1	1
Доставка грузов к месту их навески	Автомобиль ЗИЛ-131 с прицепом:					
	для средней полосы	2	3	4	6	6
	для таежно-болотистых районов	3	5	7	10	10
Разгрузка и навешивание грузов на трубопровод	Краны-трубоукладчики ТО-1224Г (ТГ-161, ТГ-201)	1	1	1	1	1

Продолжение табл. 9.6

Операция технологического процесса	Машины	Число машин при диаметре трубопровода, мм				
		До 529 включительно	720–820	1020	1220	1420
Балластировка трубопроводов с бермы траншеи без устройства временного проезда						
Погрузка грузов на автомобили, разгрузка и погрузка на болотоходы, навешивание на трубопровод	Автомобильные краны КС-3562А, (КС-3561, КС-2571, КС-2561Д)	3	3	3	3	3
Доставка грузов на трассу	Автомобиль ЗИЛ-131 с прицепом:					
	для средней полосы	2	3	4	6	6
	для таежно-болотистых районов	3	5	7	10	10
Перемещение грузов к месту их навески	Болотоход БТ-361 "Тюмень"	1	1	1	1	1
Перемещение пеноволокуши с автомобильным краном	Болотоход БТ-361 "Тюмень"	1	1	1	1	1

Таблица 9.7. **Технико-экономические показатели на монтаж утяжелителей**

Показатели	Единица измерения	Сухая траншея		Обводненная траншея	
		на 10 комплектов	на 1 км трубопровода	на 10 комплектов	на 1 км трубопровода
Затраты труда на монтаж утяжелителей	чел-дн	7,3	438	10,2	612
Потребность в машинах	маш-смены	2,2	133,5	2,87	172
в том числе:					
трубоукладчик		1,58	94,5	1,58	94
автокран		0,65	39	0,65	39
водоотливная установка		–	–	0,6	39
Выработка на одного рабочего в смену с учетом машинистов	м	–	2,2	–	1,9
Потребность в утяжелителях на километр трубопровода	комплект	–	600	–	600
	т	–	2640	–	2640

Рис. 9.6. Грузовые характеристики кранов-трубоукладчиков при работе со штучными грузами при коэффициенте грузовой устойчивости 1,4 и коэффициента запаса прочности каната 5:
1 – Т–3550; *2* – К-594; *3* – ТД-25С; *4* – Т – 1530; *5* – Т – 3560; *6* – ТГ – 201; *7* – Т – 1530В; *8* – ТО – 1224В; *Q* – грузоподъемность; *l* – вылет грузового крюка

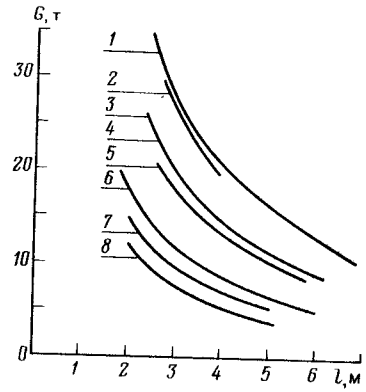


Таблица 9.8. **Потребность в материалах на 1 км забалластированного трубопровода**

Показатели	Единица измерения	Количество
Утяжелитель	комплект	600
в том числе:		
блок железобетонный	шт.	1200
пояс соединительный	шт.	1200
коврик защитный из изоляционной или обертоночной ленты размером 2600 х 500 мм	шт.	2400
	м	12500
	$м^2$	6250
Рейка размером 60 х 25 мм	$м^3$	24
Проволока вязальная диаметром 3 мм	кг	792
Мастика битумная (с учетом пропитки футеровочных матов)	кг	1800

Таблица 9.9. **Состав звена**

Профессия и разряд рабочих	Характеристика места работы	
	переувлажненные бровки	сухие бровки
Машинист крана 6-го разряда	2	1
Трубоукладчик 4-го разряда	1	1
Трубоукладчик 3-го разряда	1	1

Таблица 9.10. **Нормы времени на установку одного груза, чел-ч**

Диаметр трубопровода, мм	Переувлажненные бермы	Сухие бермы
325	0,51	0,38
426	0,65	0,49
529	0,78	0,59
820	0,97	0,73
1020	1,25	0,93
1220	1,3	1
1420	1,35	1,15

Таблица 9.11. **Рекомендации по контролю качества балластировки трубопровода утяжелителями**

Основные операции, подлежащие контролю	Состав контроля (что проверяется). Исполнительная документация (где регистрируется)	Кто контролирует	Периодичность или режим контроля	Техническое оснащение контроля	Контролируемые показатели, допуски
Подготовка материалов и фронта работ, балластировка трубопровода чугунными грузами	Соответствие массы и объемов груза техническому проекту и условиям	Исполнитель работ (бригадир)	Непрерывно (в процессе работы)	Визуально	Масса и объем грузов – по проекту
	Акт на балластировку трубопровода	Мастер	Периодически (каждую вновь поступившую партию)	То же	
	Ведомость операционного контроля	Прораб		"	
	Целостность изоляционного покрытия на трубопроводе	Исполнитель работ (бригадир)	Непрервно (п процессе работы	"	Нарушение целостности изоляционного покрытия трубопровода не допускается
	Акт на балластировку грубопровода	Мастер	Выборочно (в местах, вызывающих сомнение)		
	Ведомость операционного контроля				
Приклеивание предохранительного коврика	Размеры коврика и правильность его приклеивания	Исполнитель работ (бригадир)	Непрерывно (в процессе работы)	Визуально, линейка, рулетка	Наличие предохранительного коврика обязательно
	Акт на балластировку трубопровода	Мастер	Выборочно (в местах, вызывающих сомнение)	Линейка, рулетка	Геометрические размеры коврика – из ППР
	Ведомость операционного контроля				
Установка грузов на трубопроводе	Расстояние между устанавливаемыми грузами, правильность "посадки"	Исполнитель работ	Непрерывно (в процессе работы)	Визуально, линейка, рулетка	Шаг установки грузов – по проекту
	Акт на балластировку	Мастер	Периодически, но не менее 50 % грузов	Линейка, рулетка	Перекос и наклон груза не допускается
	Ведомость операционного контроля	Прораб	Выборочно (в местах, вызывающих сомеение)	Линейка, рулетка	
Укладка трубопровода на проектные отметки	Соответствие фактических отметок трубопровода проекту	Мастер	Непрерывно (в процессе работы)	Нивелир	Положение в траншее забалластированного трубопровода – по проекту
	Акт на балластировку трубопровода	Прораб	Выборочно, но не реже 2 раз в смену	То же	

местности, приведены в табл. 9.9, 9.10.

Рекомендации по контролю качества балластировки трубопровода утяжелителями даны в табл. 9.11.

Закрепление трубопровода анкерными устройствами

На болотах, обводненных участках трассы при небольшой глубине торфяного слоя (порядка 1 м), наличии минеральных грунтов высокой несущей способности, возможности водоотвода из траншеи для закрепления трубопровода применяют винтовые анкерные устройства ВАУ-1 (рис. 9.7). Основные конструктивные параметры анкера определяются диаметром винтовой лопасти, представляющей в плане полный виток (без учета технологических зазоров), и отношением величины шага t к диаметру винтовой лопасти D. Анкерную тягу с силовыми поясами (узел A) необходимо соединять сваркой, для этого конец тяги накладывают на силовой пояс и приваривают его с обеих сторон. Нельзя допускать в сварном шве непроваров, наплывов, раковин и пор. Футеровочный мат служит для уменьшения и перераспределения давления на трубопровод и обеспечения сохранности его изоляции. Его конструкция должна соответствовать чертежам анкерного устройства. Взамен футеровочного мата, для обеспечения надежной защиты изоляционного покрытия трубопровода от силового пояса поверх полимерной изоляции могут быть нанесены 5–6 слоев полимерной ленты и 2 слоя обертки шириной 0,5 м и длиной 1,8 м. Несущая способность анкерных устройств определяется в зависимости от характеристик грунта, в который заглубляют анкера, конструкцией анкера и глубиной завинчивания винтовой лопасти анкера.

Расчетное усилие (допускаемая нагрузка) на анкерное устройство

$$Б_{анк} = z K_{гр} N_{анк} m_{анк},$$

где z – число анкеров в одном анкерном устройства; $K_{гр}$ – коэффициент несущей способности грута, в котором находятся лопасти анкеров, принимают по табл. 9.12; $N_{анк}$ – максимальная (критическая) нагрузка на один винтовой анкер, завинченный в грунт I группы на глубину не менее шести диаметров в лопасти, следует определять по табл. 9.13; $m_{анк}$ – коэффициент условий работы анкерного устройства, $m_{анк} = 0{,}5$ при $z = 2$ и $m_{анк} = 0{,}4$ при $z > 2$.

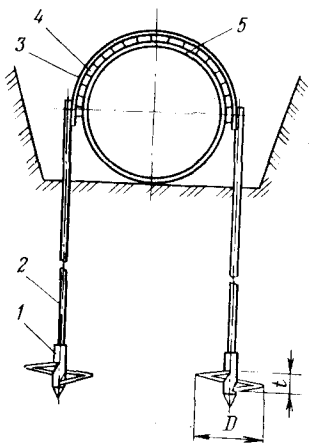


Рис. 9.7. Винтовые анкерные устройства:
1 – анкер; *2* – анкерная тяга; *3* – силовой пояс; *4* – футеровочный мат; *5* – прокладка

Таблица 9.12. **Значения $K_{гр}$**

Группа грунта	Грунты	$K_{гр}$
I	Мягкопластичные глины и суглинки, пластичные супеси	1
II	Пески мелкие, плотные и средней плотности, маловлажные, влажные и водонасыщенные; полутвердые тугопластичные глины и суглинки	2
III	Пески гравелистые, крупные и средней зернистости, маловлажные, влажные и водонасыщенные; твердые супеси, глины и суглинки	3

Таблица 9.13. **Максимальная нагрузка на один анкер**

Диаметр анкера, мм	$N_{анк}$, кН
100	6,5
150	7,5
200	13,5
250	21
300	30
400	53
500	83
600	1200

Перед проведением работ по закреплению магистральных трубопроводов винтовыми анкерными устройствами необходимо провести их контрольные нагружения. После получения данных о максимальной (критической) нагрузке на анкер необходимо проводить корректировку расстояний между анкерными устройствами. Работу по закреплению трубопроводов винтовыми анкерными устройствами выполняет специальная бригада в соответствии с требованиями ВСН 007–88.

Производительность одной такой бригады определяют соотношением

$$P_{см.зак} = \frac{K_{о.т} P_{см}}{N},$$

где $P_{см.зак}$ – сменная производительность одной специализированной бригады; $K_{о.т}$ – коэффициент организационно-технических перерывов в работе специализированных бригад; N – число специализированных бригад; $P_{см}$ – сменная производительность изоляционно-укладочной колонны при ее работе на участке установки винтовых анкерных устройств.

Таблица 9.14. **Необходимые машины и оснастка при закреплении трубопроводов винтовыми анкерными устройствами**

Машины и механизмы	Марка	Технологический процесс
Установка для завинчивания анкеров	ВАГ-202 (ВАГ-201)	Завинчивание анкерных устройств
Передвижной сварочный агрегат	АСБ-1 или СДАУ	Сварка сердечников анкеров с анкерными тягами, сварка анкерных тяг с силовыми поясами
Водоотливная установка	АВ-701	Водоотлив воды из траншеи
Бульдозер	ДЗ-53	Земляные работы
Передвижной битумоплавильный котел	ИСТ-3Б	Изолировочные работы
Пеноволокуша	–	Транспортировка анкерных устройств и силовых поясов

Состав бригады по закреплению трубопроводов винтовыми анкерными устройствами включает машиниста установки ВАГ-202 (ВАГ-201), машиниста водоотливной установки, бульдозериста, электросварщика, трубоукладчика и изолировщика (всего 6 человек). Оснащение этой бригады должно соответствовать табл. 9.14.

Бригада производит раскладку комплектов анкерных устройств вдоль трассы; сварку сердечника анкера с анкерной тягой; соединение анкерных тяг с силовым поясом; обслуживание сварочного агрегата; изоляцию винтовой части анкера и узла соединения анкерной тяги с силовым поясом; монтажные и изолировочные работы, обслуживание битумоплавильного котла; завинчивание анкеров в грунт, обслуживание установки ВАГ-202 (ВАГ-201). Анкеры в грунт завинчивают установками ВАГ-202 (ВАГ-201).

Закреплять трубопроводы винтовыми анкерами можно как в летнее, так и в зимнее время; причем в летнее время анкеры в грунт можно завинчивать как до спуска трубопровода в траншею на проектные отметки, так и после. При прокладке трубопроводов в зимний период анкера следует устанавливать в талый грунт немедленно после разработки траншеи. В этом случае работы по закреплению трубопроводов должны быть синхронно связаны с производством основных видов работ. Во избежание образования льда в траншеях водоотлив необходимо осуществлять сразу же после их разработки. Засыпку или обвалование трубопровода следует производить непосредственно после закрепления трубопровода винтовыми анкерными устройствами.

Бригада по установке анкеров состоит из 6–8 человек, выработка 30–120 м в смену в зависимости от диаметра трубопровода.

Организация и технология процесса установки свайных анкеров раскрывающегося типа АР-401 следующая: до начала производства работ должно быть проведено осушение или понижение уровня воды в траншее; доставка комплектов анкерных устройств на трассу; отбраковка поврежденных при транспортировке комплектов; проверка ширины дна траншеи в местах установки; ширина траншеи по дну должна быть не менее 2,2 диаметра трубопровода; установлен шаг и определены

места установки анкерных устройств; на участках промерзшего дна траншеи пробурены лидерные скважины; изготовление ковриков из 3–4 слоев бризола или другого оберточного материала.

Характеристика анкера АР-401

Заглубление нижних лопастей в минеральный грунт, м	5
Длина штанги, м	7
Диаметр штанги, мм	168 х 8
Число лопастей	4
Суммарная площадь лопастей, м^2	0,98
Угол раскрытия лопастей, градусы	75
Масса анкера, кг	355
Масса анкерного устройства, кг	790
Несущая способность анкера, кН	400

Доставленные к месту установки анкерные устройства раскладываются вдоль закрепляемого участка трубопровода у заранее отмеченных мест их забивки. Технология работ по установке анкерных устройств включает в себя следующие операции: определение мест установки анкерных устройств; раскладка анкеров на бровке траншеи; забивка анкеров в грунт; приведение анкеров в рабочее положение путем поддергивания краном-трубоукладчиком типа Д-355 "Комацу" или ТГ-502; укладка на трубопровод коврика, футеровочного мата и силового пояса; приварка силового пояса к штангам анкеров; изоляция мест соединения пояса со штангой.

Горизонт воды в обводненных траншеях должен быть снижен до уровня, обеспечивающего проектное положение трубопровода. При постоянном притоке воды в траншею проектное положение трубопровода обеспечивается периодическим или постоянным водоотливом.

Монтаж силового пояса выполняется только после того, как трубопровод уложен на проектную отметку. При производстве работ по установке анкерных устройств на трубопроводе необходимо соблюдать следующие допуски: глубина установки анкеров в грунт менее проектной не допускается; возможно перезаглубление анкеров до 20 см; увеличение расстояний между анкерными устройствами по сравнению с проектными не допускается. При забивке анкеров сваебойную машину следует размещать у места установки анкерного крепления на расстоянии, обеспечивающем нормальный процесс производства работ. При забивке анкеров минимальное приближение штанги к стенке изолированного трубопровода должно составлять 30–35 см. Для удобства производства работ следует использовать перекидные инвентарные мостики, щиты и трапы, а также другие приспособления. Выполненные работы оформляются актом приемки работ с участием представителей заказчика и генподрядчика. Необходимые для этой работы машины и оборудование следующие:

Машина для погружения анкеров (самоходная)	МПА-2
Сварочный агрегат (дизельный)	АДД-502
Захватное приспособление	ЭСУ-38
Динамометр	ДПУ-50
Кран-трубоукладчик	Т-1530, Д-355С
Агрегат водоотливной (самоходный)	АВ-701

Вагон-домик	ВО-6
Передвижная мастерская (самоходная)	ПАРМ
Вахтовая машина УРАЛ	НЗАС-4947
Бортовая машина	ЗИЛ-131
Бульдозер	Д-355А
Бурильная машина	БМ-802С
Волокуша (пена)	
Оборудование для подгонки силовых поясов (кислород, пропан)	

Контроль качества работ по закреплению трубопровода анкерными устройствами производится пооперационно по технологической карте контроля качества по закреплению трубопровода на проектных отметках анкерами типа АР-401.

Технико-экономические показатели закрепления трубопровода анкерными устройствами АР-401 следующие:

Производительность бригады в смену на закрепление одного анкерного устройства	5–8
Трудоемкость на 10 пар анкерных устройств, чел-дн	150
Выработка на одного рабочего в смену по закреплению анкерного устройства	0,66
Состав бригады, чел.	12

Балластировка трубопровода с применением нетканых синтетических материалов

Нетканный синтетический материал (НСМ) в технической литературе больше известен под названием геотекстильный синтетический материал (ГСМ).

Балластировку грунтом с использованием НСМ нефтепроводов и нефтепродуктопроводов можно применять на постоянно обводненных и заболоченных участках трассы, а также на болотах I и II типов. Такую балластировку применяют для трубопроводов диаметром до 1420 мм включительно на прямолинейных и криволинейных участках при температуре строительства и эксплуатации от –60 до +30 °С. Балластировку на обводненных участках трассы можно применять в сочетании с другими видами и способами закрепления трубопровода на проектных отметках (комплексно или чередуя по длине трубопровода). Указанный способ балластировки трубопроводов не допускается использовать на таких участках, где возможен вынос грунта из пригружающей части засыпки подземного трубопровода, из насыпи, а также в тех случаях, когда в процессе эксплуатации трубопровода могут появиться в полотнище из НСМ усилия, которые превышают длительную прочность $P_д$ водонасыщенного стандартного образца шириной 200 мм и длиной рабочей части 100 мм.

В качестве засыпки на участках, где предусмотрено применение грунта с использованием НСМ, рекомендуются грунты, имеющие устойчивую структуру, большую объемную массу, высокий коэффициент фильтрации.

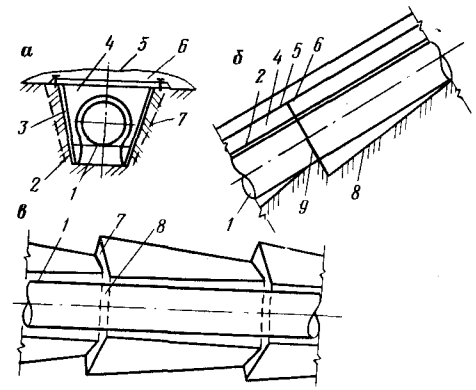


Рис. 9.8. Балластировка трубопровода грунтом с НСМ, уложенного в наклонную траншею:

а – поперечный разрез; *б* – продольный разрез; *в* – план; *1* – трубопровод; *2* – полотнище НСМ для балластировки; *3* – траншея; *4* – балластирующий грунт; *5* – защитное полотнище НСМ; *6* – закрепляющий валик; *7* – боковые уступы траншеи; *8* – уступы дна траншеи; *9* – грунтозадерживающая перегородка

Для балластировки трубопроводов минеральным грунтом с применением геотекстильных синтетических материалов могут быть использованы различные типы конструкций, принципиальные схемы которых приведены на рис. 9.8–9.10. Для закрепления трубопроводов на проектных отметках в качестве пригруза используют местный или привозной грунт. В зависимости от конструкции трубопровода, его диаметра, вида и состояния грунта трубопровод можно балластировать сплошь по всей его длине или отдельными участками (перемычками). Длина перемычки равна 5–20 м, расстояние между перемычками определяется из расчета трубопроводной системы в зависимости от удерживающей способности грунта засыпки. Конструкция (см. рис. 9.8) применяется для балластировки трубопроводов с использованием НСМ в наклонных траншеях, например на поймах и берегах рек, оврагов и на периодически заливаемых участках пересеченной местности.

Конструкции (см. рис. 9.9) применяются на грунтах со слабой несущей способностью, болотах II типах, вечномерзлых грунтах с просадочностью, более 0,1 м для минимального нарушения структуры грунта и повышения устойчивости грунтовой насыпи. Подземная, с малым заглублением в грунт и полузаглубленная прокладки предусматривают разработку траншей минимальной ширины в виде прорезей с вертикальными или слабо наклонными стенками, укладку в них трубопровода и полотнищ НСМ сверху трубопровода и на прилегающих участках грунтовой поверхности и установку грунтозадерживающих поперечных перегородок. После этого на слой НСМ отсыпается грунтовая насыпь. В случае необходимости стабилизации неравномерных деформаций грунтового основания при подземной, подземной с малым заглублением в грунт, полузаглубленной и наземной прокладках на основание укладывается НСМ (см. рис. 9.9, *а*), затем насыпается слой крупноскелетного

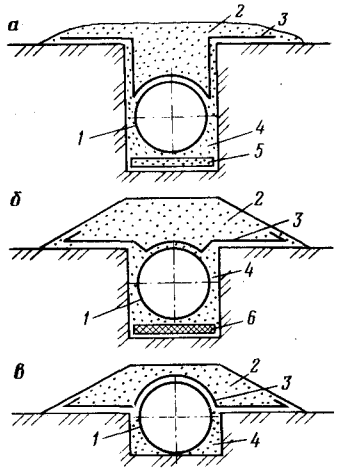
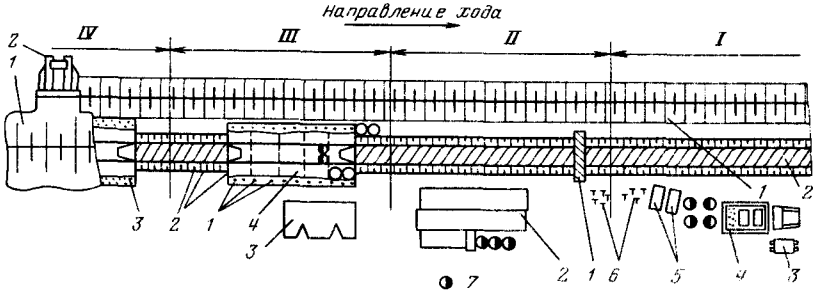


Рис. 9.9. Балластирующие конструкции для грунтов со слабой несущей способностью, болот II типа, вечномерзлых грунтов:

а – подземная прокладка; *б* – подземная прокладка с малым заглублением; *в* – полузаглубленная прокладка; *1* – трубопровод; *2* – грунт засыпки; *3* – полотнище НСМ; *4* – траншея; *5* – крупноскелетный грунт; *6* – теплоизоляция

Рис. 9.10. Схема технологии и организации работ по балластировке газопровода грунтом с применением НСМ:

I этап – подготовка бермы траншеи, разметка мест укладки рулонов, транспортировка и разгрузка их на берме; *1* – отвал грунта; *2* – трубопровод; *3* – передвижной вагончик; *4* – автомобиль с рулонами НСМ; *5* – рулоны НСМ; *6* – крепежные штыри; II этап – размотка рулонов, разметка и нарезка полотнищ, сварка их в заготовки, установка мостика; *1* – переходный мостик; *2* – полотнище НСМ; III этап – укладка полотнищ на трубопровод, крепление краев полотнищ к бермам траншеи, сварка заготовок, устройство перегородок; *1* – закрепление штырями края полотнищ; *2* – перемычки; *3* – полотнище НСМ для перемычек; *4* – уложенный карман из НСМ; IV этап – засыпка "кармана" грунтом; *1* – засыпанный участок; *2* – бульдозер; *3* – "карман" из НСМ; *7* – рабочие



грунта (песок, гравий), сверху расстилается НСМ, на который отсыпается защитный слой грунта и укладывается трубопровод. При использовании полотнищ НСМ для стабилизации неравномерных деформаций грунтового основания, а также для повышения устойчивости насыпи полотнища НСМ следует укладывать сплошным ковром, вдоль всего участка трубопровода. При прокладке трубопроводов на вечномерзлых грунтах в случае необходимости под трубопроводом может предусматриваться прокладка теплоизоляционных плит (см. рис. 9.9, *б*). Во всех конструкциях балластировки с применением НСМ устройство поперечных грунтозадерживающих перегородок, располагаемых с шагом не более 25 м, является обязательным.

Основные технические показатели применяемых НСМ даны в табл. 9.15, а допускаемые отклонения параметров балластировки от проектных данных приведены в табл. 9.16.

Технологическая схема балластировки газопровода грунтом с применением НСМ приведена на рис. 9.10.

Состав и оснащение бригады, выполняющей работы по балластировке трубопроводов с использованием НСМ приведены в табл. 9.17–9.19.

Таблица 9.15. **Физико-механические параметры НСМ (рекламные данные)**

Материал	Фирма	Страна	Исходный полимер	Способ упрочнения	Физико-механические свойства			
					Масса 1 м^2, г	Толщина, мм	Прочность при растяжении, Н/см	Относительное удлинение, %
Бидим И-24	Рон-Пуленк	Франция	Полиэфир	Иглопробивной	210	1,9	160	65
И-34					270	2,3	210	70
И-44					340	2,8	260	75
И-64					550	4,4	440	78
Полифельт	Хеми ЛИНЦ АГ	Австрия	Полипропилен	То же	350	3,2	130	80
					500	4,5	160	80
Типар	Дюпон	США		Термоупрочненный	136	0,46	103	45
					200	0,6	166	52
Террам	Ай-Си-Ай	Великобритания	Полипропилен 75 %, полиэфир 25 %	То же	280	1	94	50
Тревира	Хаш-АГ	Дания	Полиэфир	Иглопробивной	300	–	150	78
					400	–	240	82
					500	–	270	73
3030	Куреха	Япония	То же	Вязальнопрошивной	500	3	300	50

Продолжение табл. 9.15

Материал	Фирма	Страна	Исходный полимер	Способ упрочнения	Физико-механические свойства			
					Масса 1 м^2, г	Толщина, мм	Прочность при растяжении, Н/см	Относительное удлинение, %
FT-7302				Термоупрочненный	740	1,6	500	27
"Марикс"	Юнитика	То же	" –"	Иглопробивной				
AN 160B					160	1,4	160	65
AN 208B					200	2,1	200	65
AN 300B					300	3,7	320	70
AN 400B					400	3,7	420	70
Гейдельбергский холст	Гебрудер Фридрих	ФРГ	"	Плетеный	–	0,4	180	16
					130	0,5	220	16
					185	0,5	320	16
					325	1	600	16
					520	1,25	820	16
Терфил	Темафорг	Венгрия	Полипропилен	Иглопробивной	400	4	170	70
Тератекс 400		ЧСФР	Поликапромид	То же	400	3,3–3,8	90	210
					500			
						4,1–4,6	106	215
500								
600					600	5,0–5,5	120	200
НСМ из расплава полимера		СССР	"–"	"–"	500	3,5–4	100	150

Таблица 9.16. **Допускаемые отклонения параметров балластировки стальных трубопроводов грунтом с применением НСМ от проектных данных**

Контролируемый показатель	Допускаемое отклонение, см	
	+	–
Длина и ширина рулона заготовки НСМ	+20	–20
Длина свободных краев заготовки, уложенных на берме	+10	–10

Продолжение табл. 9.16

Контролируемый показатель	Допускаемое отклонение, см	
	+	–
Расстояние между укладываемыми на трубопровод заготовками НСМ	+20	–100
Нахлест краев полотен для однослойной заготовки НСМ	+5	0
Нахлест краев полотен для двухслойной заготовки	+5	0
Расстояние между грунтозадерживающими перегородками	+100	–20
Толщина засыпки грунта над трубопроводом	+10	–10

Таблица 9.17. **Состав бригады по балластировке трубопровода с использованием НСМ**

Профессия	Разряд	Число
Слесарь	4	2
Рабочий	3	4
Машинист бульдозера	5	1
Водитель вахтовой машины	2 класса	1

Таблица 9.18. **Машины и оборудование для балластировки с применением НСМ**

Машины, приспособления	Число	Примечание
Ручная газовая горелка или паяльная лампа	2	Сварка полотниц НСМ
Бульдозер (74 кВт) Д-492	1	Засыпка "карманов" на НСМ
Вахтовая машина НЗАС-4947	1	Доставка рабочих на трассу
Передвижной домик	1	Для обогрева рабочих

Таблица 9.19. **Потребность в материалах при балластировке НСМ**

Число "карманов" на 1 км трубопровода	НСМ, м^2	Крепежные штифы, шт.
40	15 000	2500
34	12 648	2142
27	10 044	1700
22	8 184	1386

Технико-экономические показатели балластировки трубопровода диаметром 1420 мм грунтом с использованием нетканных синтетических материалов следующие:

Производительность бригады в смену, м	140
Трудоемкость на 1 км балластировки:	
чел.-дн	43,8
чел-ч	299,2
Выработка на 1 рабочего в смену, м	23
Число человек в бригаде	8

ГЛАВА 10. ОБРАТНАЯ ЗАСЫПКА ТРАНШЕЙ

Засыпка траншеи отечественными и импортными бульдозерами

Перед началом работ по засыпке уложенного трубопровода должно быть выдано машинисту бульдозера наряд-задание на это, а также установлены знаки на пересечении с подземными коммуникациями, определен участок производства работ, обозначены опасные места на трассе и ознакомлены с ними исполнители. ИТР и рабочие должны быть ознакомлены с ППР. Должно быть также получено письменное разрешение на засыпку уложенного трубопровода. Засыпка трубопровода должна производиться с предохранением труб и их изоляции от повреждений. Избыточный грунт при засыпке траншеи должен разравниваться пологим валиком, высота которого определяется с учетом осадки. Схемы засыпки трубопроводов в местах пересечения с подземными коммуникациями, на вертикальных и горизонтальных кривых и на захлестках приведены на рис. 10.1; 10.2; 10.3; 10.4. Засыпка уложенного в траншею трубопровода производится бульдозером, обслуживаемым машинистом 6-го разряда. При этом состав его работ следующий: подготовительно-заключительные операции по уходу за агрегатом; приведение его в исходное для работы положение; перемещение грунта с засыпкой траншей; возвращение порожняком и маневрирование; техническое обслуживание бульдозера.

Засыпка траншей бульдозерами может выполняться с различным направлением его проходов, в том числе прямолинейным, косопоперечным, параллельным, косоперекрестным и комбинированным (рис.

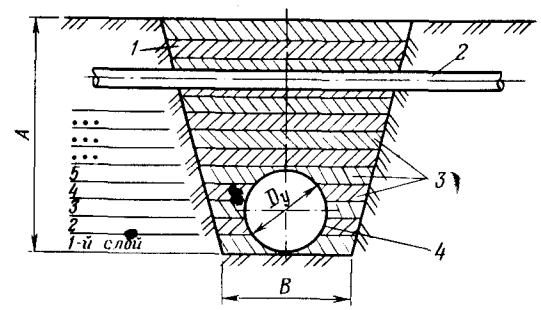


Рис. 10.1. Схема засыпки траншеи в местах пересечения с подземными коммуникациями:

1 – траншея; *2* – подземная коммуникация; *3* – слой засыпки толщиной не более 0,1 м с тщательным трамбованием; *4* – трубопровод. Размеры *A*, *B* устанавливаются ППР (по данным рабочих чертежей)

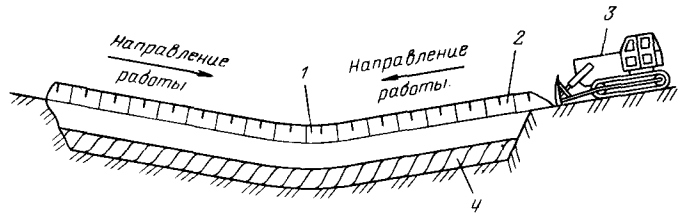


Рис. 10.2. Схема засыпки вертикальной кривой:

1 – отвал грунта; *2* – траншея; *3* – бульдозер; *4* – трубопровод

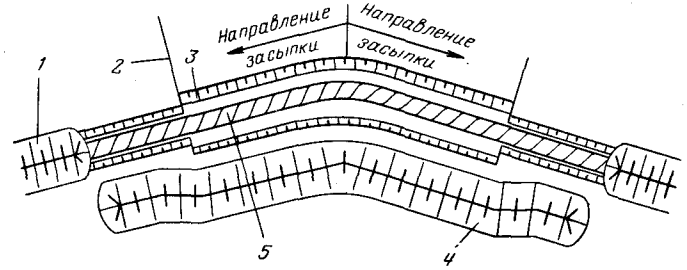


Рис. 10.3. Схема засыпки горизонтальной кривой:

1 – валик; *2* – вторая очередь засыпки; *3* – первая очередь засыпки; *4* – отвал грунта; *5* – трубопровод

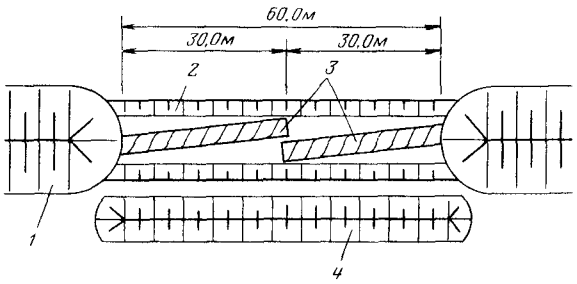


Рис. 10.4. Схема засыпки траншеи на захлестах:

1 – валик; *2* – траншея; *3* – трубопровод; *4* – отвал грунта, засыпаемый после монтажа захлеста

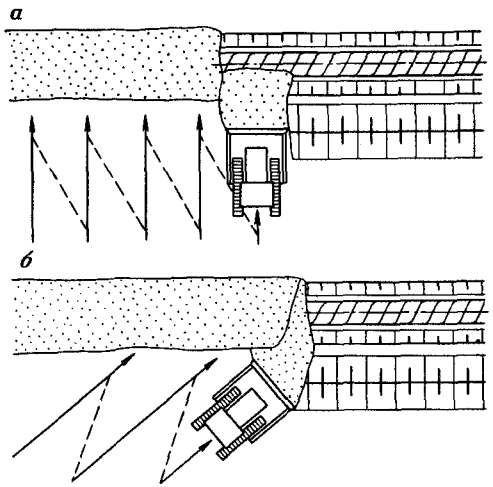


Рис. 10.5. Схема засыпки траншей прямолинейными (*а*) и косопоперечными (*б*) проходами бульдозера

10.5 и 10.6). Засыпка уложенного трубопровода прямолинейными проходами бульдозера применяется при достаточной ширине полосы отвода, позволяющей перемещать грунт отвала поперек оси траншеи. Рациональными способами засыпки траншеи в стесненных условиях строительной полосы, а также в местах с уменьшенной полосой отвода являются способы засыпки их косопоперечными, параллельными и косоперекрестными проходами бульдозеров. При этих способах засыпки бульдозер перемещается под углом 45–50° к оси траншеи (см. рис. 10.5, *б* и 10.6, *а*). Наиболее эффективным способом засыпки траншей в обычных условиях является комбинированный, который заключается в двойном проходе бульдозера: вначале косопоперечным, а потом – по-

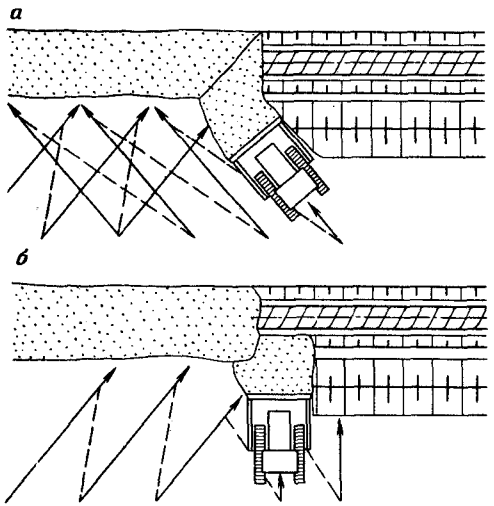


Рис. 10.6. Схема засыпки траншей косоперекрестными (*а*) и комбинированными (*б*) проходами бульдозера

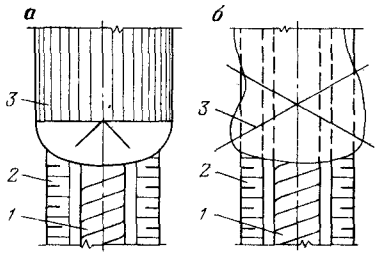


Рис. 10.7. Схема расположения валика по оси траншеи:

а – правильное; *б* – неправильное; *1* – заизолированный трубопровод; *2* – траншея; *3* – валик

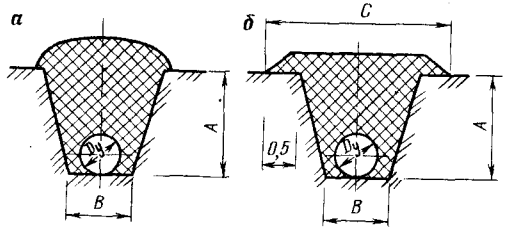


Рис. 10.8. Формы валика для нормальных (*а*) и макропористых грунтов (*б*). Размеры *A*, *B*, *C* устанавливаются проектом

Таблица 10.1 **Усредненные нормы времени при засыпке трубопровода на 100 м^3 грунта по обмеру в плотном состоянии, чел-ч**

Мощность бульдозера, кВт	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта и группа грунта					
		До 5 м			Добавить на каждые следующие 5 м		
		I	II	III	I	II	III
74	ДЗ-17	0,4	0,47	0,54	0,21	0,22	0,23
74	ДЗ-53	0,42	0,49	0,56	0,21	0,22	0,23
96	ДЗ-28	0,43	0,51	0,59	0,23	0,25	0,26

Таблица 10.2 **Усредненные нормы времени при засыпке на 100 м^3 грунта по обмеру в плотном состоянии, чел-ч**

Мощность бульдозера, кВт	Расстояние перемещения грунта и группа грунта					
	До 5 м			Добавлять на каждые 5 м		
	I	II	III	I	II	III
132	0,23	0,25	0,29	0,09	0,1	0,105
184	0,18	0,2	0,2	0,07	0,08	0,085
210	0,16	0,18	0,2	0,06	0,07	0,075
235	0,145	0,165	0,18	0,055	0,065	0,07
284	0,14	0,155	0,17	0,05	0,06	0,065
300	0,1	0,11	0,12	0,035	0,04	0,045
330	0,095	0,105	0,115	0,035	0,04	0,045

перечном проходе (см. рис. 10.6, *б*). При комбинированном способе засыпки траншеи производительность бульдозера более высокая за счет уменьшения средней длины пути перемещения грунта и улучшения условий набора грунта отвалом при втором (поперечном) проходе. Кроме того, этот способ позволяет вести разработку плотных слежавшихся или имеющих небольшое промерзание (до 30 см) грунтов отвала. В целях сокращения продолжительности цикла и повышения производительности бульдозера рабочую операцию подъема отвала бульдозера совмещают с разгрузкой, опускание отвала с переключением передачи трактора и началом движения бульдозера передним ходом, движение задним ходом с маневрированием для установки бульдозера в исходное положение. Примеры правильного и неправильного расположения валика по оси траншеи при ее засыпке показаны на рис. 10.7, а рекомендуемые его формы – на рис. 10.8.

Нормы времени на засыпку трубопровода бульдозерами прведены в табл. 10.1.

При засыпке траншей немерзлым грунтом импортными бульдозерами составы работ звена те же, что и при засыпке отечественными бульдозерами, однако нормы времени следует принимать по табл. 10.2.

Засыпка траншей одноковшовыми экскаваторами

Одноковшовыми экскаваторами засыпают траншеи как в обычных трассовых условиях, так и на болотах I и II типов. При этом организация и технология процесса засыпки трубопровода следующие. Перед началом работ необходимо проверить проектное положение трубопровода, качество изоляционного покрытия и, в случае необходимости, отремонтировать его, обозначить опасные места, о чем предупредить исполнителей. Надо также выполнить работы (если они предусмотрены проектом) по предохранению изоляционного покрытия от механических повреждений, устройству подъездов для доставки экскаватора и бульдозера и их обслуживания, получить письменное разрешение от заказчика на засыпку трубопровода, выдать наряд-задание экипажу экскаватора и машинисту бульдозера на производство работ. Засыпать траншеи с

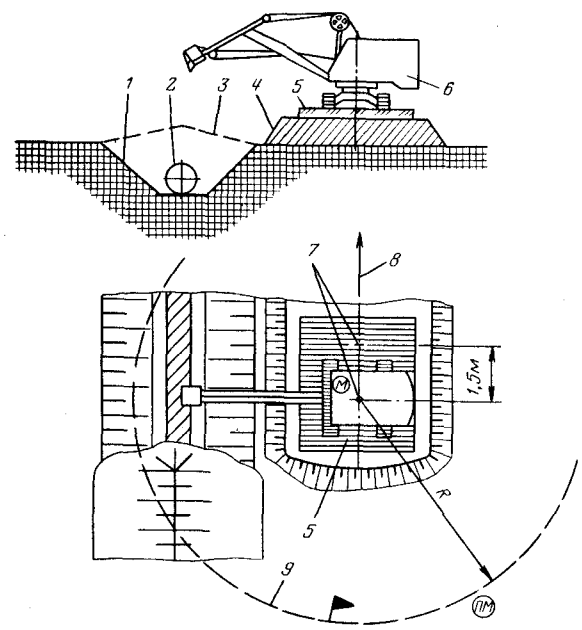


Рис. 10.9. Схема засыпки траншеи одноковшовым экскаватором:

1 – траншея; *2* – изолированный трубопровод; *3* – контур засыпки траншеи; *4* – спланированный отвал грунта; *5* – перекидные слани; *6* – экскаватор; *7* – стоянки экскаватора в процессе передвижки; *8* – направление и ось движения экскаватора; *9* – граница опасной зоны; *М* – машинист экскаватора; *ПМ* – помощник машиниста; *R* – радиус опасной зоны

уложенным трубопроводом следует с минимальным разрывом во времени после изоляционно-укладочных работ и в прохладное время суток, лучше всего утром. Засыпка трубопровода должна производиться с обеспечением сохранности труб и изоляции, плотного прилегания трубопровода ко дну траншеи и его общего проектного положения. Предварительную планировку отвала грунта выполняют двумя проходами бульдозера на ширину 7 м, обеспечивающую укладку перекидных сланей. Грунт спланированного отвала для засыпки траншеи разрабатывают экскаватором торцевым забоем при движении его на сланях по оси отвала (рис. 10.9). Избыточный грунт при засыпке траншей укладывают в надтраншейный валик, высота которого определяется с учетом осадки. В случае нехватки грунта для засыпки траншей его разрабатывают экскаватором из боковых резервов, которые должны закладываться не ближе чем на расстоянии, равном трем глубинам траншеи. В процессе производства работ организуют технический контроль качества засыпки, который заключается в систематическом наблюдении за работами с проверкой соответствия выполняемых работ проектной документации, СНиПа, а также действующим инструкциям и рекомендациям. Работы по засыпке траншеи выполняет звено в составе машинистов бульдозера и экскаватора, а также помощника машиниста экскаватора. При этом целесообразно использовать следующие последовательность и рациональные приемы работы. Планировку отвала грунта производят при рабочем ходе бульдозера в одном направлении. Для достижения лучшего качества работы при обратном холостом ходе отвал бульдозера волочат по поверхности, благодаря чему грунт дополнительно разравнивается тыльной стороной отвала. Цикл работы одноковшового экскаватора при засыпке уложенного трубопровода и мероприятия по сокращению продолжительности рабочего цикла остаются теми, что и при разработке траншеи. В зависимости от технических возможностей, экскаватор оборудуют обратной лопатой (ковшом с зубьями) или драглайном. Оборудование экскаватора выбирают в соответствии с параметрами траншей для магистральных трубопроводов.

Засыпка траншей роторными траншеезасыпателями

Работа роторного траншеезасыпателя наиболее эффективна при засыпке траншеи из смерзшегося отвала и при наличии в нем крупных фракций грунта, а также в условиях стесненной полосы. Резание грунта роторным траншеезасыпателем осуществляют методом "на себя". Разработка грунта осуществляется вращением ротора "от себя". Траншеезасыпатель ТР-2А способен разрабатывать отвал с глубиной промерзания до 0,5 м, а траншеезасыпатель И-171 – мерзлую почву с глубиной промерзания до 0,4 м и при разработке отвала он может работать на мерзлых грунтах с глубиной промерзания до 1,2 м. Первую машину обслуживает один человек, а вторую – два (машинист и помощник машиниста). Траншеезасыпатель ТР-351 при снятом подборном щите может разрабатывать широкую траншею глубиной до 0,5 м при промерзании на полную глубину. В этом случае траншеезасыпатель перемещается задним ходом. При разработке отвала траншеезасыпатель осуществляет резание грунта "на себя". Его обслуживают машинист и помощник машиниста.

ГЛАВА 11. СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕРЕХОДОВ ЧЕРЕЗ РАЗЛИЧНЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ

Сооружение переходов под железными и автомобильными дорогами

Переходы трубопроводов через железные и автомобильные дороги предусматривают в местах прохождения дорог по насыпям либо в местах с нулевыми отметками и в исключительных случаях при соответствующем обосновании в выемках дорог. Угол пересечения трубопровода с дорогами должен быть, как правило, 90°. Прокладка трубопровода через тело насыпи не допускается. Участки трубопроводов, прокладываемых на переходах через железные и автомобильные дороги всех категорий с усовершенствованным покрытием капитального и облегченного типов, предусматриваются в защитном футляре (кожухе) из стальных труб или в тоннеле, диаметр которых определяется из условия производства работ и конструкции переходов и должен быть больше наружного диаметра трубопровода не менее чем на 200 мм. Концы футляра при прокладке трубопровода через железные дороги выводятся на расстояние 25 м от осей крайних путей (но не менее 5 м от подошвы откоса насыпи), 3 м от бровки откоса выемки и 3 м от крайнего воодоотводного сооружения земляного полотна (кювета, нагорный канавы, резерва). При прокладке трубопровода через автомобильные дороги они выводятся на расстояние 10 м от бровки земляного полотна, но не менее 2 м от подошвы насыпи. Концы футляров, устанавливаемых на участках переходов нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через автомобильные дороги III, III-п, IV-п и IV категорий, выводятся на 5 м от бровки земляного полотна. Прокладка кабеля связи трубопровода на участках его перехода через дороги производится в защитном футляре или отдельно в трубах.

На подземных переходах газопроводов через дороги концы защитных футляров должны иметь уплотнения из диэлектрического материала. На одном из концов футляра или тоннеля следует устраивать вытяжную свечу на расстоянии по горизонтали от оси крайнего пути железных дорог общего пользования не менее 40 м, в промышленных дорогах – 25 м и от подошвы земляного полотна автомобильных дорог – 25 м. Заглубление участков трубопроводов, прокладываемых под железными дорогами общей сети, должно быть не менее 2 м от подошвы рельса до верхней образующей защитного футляра, а в выемках и на нулевых отметках, кроме того, не менее 0,5 м от дна кювета, лотка или дренажа. Заглубление участков трубопроводов, прокладываемых под автомобильными дорогами всех категорий, должно приниматься не менее 1,4 м от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра, а в выемках и на нулевых отметках, кроме того, не менее 0,4 м от дна кювета, водоотводной канавы или дренажа. При прокладке трубопровода без защитных футляров указанные глубины следует принимать до верхней образующей трубопровода.

До начала работ по строительству переходов через дороги необходимо спланировать площадку, сделать подъезд к ней, завезти необходимое оборудование, машины, трубы, материалы, вагон-домик.

Перед разработкой котлованов и траншей должны быть выполнены расчистка и планировка трассы на участке перехода, а также разбивка оси котлованов и траншеи. При этом необходимо также обозначить опасные места и места расположения подземных коммуникаций. Если на месте устройства перехода обнаружены подземные коммуникации и сооружения, не указанные в проекте, работы необходимо приостановить и вызвать представителей организаций, эксплуатирующих эти коммуникации или сооружения. Одновременно надо принять меры к защите этих коммуникаций от повреждения. При приближении экскаватора к знакам, указывающим расположение подземных коммуникаций,

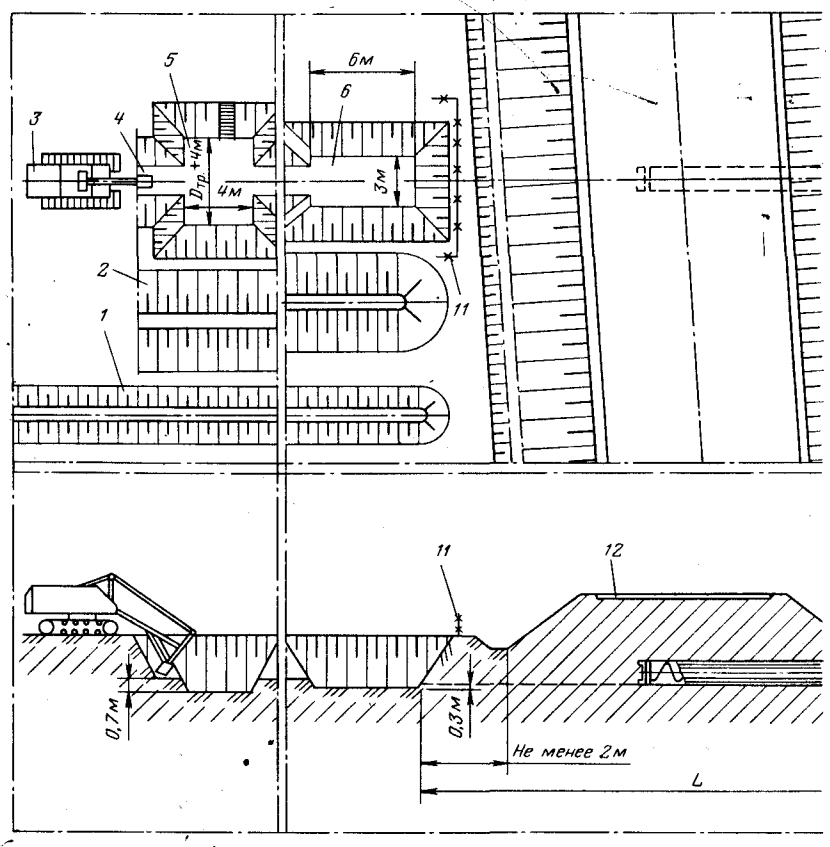
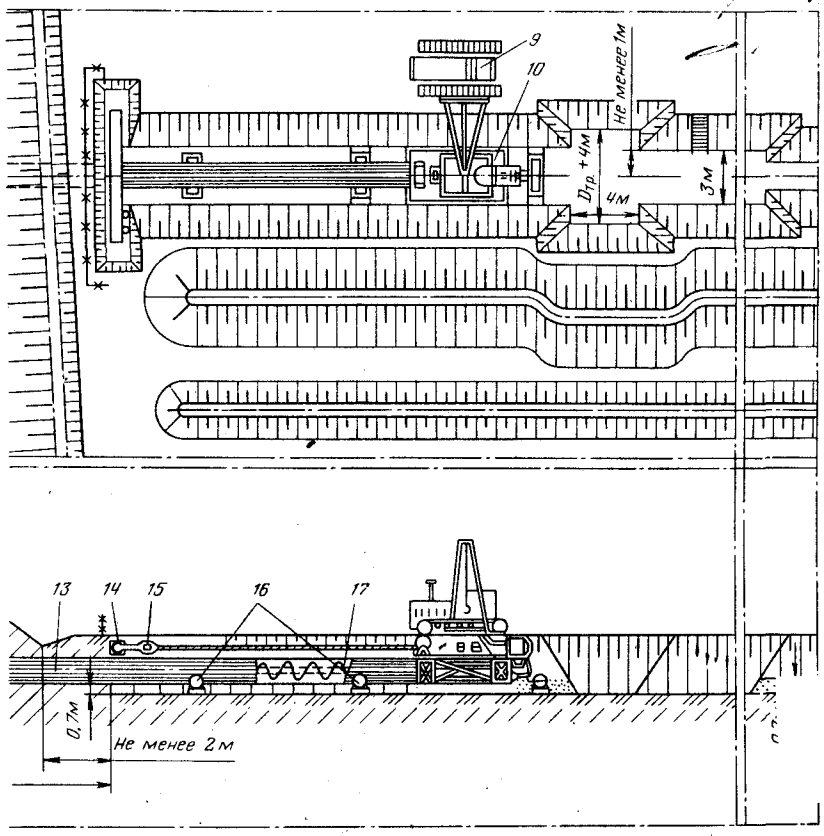


Рис. 11.1. Технологическая схема прокладки кожуха методом горизонтального

1,2 – отвалы плодородного и минерального грунта; *3* – одноковшовый экскава-
котлован; *7* – поперечная траншея для якоря; *8* – рабочий котлован; *9* – кран-
ное защитное ограждение; *12* – дорожное полотно; *13* – кожух; *14* – якорь

работу следует прекратить за 2 м до коммуникаций. Разработку грунтов на этом участке надо производить вручную с соблюдением требований СНиП III-4–80. Рабочий котлован представляет собой траншею, длина которой на 8–12 м должна превышать длину кожуха, ширина по верху на 1,5–2 м ширину установки для горизонтального бурения, а по низу – менее чем на 1,5 м диаметра кожуха. Глубина котлована должна быть на 0,7 м ниже проектной отметки низа кожуха. Поперек рабочего котлована у откоса дороги отрывают траншею шириной 1–1,5 м, глубиной 0,5–1 м, длиной 10–12 м. Ее крепят деревянными стойками, на которые опирается при бурении труба-якорь, служащая для крепления блока по-



бурения на переходе трубопровода под дорогой:

тор; *4* – траншея; *5* – приямок для сварки захлеста в котловане; *6* – приемный трубоукладчик; *10* – установка горизонтального бурения (УГБ); *11* – инвентар- (стальная труба); *15* – полиспаст; *16* – инвентарные роликоопоры; *17* – шнек

лиспаста. Приемныи котлован служит для приема кожуха и демонтажа головки шнека. Длина его должна быть 6 м, ширина по дну на 1,5 м больше диаметра кожуха, а глубина на 0,3 м ниже проектной отметки низа кожуха. Рабочий и приемный котлованы и траншеи разрабатываются с откосами согласно СНиП в зависимости от вида грунтов и глубины выемки. При разработке рабочих и приемных котлованов, во избежание осадки насыпи необходимо отступить не менее чем на 2 м от подошвы насыпи дороги. При нарушении кювета в него должна быть уложена водопропускная труба, соответствующая сечению кювета.

Кожух из отдельных труб сваривают на берме траншеи, после чего его очищают очистной машиной и изолируют, часто вручную. Стык после сварки захлеста изолируют также вручную. К началу работ по проведению горизонтального бурения должны быть готовы рабочий и приемный котлованы и поперечная траншея для якоря, установлены защитные инвентарные ограждения. В рабочем котловане устанавливают инвентарные роликовые опоры. На берме рабочего котлована в кожух при помощи крана-трубоукладчика устанавливают шнек. Кожух, с уложенным в него шнеком и укрепленной на шнеке режущей головкой, краном-трубоукладчиком опускают в рабочий котлован на роликовые опоры. На кожухе закрепляют установку горизонтального бурения УГБ и соединяют конец шнека с валом привода. К трубе-якорю, установленному в поперечной траншее, крепят неподвижный блок полиспаста. Пуск установки следует производить в строго определенном порядке: первым включается шнек, а затем лебедка. Остановка производится в обратном порядке. Схема бурения при устройстве перехода трубопровода представлена на рис. 11.1. Бурение прекращают, как только кожух вышел в приемный котлован на 1–1,5. Затем демонтируют установки горизонтального бурения в обратной монтажу последовательности. При горизонтальном бурении нивелиром выверяют правильное направление кожуха. В процессе работы УГБ поддерживается краном-трубоукладчиком и ее положение проверяется по уровню.

В состав сварочно-монтажных работ при устройстве перехода входят сборка и сварка защитного кожуха, рабочей плети трубопровода и присоединение к ней заглушек и штуцера для гидравлического испытания (если оно необходимо по проекту), сварка в нитку в пределах всего перехода. При сборке и сварке кожуха или рабочей плети их укладывают на инвентарные опоры (лежки) и очищают внутреннюю полость от грязи, камней, снега и прочих посторонних предметов. Далее необходимо осмотреть свариваемые кромки, в случае необходимости выровнять их, зачистить их шифовальной машинкой до металлического блеска и прилегающую к ним наружную и внутреннюю поверхность на ширину не менее 10 мм.

Производство сварочно-монтажных работ надо выполнять согласно технологическим картам на сборку и сварку труб и звеньев труб в нитку.

Для проведения гидравлического испытания рабочей плети производится приварка сферических (инвентарных) заглушек штуцера для заполнения плети водой и воздухоспускного патрубка, устанавливаемого в верхней точке рабочей плети.

Перед нанесением изоляционного покрытия любого типа поверх-

Таблица 11.1. **Температура битумной мастики в ванне изоляционной машины, необходимая для получения 6 мм изоляционного слоя в зависимости от температуры окружающего воздуха**

Температура, окружающего воздуха, °С	Температура мастики в ванне изоляционной машины, °С
(+30) – (+10)	145–155
(+10) – (–5)	155–165
(–5) – (–15)	165–175
(–15) – (–25)	175–185
<–25	185–190

ность плети очищают и грунтуют. Очистку плети на переходах, по возможности, производят очистными машинами, в случае невозможности их использования, очищают вручную скребками и щетками или механизированным инструментом. При очистке с поверхности трубопровода удаляют грунт, следы коррозии и легко отделяющуюся окалину. Очищенная поверхность должна иметь серый цвет с характерным металлическим блеском. Для обеспечения равномерного покрытия грунтовку перед нанесением на очищенную поверхность вначале тщательно перемешивают, а затем наносят на трубу кистью или валиком и растирают по поверхности равномерным слоем без пропусков, подтеков, сгустков или пузырей. На низ трубы грунтовку наносят с помощью полотенец. Необходимо обеспечивать хорошее сцепление грунтовки с поверхность трубопровода. Изоляционные покрытия на секцию наносятся сразу же после грунтовки. Температурные пределы нанесения изоляционных покрытий должны соответствовать требованиям технических условий на данный вид изоляции. Битумные мастики следует наносить с учетом температуры окружающего воздуха (табл. 11.1).

Изоляционную ленту следует наносить без перекосов, морщин, отвисаний, с нахлестом для двухслойного покрытия – на 50 % ширины ленты плюс 3–5 см, нанесение изоляции с гофрами не допускается, а при однослойном ширина нахлеста 3–5 см. Изоляционное покрытие необходимо предохранять от повреждений, которые могут возникнуть в момент протаскивания рабочей плети в защитный кожух. С этой целью чаще всего изолированный трубопровод футеруют деревянными рейками с обвязкой их стальной проволокой. Проволока, скрепляющая футеровочные рейки, и скрутки не должны касаться поверхности плети, а после ее протаскивания – внутренней поверхности защитного кожуха. Перед протаскиванием плети защитный кожух надо очистить от остатков грунта и затем подать к рабочему котловану. Для уменьшения сопротивления протаскиванию рейку целесообразно смазать солидолом, а на передний конец плети установить конусообразный наконечник (колпак). При протаскивании кранами-трубоукладчиками рабочую плеть надо переместить в створ траншеи, головной участок плети ввести в кожух, а всю плеть привести в соосное с кожухом положение. Далее продольным перемещением трубоукладчиков, с помощью бульдозера, плеть протаскивают в кожух до выхода ее головного участка на необ-

Таблица 11.2. **Потребность в машинах и оснастке на строительство переходов**

Машины	Марка	Диаметр трубопровода, мм					
		520	720	820	1020	1220	1420
Бульдозер	ДЗ-28	1	1	1	1	1	1
Одноковшовый экскаватор	ЭО-4121	1	1	1	1	1	1
Установка горизонтального бурения:							
	УГБ-5	1	1	–	–	–	–
	ГБ-1021	–	–	1	–	–	–
	ГБ-1421	–	–	–	1	1	–
	ГБ-1621	–	–	–	–	–	1
Сварочный агрегат	СДУ-2В	1	1	1	1	1	1
Кран-трубоукладчик	ТГ-161	3	3	–	–	–	–
	ТГ-321	–	–	3	3	3	–
	К-594	–	–	–	–	–	3
Очистная машина	ОМ-521	1	–	–	–	–	–
	ОМЛ-4	–	1	1	–	–	–
	ОМ-121	–	–	–	1	1	–
	ОМ-1422	–	–	–	–	–	1
Центратор наружный звенный	ЦЗ-51	1	–	–	–	–	–
	ЦЗ-71	–	1	–	–	–	–
Центратор наружный звенный	ЦЗ-81	–	–	1	–	–	–
	ЦЗ-101	–	–	–	1	–	–
	ЦЗ-121	–	–	–	–	1	–
	ЦЗ-141	–	–	–	–	–	1
Наполнительно-опрессовочный агрегат	АНО-201	1	1	1	1	1	1

ходимую величину. Перед укладкой остальной части трубопровода в траншею в пределах перехода необходимо проверить состояние траншеи на переходе. Обвалившийся грунт очищают механизированным способом. В крайнем случае разрешается уборка обвалившегося грунта вручную под непосредственным руководством прораба или мастера. Перед укладкой плети в траншею и его протаскиванием необходимо проверить надежность стальных канатов, блоков и тормозных устройств кранов-трубоукладчиков, стальных полотенец и других захватных приспособлений. При опускании и протаскивании плети машинистам трубоукладчиков и бульдозера необходимо соблюдать согласованность в работе. Все работы по протаскиванию или опусканию плети должны проводиться по сигналу бригадира.

По окончании сварочно-монтажных и изоляционно-укладочных работ на переходе и после монтажа захлестов с обеих сторон перехода производят работы по установке сальников к защитному кожуху и по монтажу свечи для газопровода или отводного колодца для нефтепровода. Потребность в машинах и оснастке на строительство переходов различных диаметров приведена в табл. 11.2.

Таблица 11.3 **Усредненные нормы времени на бурение, чел-ч**

Вид работ	Измеритель	Диаметр кожуха, мм				
		720	820	920	1020	1220
Установка направляющих тележек	1 тележка	3	3	3	3	3
Сборка шнека и установка кожуха	10 м шнека	3,9	4,1	4,3	4,9	5,9
Монтаж буровой установки	1 установка	17	17	17	17	17
Бурение в грунтах:						
I группы	10 м	10,5	12,5	14	15,5	18,5
II группы	10 м	16,5	18,5	21	24	29
III группы	10 м	26	29	32	37	44
Разборка шнеков, вытаскивание секций из траншеи	10 м шнека	1,35	1,6	1,85	2,6	3,1
Снятие тележек и подъем их из траншеи	1 тележка	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Демонтаж буровой установки	1 установка	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3

Таблица 11.4 **Усредненные нормы времени на монтаж перехода через дорогу, чел-ч**

Операция	Диаметр трубопровода, мм					
	До 219	273	325	377	426	476
Протаскивание плети	2,7	3,4	4,2	4,9	5,6	6,2
Установка сальников в кожухе	2,9	3,4	3,4	3,4	5,2	5,2
Установка свечей	5,5	5,5	5,5	5,5	7,6	7,6

Продолжение табл. 11.4

Операция	Диаметр трубопровода, мм				
	529	630	720	820	1020
Протаскивание плети	7	7,9	9,6	11	13,5
Установка сальников в кожухе	5,2	7,2	7,2	8,6	8,6
Установка свечей	7,6	7,6	9,8	9,8	9,8

Усредненные нормы времени на горизонтальное бурение шнековой установкой типа УГБ и ГБ приведены в табл. 11.3.

Усредненные нормы времени на монтаж перехода через дорогу приведены в табл. 11.4.

Строительство переходов трубопроводов через овраги, балки и мелкие водотоки

В зависимости от глубины, ширины балок и оврагов, крутизны их склонов, а также от конструктивных проектных решений могут быть применимы шесть технологических схем. По первой схеме (рис. 11.2, *а*) устраивают переходы через неглубокие балки и овраги с пологими склонами. Такие переходы имеют одно кривое колено. Монтаж и сварка трубопровода, осуществляемые отделочной бригадой, выполняются на берме траншеи. Изоляционно-укладочные работы выполняются линейной колонной по ходу ее движения. Для того, чтобы трубопровод лег на отметки и прилегал к дну траншеи без зависаний и "набега", перед переходом по ходу движения должен быть оставлен технологический разрыв. По второй схеме (рис. 11.2, *б*) устраивают переходы через глубокие балки и овраги со склонами, позволяющими работу техники без анкеровки. Соотношение глубины и ширины такого препятствия вызывает необходимость применения кривых колен, а относительная пологость склонов позволяет производить укладку трубопровода в траншею постоянной глубины без срезки склонов. Третья схема (рис. 11.2, *в*) применяется при устройстве переходов через глубокие балки и овраги с одной кривой вставкой, но со срезкой вершин склонов и отсыпкой земляных призм в местах зависания трубы. При этом, хотя и увеличивается объем земляных работ, но появляется возможность смонтировать трубопровод, близкий к профилю дна траншеи и уложить его в траншею с минимальными упругими деформациями. Организация и технология строительства, в основном такие же, как и при первой схеме. По четвертой схеме (рис. 11.2, *г*) устраиваются переходы через глубокие балки и овраги с крутыми склонами (более 15°) с тремя кривыми коленами гнутья. Резкий характер изменения крутизны склонов и их относительная обрывистость, несмотря на наличие в верхней части кривых колен, влечет за собой значительную разницу в глубине траншеи по длине перехода. Непараллельность линий черных и красных отметок, а, следовательно, и профиля укладываемого трубопровода, усложняет монтажные работы, вызывает необходимость срезки склонов балок и оврагов. Ширина срезки должна быть достаточной для размещения траншеи, монтажной полосы и зоны работы кранов-трубоукладчиков. При срезке склонов балок, особенно с селевыми выносами, и оврагов разработанный грунт должен полностью удаляться в низовую сторону за пределы строительной полосы, без загромождения русла. Пятая схема (рис. 11.2, *д*) применяется для переходов через балки и овраги с широким дном. Конструктивные решения могут приниматься как по одной из схем, так и в комбинации. Например, один склон по первой схеме, а второй – по четвертой. При строительстве переходов подобного типа в ряде случаев возни-

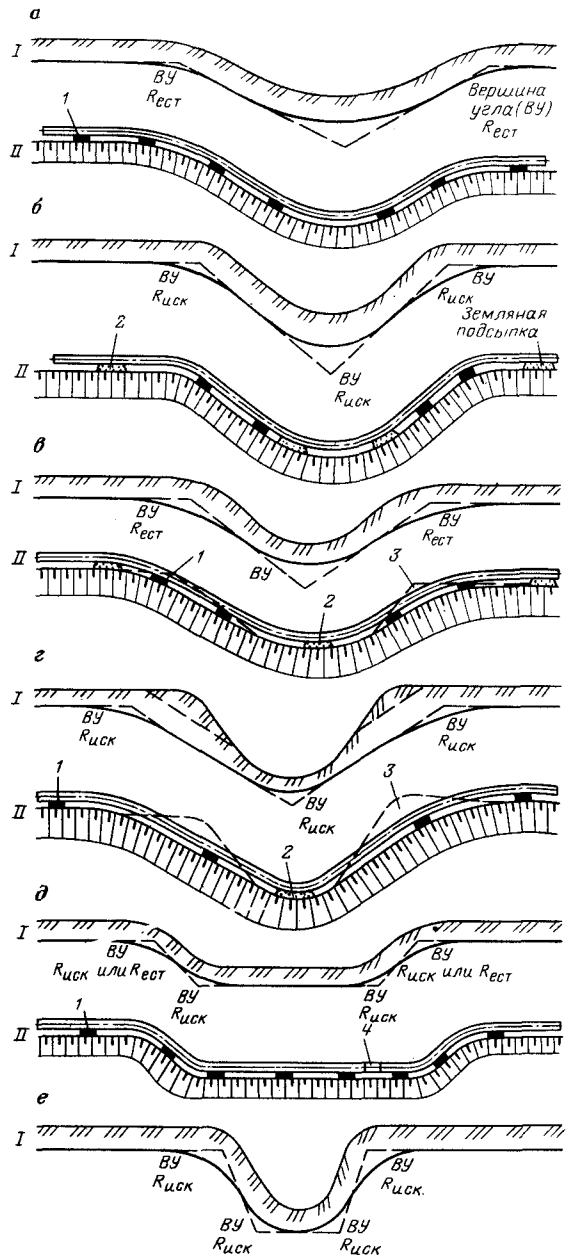


Рис. 11.2. Схемы устройства переходов (*а–е*) трубопроводов через овраги, балки и мелкие водотоки (к классификации переходов):

I – проектное решение; *II* – монтажное решение; *1* – лежка; *2* – земляная подсыпка; *3* – срезка; *4* – технологический разрыв; *ВУ* – вершина угла; $R_{иск}$ – радиус трубопровода с гнутым коленом; $R_{ест}$ – то же, упругого прогиба

Таблица 11.5. **Перечень машин и оснастки, необходимых для строительства переходов через овраги и балки**

Машины и механизмы	Марка	Диаметр трубопровода, мм					
		530	720	820	1020	1220	1420
Бульдозер	На базе Т-100	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2
Одноковшовый экскаватор	ЭО-4121	1	1	1	1	1	1–2
Кран-трубоукладчик	ТГ-161	3–5	3–5	3–5	–	–	–
	ТГ-321	–	–	–	3–5	3–5	–
	К-594	–	–	–	–	–	3–5
Сварочная установка	СДУ-2В	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2
Центратор наружный	ЦЗ-51	1	–	–	–	–	–
	ЦЗ-71	–	1	–	–	–	–
	ЦЗ-81	–	–	1	–	–	–
	ЦЗ-101	–	–	–	1	–	–
	ЦЗ-121	–	–	–	–	1	–
	ЦЗ-141	–	–	–	–	–	1
Аппарат для газовой резки в комплекте с газорежущей машинкой		1	1	1	1	1	1
Водоотливной агрегат	АВ-701	1	1	1	1	1	1
Очистная машина	ОМ-521	1	–	–	–	–	–
	ОМЛ-4	–	1	1	–	–	–
	ОМ-121	–	–	–	1	1	–
	ОМ-1422	–	–	–	–	–	1

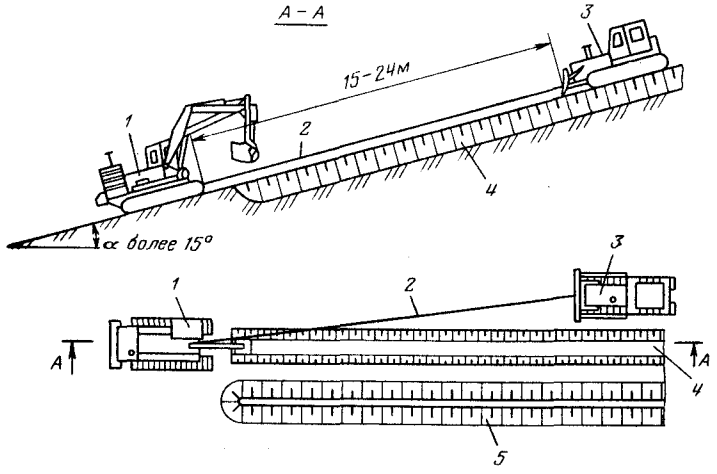


Рис. 11.3. Схема разработки траншеи при крутизне склонов более 15°:

1 – экскаватор; *2* – якорный трос диаметром 29 мм; *3* – бульдозер (якорь); *4* – траншея; *5* – отвал грунта

кает необходимость в дополнительном технологическом разрыве перед второй по ходу работ нижней кривой, который ликвидируется после укладки плетей. По шестой схеме (рис. 11.2, *е*) устраиваются переходы через балки и овраги с очень крутыми склонами (более 30–35°).

Комплексная бригада по строительству переходов через овраги и балки должна быть обеспечена машинами, приведенными в табл. 11.5.

Технология производства земляных работ при устройстве траншей на склонах различной крутизны различны, равно как и комплекты необходимых машин и остастки. На рис. 11.3 приведен пример разработки траншеи при крутизне склона более 15°

При производстве сварочно-монтажных работ на крутых склонах все машины и установки соединены между собой анкерными тросами (рис. 11.4). Необходимые при этом машины и оснастка приведены в табл. 11.6, а марки стропов – в табл. 11.7. Допустимые расстояния от откоса выемки до ближайших опор машин для различных грунтов приведены в табл. 11.8.

Схема производства сварочно-монтажных работ и расстановка машин на уклонах от 18 до 22° приведена на рис. 11.5.

Для удержания наращиваемого трубопровода от самопроизвольного

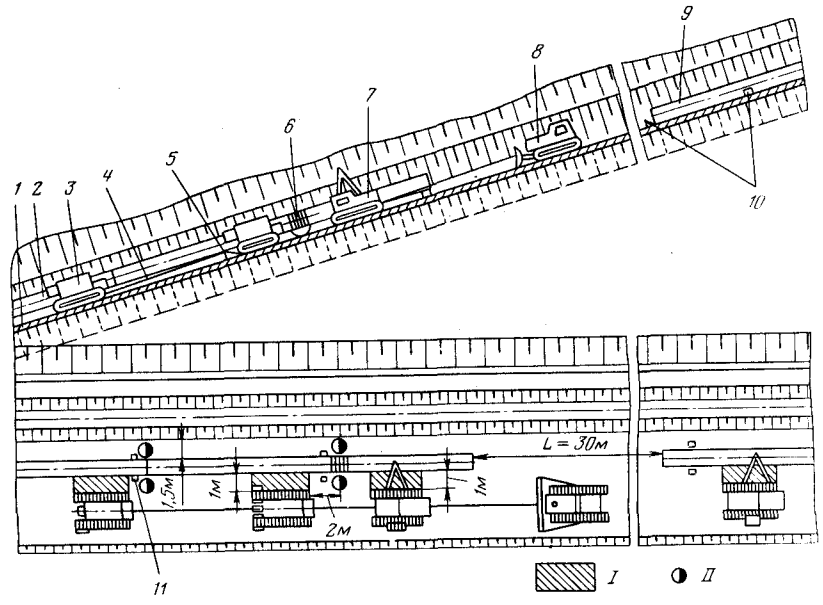


Рис. 11.4. Схема производства сварочно-монтажных работ на склонах крутизной от 15 до 18°:

1 – траншея; *2* – трубопровод; *3* – сварочная установка СДУ-2В; *4* – якорный трос диаметром 32,5 мм; *5* – башмаки; *6* – центратор ЦЗ; *7* – кран-трубоукладчик; *8* – бульдозер (якорь); *9* – одиночная труба; *10* – противораскатные башмаки; *11* – инвентарная лежка; I – опасная зона (не заходить!); II – места расположения сварщиков

Таблица 11.9. **Машины для изоляционно-укладочных работ**

Машины и механизмы	Марка	Диаметр трубопровода, мм				
		530	720–820	1020	1220	1420
Трубоукладчик	ТГ-161	4	5	–	–	–
	ТГ-321	–	–	5	6	-
	К-594	–	–	–	–	6
Очистная машина	ОМ-521	1	–	–	–	–
	ОМЛ-4	–	1	–	–	–
	ОМ-121	–	–	1	1	–
	ОМ-1422	–	–	–	–	1
Изоляционная машина	ИЛ-521	1	–	–	–	–
	ИЛ-821	–	1	–	–	–
	ИЛ-1422	–	–	1	1	1
Бульдозер (якорь)	На базе Т-100	По расчету в зависимости от уклона и состояния грунтов				

Таблица 11.10. **Расстояние между трубоукладчиками и группами трубоукладчиков при производстве изоляционно-укладочных работ**

Диаметр трубопровода, мм	Тип схемы	Расстояние между трубоукладчиками (группами), м			Максимально допустимое расстояние между очистной и изоляционной машинами, м
		l_1	l_2	l_3	
530	I	15–20	15–20	–	20
720–1020	I	20–25	30–35	–	35
1220	II	25–30	30–35	–	40
1420	III	30–40	30–35	15–20	45

Таблица 11.11. **Состав бригады**

Профессия	Разряд	Число рабочих
Машинист экскаватора	6	1
Электросварщик	5	2
Машинист крана-трубоукладчика	6	1
Машинист водоотливной установки	4	1
Машинист продавливающей установки	5	1
Помощник машиниста установки	4	2
Трубоукладчик	5	1
Разнорабочий	2	4

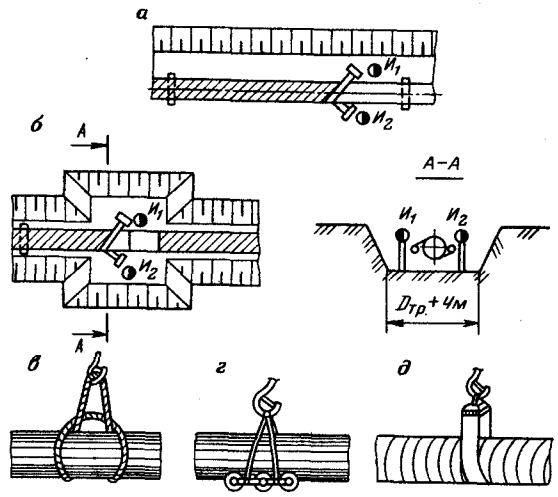


Рис. 11.6. Схемы изоляции захлеста (катушки) вручную в траншее (*а*), в приямке (*б*), и варианты строповки труб кольцевым тросом (*в*), троллейной подвеской (*г*), мягким полотенцем (*д*, $И_1$, $И_2$ – изолировщики

при сооружении переходов через железные дороги. В этом случае применяется метод продавливания кожуха. Работы выполняются в такой последовательности: рытье рабочего и приемного котлованов с обеих сторон дорог; монтаж оборудования в котловане; продавливание отдельных труб кожуха; смена вставок по мере продавливания; приварка труб кожуха по мере их продавливания; удаление грунта из кожуха и котлована; контроль положения кожуха в процессе продавливания. Далее производится протаскивание и монтаж плети труб через переход в такой же последовательности как при бурении. Перед началом работ производится водопонижение закрытым способом (иглофильтры).

Состав бригады по проходке перехода методом продавливания приведен в табл. 11.11.

ГЛАВА 12. ОЧИСТКА ПОЛОСТИ И ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Технология работ

Полость трубопровода до испытания очищают от окалины, грата и попавших внутрь него грунта, воды и различных предметов. Очистка полости трубопровода в зависимости от способа укладки или монтажа производится: подземных участков – после укладки и засыпки; надземных участков – после укладки и крепления на опорах. Очистку полости трубопровода производят одним из следующих способов: продувкой с пропуском металлических очистных поршней или эластичных раз-

делителей; продувкой без пропуска очистных устройств; промывкой с пропуском эластичных разделителей; протягиванием очистного устройства.

Магистральные трубопроводы до сдачи в эксплуатацию подвергаются испытанию на прочность и проверке на герметичность. Цель испытаний – установить возможность длительной работы трубопровода на расчетных режимах без разрушений, найти и устранить утечки напорной среды через неплотности. Испытание на прочность и проверку на герметичность проводят пневматически (воздухом или природным газом) или гидравлически. Испытание на прочность и проверка на герметичность производятся при полной готовности трубопровода, после балластировки на обводненных участках и водных переходах, полной засыпки, крепления надземных участков на опорах, очистки внутренней полости, монтажа узлов запорной арматуры, установки контрольно-измерительных приборов, а также после обеспечения постоянной или временной связи.

Для очистки полости трубопровода воздухом (продувки) необходимо, чтобы при соотношении длин продуваемого плеча и рессивера 1:1 давление в рессивере было не менее 0,2–0,8 МПа.

Во всех случаях, когда при очистке полости используется газ, способ и порядок производства работ должны быть согласованы с Государственной газовой инспекцией. При продувке трубопровода газом из него предварительно должен быть вытеснен воздух. Газ для вытеснения воздуха должен подаваться с давлением не более 0,2 МПа. Вытеснение воздуха считается законченным, когда содержание кислорода в газе, выходящем из трубопровода, составляет не более 2 %. Продувка считается законченной, если из продувочного патрубка выходит струя чистого воздуха или газа. Если после вылета поршня или разделителя из продувочного патрубка выходит вода, по трубопроводу дополнительно следует пропустить эластичные разделители. При продувке трубопровода пропуск и выпуск газа или воздуха, грязи и очистного устройства через линейную арматуру запрещается. На болотах и обводненных участках, указанных в проекте, после пропуска металлического очистного поршня дополнительно пропускают эластичные разлелители. Продувка без пропуска металлических очистных поршней допускается на переходах через водные преграды, на участках с резко пересеченным рельефом местности. Загрязнение в этих случаях следует удалить увеличением скоростей потока и объема воздуха или газа. Протяженность участка трубопровода, продуваемого без пропуска очистных устройств, не должна превышать 5 км. Промывку с пропуском эластичных разделителей производят на участках трубопровода, испытание которых предусмотрено в проекте гидравлическим способом. Протяженность таких участков не должна быть более 30 км. При этом впереди разделителя должна быть залита вода в объеме не менее 15 % объема полости очищаемого участка трубопровода.

Для очистки полости трубопровода методом продувки следует использовать очистные поршни ОП-1420, а при промывке – эластичные разделители ДЗК-РЭМ. После очистки полости любым из указанных способов на концах участка следует устанавливать временные инвентарные заглушки. Проведение очистки полости без обеспечения радио- или телефонной связи запрещается. О проведении и результатах очистки полости участка трубопровода составляется акт. Испытательное давление в целом устанавливается проектом и должно составлять согласно требованиям СНиП не менее 1,1 рабочего. Проверку на герметичность участков всех категорий с применением любой напорной среды необходимо производить после каждого испытания на прочность при условии снижения испытательного давления до максимального рабочего. Продолжительность проверки на герметичность не регламентируется и определяется временем, необходимым для тщательного осмотра трассы для выявления утечек напорной среды через неплотности.

Способ испытания трубопровода должен определяться проектом в зависимости от условий его прохождения, метода укладки или монтажа, климатических условий в период испытания и от других факторов. Участки трубопроводов I категории должны подвергаться испытанию на прочность и проверке на герметичность в два этапа:

I этап – после сварки участка или его части на берме траншеи, на опорах или площадках; испытательное давление должно составлять 1,25 рабочего; продолжительность – 2 ч.

II этап – при окончательном испытании трубопровода в целом (одновременно с прилегающими участками II, III и IV категорий); испытательное давление равно 1,1 рабочего; продолжительность – 12 ч при пневматическом испытании и 6 ч при гидравлическом.

Протяженность испытываемых участков ограничивается только в случаях гидравлического испытания, когда учитывается гидростатическое давление. Замеры давления и наблюдения за состоянием трубопровода следует производить по участкам, ограниченным линейной арматурой. Заполнение трубопровода испытательной средой и подъем давления в нем могут производиться как по отдельным участкам, так и всего объекта.

При подготовке трубопровода к испытанию необходимо составить схему испытания; отключить испытываемый участок от смежных участков сферическими заглушками или предварительно испытанной линейной арматурой; установить контрольно-измерительные приборы; смонтировать узлы подключения к источникам газа или воздуха; смонтировать обвязку компрессоров и предварительно испытать ее на давление, равное 1,25 испытательного, опробовать работу компрессоров и подсоединить их к испытываемому трубопроводу.

Сроки проведения испытания и объемы закачки природного газа в трубопровод для испытания должны соответствовать возможностям принятых источников газа. Подъем давления до испытательного при использовании в качестве рабочей среды воздуха осуществляется передвижными компрессорными станциями, при испытании газом – агрегатами компрессорных станций действующего газопровода или от скважин. На участках, проходящих параллельно действующему трубопроводу, по которому природный газ транспортируется с давлением меньше испытательного, наполнение строящегося трубопровода целесообразно производить путем отбора природного газа из действующей нитки до выравнивания давления.

При пневматическом способе испытания заполнение трубопровода и подъем давления в нем до испытательного ведут по линиям при закры-

тых линейных кранах. Для испытания природным газом или воздухом участков II, III и IV категорий, а также в трубопроводах I категории, испытываемых совместно с указанными участками, подъем давления производят плавно (не более 0,3 МПа в час). При давлении 2 МПа производят предварительный осмотр трассы, подъем давления на это время прекращается. Если при осмотре трассы не будет обнаружено видимых дефектов трубопровода, дальнейший подъем давления до испытательного продолжают без остановки. При достижении испытательного давления трубопровод выдерживают под этим давлением в течение 6 ч при открытых кранах обводных линий и закрытых линейных кранах, затем закрывают краны обводных линий и производят в течение 6 ч наблюдения и замеры давлений на отдельных участках между линейными кранами. Осмотр трассы при подъеме давления от 2 МПа до испытательного давления и в течение 12 ч (время выдержки и испытания трубопровода на прочность) запрещается. По окончании испытания на прочность давление снижают до максимального рабочего и только после этого производят контрольный осмотр трассы с целью проверки на герметичность. Снижение давления производят плавно, со скоростью не более 0,3 МПа в час. При этом газ по возможности перепускают в соседний участок. Проведение гидравлического испытания при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С допускается лишь при условии предохранения трубопровода, линейной арматуры и приборов от замерзания.

При подготовке к испытанию необходимо выбрать схему испытания; отключить испытуемый участок от смежных участков сферическими заглушками или предварительно испытанной линейной арматурой; установить контрольно-измерительные приборы; смонтировать узлы для вытеснения воздуха из трубопровода при заполнении водой, узлы пуска и приема разделителей для промывки трубопровода и удаления воды после испытания; запасовать эластичный разделитель в узел пуска; смонтировать воздухоспускные краны, а также узлы подключения к трубопроводу и обвязку наполнительных и опрессовочных агрегатов, испытать ее на давление, равное 1,25 испытательного, опробовать работу агрегатов и подсоединить их к испытываемому трубопроводу.

Суммарная производительность наполнительных агрегатов должна обеспечивать скорость движения разделителя по трубопроводу не менее 3 км/ч.

В схеме испытания предусматривают возможность перепуска воды в участки, подлежащие последующему испытанию. При заполнении участков трубопровода водой для гидравлического испытания из них полностью удаляют воздух путем пропуска эластичных разделителей впереди потока воды. Операция по вытеснению воздуха из трубопровода может быть объединена с промывкой полости трубопровода. Участок считают заполненным водой, если вода вытекает через все воздухоспускные краны сплошной струей, а разделитель прошел весь трубопровод и вошел в узел приема. После заполнения трубопровода водой наполнительные агрегаты поднимают давление до максимальной величины, возможной по их техническим характеристикам. Испытательное давление в трубопроводе создается опрессовочными агрегатами. Продолжительность гидравлического испытания участков трубопровода на прочность должна быть не менее 6 ч. Осматривают трассу только после снижения

испытательного давления до максимального рабочего. Трубопровод считается выдержавшим испытание, если осмотром не обнаружены утечки и давление осталось неизменным.

Организация работ

При всех способах испытания трубопроводов на прочность и проверки на герметичность для измерения давления применяют дистанционные приборы типа "Контролер" или проверенные, опломбированные и имеющие паспорт манометры класса точности не ниже 1,5 с предельной шкалой на давление около 4/3 от испытательного, устанавливаемые вне охранной зоны. Давление измеряют в месте установки каждого отключающего устройства, а также в начале и конце испытуемого участка трубопровода. Перед подъемом давления в местах пересечения трубопроводом автомобильных и железных дорог выставляются охранные посты, укомплектованные достаточным числом предупредительных знаков, на узлах кранов – круглосуточные посты, обеспеченные всем необходимым для аварийного закрытия отключающей арматуры. На время испытания трубопровода, в точках установки выносных манометров, в местах пересечения трубопровода с автомобильными и железными дорогами устанавливаются передвижные радиостанции, которые должны располагаться на расстоянии не менее 400 м от линейной арматуры с подветренной стороны.

Перед началом испытания каждый член ремонтно-восстановительной бригады, дежурные постов, обходчики обязаны пройти соответствующий инструктаж, с четким разделением обязанностей. Во время испытания дежурные постов и обходчики должны быть обеспечены питанием на месте дежурства. Перед началом испытания центральная комиссия проверяет состояние трубопровода. С этой целью члены комиссии производят в натуре осмотр трассы и сооружений газопровода, а также проверяют укомплектованность ремонтно-восстановительных бригад техникой, расстановку предупреждающих знаков и наличие медицинских постов. В обязанности подкомиссии входит оповещение о времени испытания всех заинтересованных организаций и населения и организация круглосуточной связи. В случае разрыва трубопровода в процессе испытания вблизи или в месте его пересечения с шоссейной дорогой место разрыва немедленно оцепляют, а движение транспорта прекращают. Люди и машины должны находиться за пределами охранной зоны.

Очистку и испытание ведет специализированная бригада, в состав которой входят следующие звенья: по очистке полости трубопровода; по испытанию трубопровода; ремонтных работ. Каждое звено укомплектовывается специальным оборудованием и техникой, а также техническим и рабочим персоналом.

Машинооснащенность и состав бригад

Оборудование и состав звена для продувки полости трубопровода, а также технико-экономические показатели выполнения этой операции даны в табл. 12.1–12.3.

Длина участка продуваемого или промываемого с помощью очистного поршня, как правило, не должна превышать расстояния между

Таблица 12.1 **Комплект машин и приборов для продувки полости трубопровода**

Операция технологического процесса	Машины и механизмы	Диаметр трубопровода, мм					
		До 529	720	820	1020	1220	1420
Продувка трубопровода	Передвижной компрессор ЭК-9М (ПК-10)	1	1	1	2	3	4
	Очистные поршни:						
	ОП-521	2	–	–	–	–	–
	ОП-721	–	2	–	–	–	–
	ОП-821	–	–	2	–	–	–
	ОП-1021	–	–	–	2	–	–
	ОП-1221	–	–	–	–	2	–
	ОП-1421	–	–	–	–	–	2
	Сварочный агрегат СДУ-2Б	1	1	1	1	1	1
	Тягач К-700	2	2	2	2	2	2
	Эластичные разделители типа ДЗК-РЭМ	4	4	4	4	4	4
	Узел подключения	1	1	1	1	1	1
Замер давления	Прибор дистанционного замера давления "Контролер-2"	2	2	2	2	2	2
Вспомогательные работы	Трубоукладчики:						
	ТГ-161	1	1	1	1	–	–
	ТГ-321	–	–	–	–	1	1
Питание электроэнергией	Электростанция ДЭС-15	1	1	1	1	1	1
Обеспечение связью	Передвижные радиостанции "Гроза"	2	2	2	2	2	2
Доставка рабочих и транспортировка материалов	Автомобили:						
	ГАЗ-66	1	1	1	1	1	1
	УАЗ-469	1	1	1	1	1	1
Отдых рабочих	Передвижные вагончики	2	2	2	2	2	2
Обрезка кромок	Оборудование для резки труб "Спутник 2"	1	1	1	1	1	1

Примечание. Компрессор работает круглосуточно.

Таблица 12.2. **Состав звена для продувки полости трубопровода**

Профессия	Разряд	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Бригадир смены	6	1	1	1	1	1
Машинист компрессорной станции	6	2	2	2	4	6
Машинист СДУ	6	1	1	1	1	1
Сварщик-газорезчик	6	2	2	2	2	2
Тракторист	6	2	2	2	2	2
Машинист крана-трубоукладчика	6	1	1	1	1	1
Слесарь-монтажник	5	2	2	2	2	2
Машинист ДЭС	6	1	1	1	1	1
Шофер	2 класса	2	2	2	2	2

Таблица 12.3. **Технико-экономические показатели выполнения работ по продувке полости трубопровода**

Показатели	Диаметр трубопровода, мм				
	До 529	720–820	1020	1220	1420
Численность бригады	14	14	15	16	18
Производительность труда, м/чел.-дн	157	143	120	94	67
Основные производственные фонды (стоимость машин и оборудования), тыс. руб.	140	140	143	146	150
Фондовооруженность, тыс.руб/чел.	10	10	9	9	8
Энерговооруженность, кВт/чел.	42	42	46	52	55

Таблица 12.4. **Комплект машин и приборов для промывки полости трубопровода**

Операции технологического процесса	Машины и механизмы	Диаметр тубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Наполнение трубопровода водой	Наполнительный агрегат АН-2	1	1	1	2	2
Промывка полости трубопровода	Сварочный агрегат СДУ-2Б	1	1	1	1	1
	Эластичный разделитель ДЗК-РЭМ	5	5	5	5	5
Обеспечение электроэнергии	Электростанция ДЭС-15	1	1	1	1	1
Монтажные работы	Трубоукладчики:					
	ТГ-161	1	1	1	–	–
	ТГ-321 (К-583Н)	–	–	–	1	1
Обрезка кромок	Оборудование для резки труб "Спутник-2"	1	1	1	1	1
Обеспечение связи	Передвижная радиостанция типа "Гроза"	2	2	2	2	2
Отдых рабочих	Передвижные вагончики	2	2	2	2	2
Доставка рабочих и транспортировка материалов	Автомобиль:					
	ГАЗ-66	1	1	1	1	1
	УАЗ-469	1	1	1	1	1
	Тягач К-700	2	2	2	2	2

Примечание. Наполнительный агрегат работает круглосуточно.

Таблица 12.5. **Состав бригады по промывке полости трубопровода**

Профессия	Разряд	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Бригадир смены	6	1	1	1	1	1
Машинист наполнительного агрегата	6	2	2	2	2	2

Продолжение табл. 12.5

Профессия	Разряд	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Машинист ДЭС	5	1	1	1	1	1
Машинист трубоукладчика	6	1	1	1	1	1
Машинист СДУ-2	6	1	1	1	1	1
Сварщик-газорезчик	6	2	2	2	2	2
Слесарь-монтажник	5	2	2	2	2	2
Тракторист	5	2	2	2	2	2
Шофер	2 класс	2	2	2	2	2

Таблица 12.6. **Технико-экономические показатели работ по промывке полости трубопровода**

Показатели	Диаметр трубопровода, мм				
	До 529	720–820	1020	1220	1420
Численность бригады, чел.	14	14	14	15	15
Производительность труда, м/чел.-дн.	157	143	129	100	80
	140	140	140	152	152
Основные производственные фонды (стоимость машин и оборудования), тыс. руб.	10	10	10	10	10
Фондовооруженность, тыс. руб/чел.	43	43	43	56	56
Энерговооруженность, кВт/чел.					

Таблица 12.7. **Комплект машин и оборудования для пневматического испытания трубопровода**

Операции технологического процесса	Машины и механизмы	Диаметр трубопровода, мм					
		До 529	720	820	1020	1220	1420
Испытание трубопровода	Передвижной компрессор КС-16/100	2	2	3	4	5	7
	Узел подключения	1	1	1	1	1	1
Обеспечение электроэнергией	Электростанция ДЭС-15	1	1	1	1	1	1

Продолжение табл. 12.7

Операции технологического процесса	Машины и механизмы	Диаметр трубопровода, мм					
		До 529	720	820	1020	1220	1420
	Сварочный агрегат СДУ-2Б	1	1	1	1	1	1
Обеспечение связи	Передвижная радиостанция типа "Гроза"	2	2	2	2	2	2
Монтажные работы	Трубоукладчики:						
	ТГ-161	1	1	1	1	–	–
	ТГ-321	–	–	–	–	1	1
Замер давления	Прибор дистанционного замера давления "Контролер-2"	2	2	2	2	2	2
Перевозка рабочих и транспортировка грузов	Автомобили:						
	ГАЗ	1	1	1	1	1	1
	УАЗ-469	1	1	1	1	1	1
	Тягачи:						
	МАЗ-543	2	2	3	3	4	4
	К-700	1	1	1	2	2	3
	Автоприцеп ЧМЗАП-55246	2	2	3	4	5	7

Таблица 12.8. **Состав бригады по пневматическому испытанию трубопровода**

Профессия	Разряд	Диаметр трубопровода, мм					
		До 529	720	820	1020	1220	1420
Бригадир смены	6	1	1	1	1	1	1
Машинист компрессорной станции	6	2	2	3	4	5	7
Машинист трубоукладчика	6	1	1	1	1	1	1
Машинист СДУ	6	1	1	1	1	1	1
Машинист ДЭС	6	1	1	1	1	1	1
Слесарь-монтажник	5	2	2	2	2	2	2
Шофер	2 класс	4	4	5	5	6	6
Тракторист	5	1	1	1	2	2	3

Таблица 12.9. **Технико-экономические показатели пневматических испытаний**

Показатели	Диаметр трубопровода, мм					
	До 529	720	820	1020	1220	1420
Численность бригады	13	13	15	17	19	22
Производительность труда, м/чел-дн.	170	154	133	106	79	55
Основные производственные фонды (стоимость машин и оборудования), тыс. руб.	84	100	100	105	122	130
Фондовооруженность, тыс. руб/чел.	9	8	8	7	7	6,5
Энерговооруженность кВт/чел.	63	85	85	85	108	114

Таблица 12.10. **Комплект машин и оснастки для гидравлического испытания трубопровода**

Операция технологического процесса	Машины и механизмы	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Наполнение трубопровода водой	Наполнительный агрегат АН-2	1	1	1	2	2
Подъем давления до испытательного	Опрессовочный агрегат АО-2	1	1	1	1	1
	Инвентарные узлы подключения (комплект)	1	1	1	1	1
Замер давления	Прибор для дистанционного замера давления "Контролер-2"	1	1	1	1	1
Сварка стыков	Сварочный агрегат СДУ-2Б	1	1	1	1	1
Монтажные работы	Трубоукладчики:					
	ТГ-161	1	1	1	–	–
	ТГ-321	–	–	–	1	1
Питание электроэнергией	Электростанция ДЭС-15	1	1	1	1	1
Транспортировка грузов	Автомобиль:					
	ГАЗ-66	1	1	1	1	1
	УАЗ-469	1	1	1	1	1

Продолжение табл. 12.10

Операция технологического процесса	Машины и механизмы	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–	1020	1220	1420
Обеспечение связи	Передвижная радиостанция "Гроза"	2	2	2	2	2
Транспортировка грузов	Тягач К-700	2	2	2	2	2

Таблица 12.11. **Состав звена по гидравлическим испытаниям трубопровода**

Профессия	Разряд	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Бригадир смены, чел.	6	1	1	1	2	2
Машинист наполнительных и опрессовочных агрегатов	6	4	4	5	7	7
Машинист СДУ	6	1	1	1	1	1
Машинист трубоукладчика	6	1	1	1	1	1
Машинист ДЭС	6	1	1	1	1	1
Шофер	2 класс	2	2	2	2	2
Слесарь-монтажник	5	2	1	1	1	1
Тракторист	5	2	2	2	2	2

Таблица 12.12. **Технико-экономические показатели гидравлических испытаний**

Показатели	Диаметр трубопровода, мм				
	До 529	720–820	1020	1220	1420
Численность бригады	14	13	14	17	17
Производительность труда, м/чел.-дн	157	154	129	88	70
Основные производственные фонды (стоимость машин и оборудования), тыс.руб.	75	75	75	86	86
Фондовооруженность, тыс.руб/чел.	5	6	5	5	5
Энерговооруженность, кВт/чел.	65	65	65	77	77

Таблица 12.13. **Комплект машин и приборов для выполнения ремонтных работ**

Операции технологического процесса	Машины и механизмы	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Разработка котлована	Экскаватор ЭО-4121	1	1	1	1	1
Определение места нахождения застрявшего поршня	Прибор для определения места нахождения застрявшего поршня	1	1	1	1	1
Засыпка котлована	Бульдозер ДЗ-27С	1	1	1	1	1
Центровка секций	Трубоукладчики:					
	ТГ-161	2	2	2	–	–
	ТГ-321	–	–	–	2	2
Сварка стыков, захлестов	Сварочный агрегат СДУ-2В	1	1	1	1	1
Обрезка кромок	Оборудование для резки труб типа "Спутник-2"	1	1	1	1	1
Доставка рабочих	Автомашины:					
	ГАЗ-66	1	1	1	1	1
	УАЗ-469	1	1	1	1	1
Изоляция стыков	Битумный котел ИСТ-3Б	1	1	1	1	1
Транспортировка грузов	Тягачи:					
	КрАЗ-255	1	1	1	1	1
	К-700	1	1	1	1	1
	Автоприцеп ЧМЗАП-55246	1	1	1	1	1

Таблица 12.14. **Состав звена ремонтных работ**

Профессия	Разряд	Диаметр трубопровода, мм				
		До 529	720–820	1020	1220	1420
Бригадир смены	6	1	1	1	1	1
Машинист трубоукладчика	6	2	2	2	2	2
Слесарь-монтажник	5	2	2	2	2	2
Машинист СДУ	6	1	1	1	1	1
Сварщик-газорезчик	6	1	1	1	1	1
Изолировщик	5	1	1	1	1	1
Шофер	2 класс	3	3	3	3	3
Тракторист	5	1	1	1	1	1
Машинист экскаватора	6	1	1	1	1	1
Бульдозерист	6	1	1	1	1	1

Таблица 12.15. **Технико-экономические показатели ремонтных работ**

Показатели	Диаметр трубопровода, мм				
	До 529	720–820	1020	1220	1420
Численность бригады	14	14	14	14	14
Производительность труда, м/чел.-дн	157	143	129	107	86
Основные производственные фонды тыс.руб.	100	100	100	100	100
Фондовооруженность, тыс.руб/чел.	7	7	7	7	7
Энерговооруженность, кВт/чел.	70	70	70	70	70

Таблица 12.16. **Расход сжатого воздуха при продувке участка газопровода длиной 10 км, тыс. м^3**

Условный диаметр трубопровода, мм	Начальное давление в ресивере, МПа							
	6	7	8	9	10	11	12	13
200	0,21	0,246	0,28	0,32	0,35	0,53	0,7	0,88
300	0,47	0,56	0,63	0,71	0,79	1,19	1,58	1,98
350	0,63	0,74	0,85	0,95	1,05	1,58	2,1	2,63
400	0,85	0,98	1,13	1,26	1,41	2,11	2,82	3,5
500	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	3,30	4,4	5,5
600	1,90	2,22	2,54	2,86	3,17	4,75	6,34	7,32
700	2,58	3,03	3,45	3,88	4,31	6,49	8,64	10,78
800	3,39	3,94	4,51	5,87	5,65	8,47	11,22	14,04
900	4,27	4,99	5,69	6,4	7,14	10,7	14,29	17,82
1000	5,29	6,16	7,04	7,92	8,8	13,2	17,6	22
1200	7,63	8,95	10,1	11,4	12,67	19,1	25,5	32
1400	10,5	12,3	13,9	15,7	17,6	26,4	35,2	44

Таблица 12.17. **Размеры (в м) охранной зоны при очистке полости трубопровода продувкой**

Диаметр трубопровода, мм	В обе стороны от оси трубопроводов	В направлении очистного устройства от конца продувочного патрубка
100–300	40	600
300–500	60	800
500–800	60	800
900–1000	100	1000

Таблица 12.18. **Размеры (в м) охранной зоны при испытании на прочность подземных трубопроводов**

Диаметр трубопровода, мм	При давлениях испытания 8,25 МПа				При давлениях испытания выше 8,25 МПа			
	Воздухом или газом		Водой		Воздухом или газом		Водой	
	В обе стороны от оси трубопровода	В направлении отрыва заглушки от торца трубопровода	В обе стороны от оси трубопровода	В направлении отрыва заглушки от торца трубопровода	В обе стороны от оси трубопровода	В направлении отрыва заглушки от торца трубопровода	В обе стороны от оси трубопровода	В направлении отрыва заглушки от торца трубопровода
100–300	100	600	75	600	150	900	100	900
300–500	150	800	75	800	225	1200	100	1200
500–800	200	800	75	800	300	1200	100	1200
800–1000	250	1000	100	1000	375	1500	150	1500
1000–1400	350	1000	100	1000	525	1500	150	1500

Примечание. При испытаниях надземных трубопроводов размеры охранной зоны, указанные в таблице, увеличиваются в 1,5 раза.

Таблица 12.19. Расход газа для продувки и испытания газопровода на прочность и герметичность нормы на 1 км, тыс. м^3 (по расчетам авторов)

Испытательное давление, МПа	Условный диаметр газопровода, мм														
	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	16
						Продувка									
	0,16	0,35	0,63	0,99	1,41	1,93	2,69	–	–	–	–	–	–	–	–
						Продувка и испытание									
1	0,18	0,4	0,72	1,12	1,6	2,19	3,03	4,47	6,42	8,73	11,45	14,15	16,39	25,72	35,13
1,5	0,19	0,43	0,77	1,19	1,7	2,32	3,2	4,74	6,8	9,25	12,13	15,35	17,94	26,5	37,23
2	0,2	0,44	0,79	1,22	1,75	2,39	3,29	4,89	6,99	9,51	12,81	15,78	19,5	28,0	39,24
2,5	0,21	0,47	0,84	1,29	1,84	2,52	3,46	5,14	7,37	10,02	13,14	16,63	20,55	29,5	41,29
3	0,22	0,49	0,88	1,35	1,94	2,65	3,63	5,4	7,75	10,54	13,82	17,48	21,61	31,0	43,35
3,5	0,23	0,52	0,93	1,42	2,03	2,78	3,8	5,67	8,13	11,1	14,49	18,33	22,66	32,5	45,41
4	0,24	0,54	0,97	1,48	2,13	2,91	3,97	5,93	8,51	11,62	15,17	19,18	23,72	34,0	47,47
4,5	0,25	0,57	1,02	1,55	2,22	3,04	4,14	6,2	8,89	12,08	15,84	20,03	24,77	35,5	49,53
5	0,26	0,59	1,06	1,61	2,32	3,17	4,31	6,46	9,27	12,6	16,52	20,88	25,83	37,0	51,90
5,5	0,27	0,62	1,11	1,66	2,41	3,3	4,48	6,73	9,65	13,11	17,19	21,73	26,88	38,6	53,67
6	0,28	0,64	1,15	1,74	2,51	3,43	4,65	6,99	10,03	13,63	17,87	22,58	27,94	40,0	55,74
6,5	0,29	0,67	1,2	1,81	2,6	3,56	4,82	7,26	10,42	14,14	18,54	23,43	28,99	41,6	57,82
7	0,3	0,7	1,7	2,51	2,7	3,69	4,99	7,53	10,79	14,65	19,21	24,28	30,04	43,2	59,89
8	–	–	–	–	–	–	–	8,06	11,55	15,67	20,55	25,98	32,14	46,3	64,05
9	-	-	-	-	-	-	-	8,59	12,31	16,69	21,89	27,68	34,24	49,3	68,22
10	-	-	-	-	-	-	-	9,12	13,07	17,71	23,23	29,38	36,34	52,4	72,42

кранами линейной арматуры. Промывку полости трубопровода выполняют при испытаниях их гидравлическим методом. При промывке по трубопроводу пропускают очистные устройства (эластичные разделители типа ДЗК-РЭМ, ОПР-М), которые перемещаются в потоке воды, закачиваемой для гидравлического испытания.

Перед пропуском очистного устройства в трубопровод заливают воду в объеме, равном 10–15 % от объема полости участка. Оборудование и состав звена для промывки полости трубопровода, а также технико-экономические показатели выполнения этой операции даны в табл. 12.4–12.6.

Оборудование и состав звеньев для пневматического испытания трубопровода приведены в табл. 12.7 и 12.8, а в табл. 12.9 – технико-экономические показатели.

Оборудование и состав звена для гидравлического испытания, а также технико-экономические показатели этих работ даны в табл. 12.10–12.12. Оборудование и состав звена ремонтных работ, а также технико-экономические показатели этих работ даны в табл. 12.13–12.15.

В настоящее время одним из основных направлений обеспечения высокого качества строящихся магистральных газопроводов и надежности их эксплуатации является испытание их гидравлическим способом на повышенные давления, вызывающие в металле труб напряжения, близкие или равные пределу текучести. Давления при этом рассчитывают по формуле

$$P_{\text{исп}} = \frac{2\sigma_{\text{т}}(\delta - \Delta)}{D_{\text{н}} - 2\delta},$$

где $\sigma_{\text{т}}$ – минимальное значение предела текучести металла по Государственным стандартам или Техническим условиям на трубы; $D_{\text{н}}$ – наружный диаметр трубы; δ – номинальная толщина стенки трубы; Δ – минусовый допуск на толщину стенки трубы, принимаемый по Государственным стандартам или Техническим условиям.

Расходы сжатого воздуха при продувке трубопроводов разных диаметров приведены в табл. 12.16, а размеры охранной зоны – в табл. 12.17 и 12.18. В табл. 12.19 приведены размеры расхода газа при продувке и испытании трубопровода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородавкин П.П.* Подземные магистральные трубопроводы. М., Недра, 1982.

2. *Зиневич А.М., Прокофьев В.И., Ментюков В.П.* Технология и организация строительства магистральных трубопроводов больших диаметров. М., Недра, 1979.

3. *Каталог* машин для строительства трубопроводов. М., Недра, 1984.

4. *Чирсков В.Г., Иванцов О.М., Кривошеин Б.П.* Сооружение системы газопроводов Западная Сибирь – Центр Страны. М., Недра, 1986.

5. *Чирсков В.Г., Постников В.В.* Организация строительства магистральных трубопроводов в Западной Сибири. М., Недра, 1983.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . 3

Раздел первый. Основные положения . . . 4

Глава 1. Общие сведения . . . 4

Состав и содержание технологической документации по производству работ при строительстве магистральных трубопроводов . . . 4

Глава 2. Основные материалы и изделия для строительства линейной части трубопроводов . . . 8

Сварочные материалы . . . 8

Материалы, применяемые для противокоррозионных покрытий трубопроводов . . . 23

Изделия для закрепления трубопроводов против всплытия . . . 36

Горюче-смазочные материалы . . . 36

Раздел второй. Подготовительные и сопутствующие работы . . . 40

Глава 3. Работы подготовительного периода . . . 40

Восстановление и закрепление разбивочных геодезических знаков на трассе трубопровода . . . 40

Расчистка строительной полосы от леса . . . 46

Расчистка строительной полосы от леса мощными бульдозерами . . . 53

Планировка строительной полосы . . . 63

Снятие и восстановление плодородного слоя . . . 66

Строительство временных дорог (лежневых) . . . 70

Сооружение полок . . . 74

Глава 4. Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы . . . 81

Выгрузка труб из железнодорожных вагонов . . . 81

Транспортировка труб на трубосварочные базы и от них на трассу . . . 100

Складирование труб на прирельсовой площадке и секций труб на трубосварочной базе . . . 107

Такелажные приспособления . . . 109

Особенности транспортных и погрузочно-разгрузочных работ с изолированными трубами . . . 118

Глава 5. Автоматическая сварка труб на трубосварочных базах . . . 122

Автоматическая сварка под слоем флюса при ручной подварке на полевых установках типа ПАУ . . . 122

Двухсторонняя автоматическая сварка под слоем флюса на трубосварочных базах типа БТС . . . 130

Электроконтактная сварка труб . . . 142

Гнутье труб . . . 144

Раздел третий. Проектирование производства основных работ на трассе . . . 148

Глава 6. Земляные работы . . . 148

Разработка грунтов одноковшовыми экскаваторами в нормальных трассовых условиях . . . 148

Разработка грунтов одноковшовыми экскаваторами в горных условиях . . . 151

Разработка грунтов роторными экскаваторами в нормальных трассовых условиях . . . 154

Разработка грунтов одноковшовыми экскаваторами в заболоченной местности . . . 165

Разработка грунтов одноковшовым экскаватором в условиях песчано-барханной местности . . . 170

Глава 7. Сварка неповоротных стыков трубопровода 172
Технология сборки и ручной электродуговой сварки неповоротных стыков трубопроводов 172
Электроконтактная стыковая сварка 177
Контроль сварных соединений трубопроводов, выполненных стыковой электроконтактной сваркой 188
Автоматическая сварка неповоротных стыков порошковой проволокой с принудительным формированием шва 188
Индукционная пайка стыков 196
Глава 8. Изоляция и укладка трубопровода 197
Изоляционные материалы 198
Подготовка поверхности трубопроводов 198
Огрунтование поверхности 206
Изоляция битумными покрытиями 206
Изоляция полимерными лентами 210
Производство укладочных работ 214
Изоляция соединительных деталей узлов трубопроводов 221
Базовая изоляция труб и секций 224
Глава 9. Балластировка и закрепление трубопровода 227
Балластировка трубопроводов утяжеляющими железобетонными грузами . . . 227
Закрепление трубопровода анкерными устройствами 238
Балластировка трубопровода с применением геотекстильных синтетических материалов 242
Глава 10. Обратная засыпка траншей 248
Засыпка траншей отечественными и импортными бульдозерами 248
Засыпка траншей одноковшовыми экскаваторами 253
Засыпка траншей роторными траншеезасыпателями 254
Глава 11. Строительство переходов через различные препятствия 255
Сооружение переходов под железными и автомобильными дорогами 255
Строительство переходов трубопроводов через овраги, балки и мелкие водотоки 262
Глава 12. Очистка полости и испытание трубопроводов 269
Технология работ 269
Организация работ 273
Машинооснащенность и состав бригад 283