МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СОТРУДНИЧЕСТВУ
В СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАН СОДРУЖЕСТВА
НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

Система межгосударственных нормативных документов в строительстве

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СВОД ПРАВИЛ

ПОДЗЕМНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ. ПРОКЛАДКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ НАПРАВЛЕННЫМ БУРЕНИЕМ

МСП
Проект
1-ая редакция

Настоящий проект правил не подлежит применению до его принятия

МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ
И ОЦЕНКЕ СООТВЕТСТВИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
(МНТКС)

2013

gost.e-ecolog.ru

МСП

МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СОТРУДНИЧЕСТВУ
В СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАН СОДРУЖЕСТВА
НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

Система межгосударственных нормативных документов в строительстве

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СВОД ПРАВИЛ

ПОДЗЕМНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ. ПРОКЛАДКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ НАПРАВЛЕННЫМ БУРЕНИЕМ

МСП
Проект
1-ая редакция

Настоящий проект правил не подлежит применению до его принятия

МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ
И ОЦЕНКЕ СООТВЕТСТВИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
(МНТКС)

2013

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Рабочей группой Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве (МНТКС)

2. ВНЕСЕН Секретариатом МНТКС

3 УТВЕРЖДЕН МНТКС (протокол № от). За утверждение проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование органа государственного управления строительством
Азербайджан	AZ	Госстрой
Армения	AM	Министерство градостроительства
Беларусь	BY	Минстройархитектуры
Казахстан	KZ	Агенство по делам строительства и ЖКХ
Киргизия	KG	Госстрой
Молдова	MD	Минрегионразвития
Россия	RU	Минрегион
Таджикистан	TJ	Агентство по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан
Туркменистан	TM	
Узбекистан	UZ	Госархитектстрой
Украина	UA	Минрегионстрой

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ВВЕДЕН в действие на территории

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Секретариата Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве.

Содержание

Введение..... VII

1 Область применения..... 1

2 Нормативные ссылки..... 1

3 Термины и определения..... 3

4 Обозначения и сокращения..... 7

5 Общие положения..... 8

6 Особенности инженерных изысканий..... 9

6.1 Общие положения..... 9

6.2 Инженерно-геологические изыскания..... 10

6.3 Топографическая съемка..... 11

7 Проектирование перехода..... 12

7.1 Общие требования к проектированию..... 12

7.2 Состав, содержание и порядок согласования проекта..... 13

7.3 Проектирование трассы перехода..... 15

7.4 Оценка поверхностных деформаций..... 20

7.5 Области применения и характеристики протягиваемых труб..... 23

7.6 Особенности расчета протягиваемых труб..... 28

7.7 Проектирование переходов кабельных линий..... 29

8 Производство работ..... 34

8.1 Организационно-техническая подготовка..... 34

8.2 Требования к проекту производства работ..... 35

8.3 Подготовительные работы и обустройство стройплощадок..... 37

8.4 Дополнительные мероприятия по обеспечению производства работ в сложных инженерно-геологических условиях..... 40

8.5 Бурение пилотной скважины..... 42

8.6 Расширение скважины..... 47

8.7 Сборка трубопровода и организация перегиба при подаче в

грунт..... 50
8.8 Протягивание трубопровода..... 55
8.9 Завершающие работы..... 58
8.10 Особенности производства работ в холодный период года..... 59
9 Буровые растворы..... 60
9.1 Функции и показатели качества бурового раствора..... 60
9.2 Состав бурового раствора 62
9.3 Расчет необходимого объема бурового раствора и количества его компонентов..... 64
9.4 Приготовление бурового раствора..... 65
9.5 Циркуляция бурового раствора 66
9.6 Контроль параметров бурового раствора 66
9.7 Очистка бурового раствора..... 67
9.8 Утилизация бурового раствора 68
10 Особенности прокладки газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов..... 68
10.1 Устройство подводных переходов..... 68
10.2 Покрытия труб, изоляция стыков..... 70
10.3 Контроль соединений..... 73
10.4 Очистка полости трубопровода..... 74
10.5 Контроль состояния покрытия после протягивания..... 74
10.6 Порядок проведения приемочных испытаний на прочность и герметичность..... 75
11 Контроль выполнения работ, авторский надзор и сдача работ..... 76
11.1 Организация контроля..... 76
11.2 Входной контроль..... 77
11.3 Операционный контроль за производством работ..... 77
11.4 Порядок ведения авторского надзора..... 81
11.5 Приемочный контроль при сдаче работ..... 81

12 Правила безопасного выполнения работ..... 84
12.1 Общие положения организации безопасного выполнения работ..... 84
12.2 Меры безопасности от поражения электрическим током при выполнении буровых работ..... 85
12.3 Требования безопасности при повреждении газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов..... 85
12.4 Требования безопасности при работе буровой установки..... 86
13 Охрана окружающей среды 86
13.1 Общие положения по охране окружающей среды..... 86
13.2 Предотвращение и устранение последствий выхода бурового раствора..... 88
13.3 Крепление технологических выемок..... 90
13.4 Прокладка коммуникаций на территории охранной зоны метрополитена..... 91
Приложение А (рекомендуемое) Объекты и условия применения метода горизонтального направленного бурения для прокладки инженерных коммуникаций..... 93
Приложение Б (справочное) Риски при горизонтальном направленном бурении, их снижение и управление..... 96
Приложение В (справочное) Требования по допускаемым приближениям проектируемой скважины ГНБ к существующим объектам 101
Приложение Г (рекомендуемое) Основные положения методики расчета параметров трассы..... 107
Приложение Д (справочное) Оборудование для производства работ..... 113
Приложение Е (рекомендуемое) Составы типовых комплектов оборудования и производственной бригады..... 122
Приложение Ж (справочное) Характеристики и типоразмеры труб и соединительных элементов из ВЧШГ..... 125

Приложение И (справочное) Максимальные усилия протягивания..... 126
Приложение К (рекомендуемое) Форма протокола бурения скважины..... 127
Приложение Л (рекомендуемое) Форма акта приемки трубопровода..... 129
Приложение М (справочное) Единицы измерений показателей качества буровых растворов..... 130
Приложение Н (справочное) Измерение параметров буровых растворов.... 131
Приложение О (рекомендуемое) Форма журнала контроля параметров бурового раствора..... 133
Приложение П (рекомендуемое) Порядок сдачи работ..... 134
Приложение Р (рекомендуемое) Форма акта приемки подземного перехода трубопровода..... 136
Приложение С (справочное) Основные буквенные обозначения величин... 138
Библиография..... 140

Введение

Настоящий Межгосударственный свод правил (МСП) разработан в соответствии с МСН 10-01-2012 «Система межгосударственных нормативных документов в строительстве. Основные положения» и с учетом требований ГОСТ 1.5-2001 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению».

МСП содержит предназначенные для применения на добровольной основе и оправдавшие себя на практике рекомендуемые правила инженерных изысканий, проектирования, организации, выполнения и контроля качества работ при прокладке подземных инженерных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения, для обеспечения соблюдения обязательных требований по безопасности технических регламентов СНГ и Межгосударственных строительных норм (МСН).

МСП разработан авторским коллективом: Малый И.М., Щекудов Е.В., Н.А. Пухова (Филиал ОАО ЦНИИС НИЦ «Тоннели и метрополитены»), Бегун И.А. (ОАО ЦНИИС), В.Я. Зарецкий (ОАО «Мосинжпроект»), А.И. Брейдбурд, С.Е. Каверин, Р.Н. Матвиенко, А.И. Кожухова, К.Б. Павлов, Р.Р. Салахов, И.В. Зюркалов (Международная Ассоциация Специалистов Горизонтального направленного Бурения), С.Н. Алпатов (СРО НП «Объединение строителей подземных сооружений, промышленных и гражданских объектов»).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СВОД ПРАВИЛ

Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением

Underground engineering communications. Laying by the horizontal directed drilling

Дата введения
г.

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил распространяется на закрытые подземные переходы инженерных коммуникаций различного назначения (водопровод, канализация, тепловые сети, электрические кабели, кабели связи, газопроводы, нефтепроводы и нефтепродуктопроводы и др.), прокладываемые горизонтальным направленным бурением (ГНБ).

1.2 Свод правил устанавливает правила проектирования, выполнения, контроля и сдачи работ, требования к их результатам.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил приведены ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 9.602-2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 908-2004 Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия

ГОСТ 2156-76 Натрий двууглекислый. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 5100-85 Сода кальцинированная техническая. Технические условия

ГОСТ 7293-85 Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки

ГОСТ 8731-74 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования

ГОСТ 8733-74 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования

ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент

ГОСТ 10705-80 Трубы стальные электросварные. Технические условия

ГОСТ 10706-76 Трубы стальные электросварные прямошовные. Технические требования

ГОСТ 17410-78 Контроль неразрушающий. Трубы металлические бесшовные цилиндрические. Методы ультразвуковой дефектоскопии

ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов. Технические условия

ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия

ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация

ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия

ГОСТ 31244-2004 Контроль неразрушающий. Оценка физико-механических характеристик материала элементов технических систем акустическим методом. Общие требования

МСН 20-05 «Защита строительных конструкций от коррозии».

МСН 20-02 «Нагрузки и воздействия»

МСН 50-01 «Основания и фундаменты зданий и сооружений»

МСН 50-01 «Основания и фундаменты зданий и сооружений»

МСН 40-01 «Водоснабжение и канализация»

МСН 40-01 «Водоснабжение и канализация»

МСН 32-01 «Автомобильные дороги»

МСН 34-01 «Магистральные и промысловые трубопроводы и подземные хранилища нефти, газа и продуктов их переработки»

МСН 11-01 «Инженерные изыскания для строительства»

МСН 13-01«Организация строительства»

МСН 42-01 «Газораспределительные сети и внутренние системы»

МСН 41-01 « Теплоснабжение»

МСН 32-02 «Железные дороги»

МСН 32-06 «Метрополитены»

МСН 32-05 «Аэродромы»

Примечание – При пользовании настоящего свода правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (и классификаторов) на территории государства по соответствующему указателю стандартов (и классификаторов) составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **азимут скважины** *(azimuth well)*: Угол между горизонтальной проекцией оси пилотной скважины и направлением юг-север, измеряемый по часовой стрелке.

3.2 **бентонит** *(bentonite)*: Коллоидная глина, состоящая в основном из минералов группы монтмориллонита, имеющая выраженные сорбционные свойства и высокую пластичность.

Примечание – В виде глинопорошка бентонит широко используется при производстве работ методом ГНБ.

3.3 **бентонитовая суспензия** *(bentonite slurry)*: Смесь глинистых частиц с водой при крупности частиц твердого вещества более 0,2 мкм.

Примечание – По крупности частиц буровые бентонитовые растворы, используемые для крепления скважин, относятся к суспензиям.

3.4 **буровая головка (пионер)** *(drill head)*: Передовой бур со сменными насадками.

3.5 **буровая лопатка** *(drilling blade)*: Насадка, обеспечивающая оптимальный угол резания грунта и траекторию проходки.

Примечание – Подбирается в зависимости от типа проходимого грунта.

3.6 **буровая установка** *(drilling rig)*: Единый комплекс взаимосвязанных механизмов и устройств, обеспечивающих технологический процесс прокладки трубопровода методом ГНБ.

Примечание – Буровая установка обеспечивает: передвижение; сборку, вращение и подачу буровой колонны; подачу бурового раствора; контроль и корректировку направления бурения; протягивание расширителей и трубопровода.

3.7 **буровой канал** *(drilling channel)*: Расширенная буровая скважина для протягивания трубопровода.

3.8 **буровой раствор** *(drilling fluid)*: Многокомпонентная дисперсная жидкостная система, применяемая при бурении и расширении пилотной скважины, протягивании трубопровода.

3.9 **буровой шлам** *(drilling solids)*: Разбуренная порода, выносимая буровым раствором из забоя скважины на дневную поверхность.

3.10 **вертлюг** *(swivel)*: Шарнирное соединительное звено, предотвращающее передачу вращения от буровой колонны к протягиваемому трубопроводу.

3.11 **горизонтальное направленное бурение** (*horizontal directional drilling*): Многоэтапная технология бестраншейной прокладки подземных инженерных коммуникаций при помощи специализированных мобильных буровых установок, позволяющая вести управляемую проходку по криволинейной траектории, расширять скважину, протягивать трубопровод.

Примечание – Бурение ведется под контролем систем радиолокации и с использованием бентонитовых (полимерных) буровых растворов.

3.12 **длина закрытого перехода** *(length of the closed transition)*: Максимальное значение технологического интервала бестраншейной прокладки, определяемое пилотным бурением и последующими расширениями бурового канала.

Примечание – Может превосходить длину протягиваемого трубопровода за счет дополнительных технологических интервалов на концах ЗП.

3.13 **закрытый подземный переход (ЗП)** *(closed transition)*: Линейный участок инженерной коммуникации, включающий одну или несколько ниток трубопровода, прокладываемый бестраншейным способом под различными препятствиями и ограниченный точками начала и завершения бестраншейной прокладки.

3.14 **забой скважины** *(well bottom)*: Наиболее отдаленная от буровой установки часть ствола скважины, находящейся в бурении.

3.15 **колонна буровых штанг** *(the drill rods)*: Одна или несколько буровых штанг, соединенных вместе и используемых для передачи усилий от опорной рамы буровой установки к буровой головке при проходке, расширении скважины в процессе бурения и протягивании трубы (по ГОСТ ИСО 21467:2006).

3.16 **модифицированный бентонит (активированный бентонит)** *(modified bentonit)*: Бентонитовый глинопорошок, в состав которого введены добавки, регулирующие его свойства.

3.17 **окружающая среда** *(environment)* : Внешняя среда, в которой функционирует организация, включая воздух, воду, землю, природные ресурсы, флору, фауну, человека и их взаимодействие.

3.18 **пакет труб** *(pipes)*: Два и более трубопровода, предназначенные к одновременной прокладке в одну скважину закрытого подземного перехода.

3.19 **пилотная скважина** *(pilot well)*: Направляющая скважина, бурение которой осуществляется в первую очередь.

3.20 **подводный переход** *(underwater passage)*: Закрытый подземный переход, пересекающий водную преграду и ограниченный запорной арматурой или, при ее отсутствии, горизонтом высоких вод не ниже отметок 10 % вероятности превышения.

3.21 **приближение скважины** *(approximation well)*: Наименьшее вертикальное или горизонтальное расстояние между расширенной скважиной и дном водоема, фундаментом, автомобильной или железной дорогой, взлетно-посадочной полосой, существующей коммуникацией и т.п., в зоне которых должен быть проложен трубопровод.

3.22 **расширение скважины** *(extension well)*: Процесс увеличения скважины относительно ее начального значения с помощью расширителя.

3.23 **регенерация бурового раствора** *(regeneration mud)*: Очистка и обогащение раствора, обеспечивающие его повторное использование.

3.24 **ример** *(example)*: Расширитель скважины, имеющий соответствующую конструкцию для различных типов грунта.

3.25 **система локации** *(locating system)*: Измерительная система, позволяющая определять и контролировать положения буровой головки и другие характеристики технологического процесса проходки пилотной скважины.

3.26 **ситуационно-топографические условия** *(situational and topographical conditions)*: Совокупность факторов природного и искусственного происхождения, определяющих положение трассы ЗП и организационно-технические решения по производству работ.

3.27 **стандартизованная форма** *(standardized form)*: Утвержденная нормативно-правовой и технической документацией форма документов, заполнение которых является обязательным при изысканиях, проектировании, производстве строительно-монтажных работ, ведении авторского и технического надзора, сдаче и приемке выполненных работ.

3.28 **створ перехода** *(target transition)*: Вертикальная плоскость, соответствующая проектной оси подземного перехода.

3.29 **тиксотропность** *(thixotropy)*: Способность структурированной коллоидной системы (бурового раствора) многократно загустевать в покое, образуя студенистую массу – гель, и разрушаться при механическом воздействии (движении) с понижением вязкости, превращаясь в жидкость – золь.

3.30 **точка входа (выхода)** *(entry (output)*: Планово-высотное положение начала (завершения) бурения пилотной скважины.

3.31 **угол входа (выхода) скважины** *(angle of entry(output)*: Угол между осью пилотной скважины в точке входа (выхода) и линией горизонта.

3.32 **охранная зона метрополитена** *(protection zone)*: Участок городской территории, расположенный над действующим подземным сооружением метрополитена и в непосредственной близости от него, возможность использования которого для нового строительства, прокладки дорог, коммуникаций, бурения скважин и т.п. должна согласовываться с администрацией метрополитена.

3.33 **холодный период года** *(cold season)*: Время года, в течение которого среднемесячные температуры наружного воздуха ниже естественной температуры грунта.

4 Обозначения и сокращения

4.1 ВЧШГ – высокопрочный чугун с шаровидным графитом.

4.2 ГНБ – горизонтальное направленное бурение.

4.3 ЗП – закрытый подземный переход.

4.4 ПА – полиамид.

4.5 ПВД – полиэтилен высокого давления.

4.6 ПВП – полиэтилен высокой плотности.

4.7 ПВХ – поливинилхлорид.

4.8 ПНД – полиэтилен низкого давления.

4.9 ПНП – полиэтилен низкой плотности.

4.10 ПОС – проект организации строительства закрытого перехода инженерных коммуникаций с применением метода ГНБ.

4.11 ПП – полипропилен.

4.12 ППР – проект производства работ по закрытому переходу инженерных коммуникаций методом ГНБ.

4.13 ППУ – пенополиуретан.

4.14 ПС – полистирол.

4.15 ПСП – полиэтилен средней плотности.

4.16 РД – руководящий документ.

4.17 ТУ – технические условия.

4.18 SDR – стандартное размерное соотношение наружного диаметра трубы к толщине стенки.

5 Общие положения

5.1 Прокладка инженерных коммуникаций горизонтальным направленным бурением, как правило, осуществляется в три этапа:

- направленное бурение пилотной скважины по заданной проектом трассе;

- однократное или последовательно-многоразовое расширение скважины до образования бурового канала, позволяющего протягивать трубопровод проектного диаметра, при необходимости калибровка бурового канала (см. 8.6.11);

- протягивание коммуникационного трубопровода (защитного футляра) через буровой канал, по направлению от точки выхода бура на поверхность к буровой установке.

Примечание – Рекомендации по объектам и условиям применения метода ГНБ приведены в приложении А.

5.2 Для каждого конкретного объекта строительства применение метода ГНБ должно быть обосновано технико-экономическими расчетами, путем срав-

нения возможных вариантов прокладки данного типа инженерной коммуникации.

6 Особенности инженерных изысканий

6.1 Общие положения

6.1.1 Инженерные изыскания для строительства переходов трубопроводов под действующими транспортными магистралями, железными дорогами, реками и другими преградами методом ГНБ должны предусматривать комплексное изучение природных условий района строительства для получения необходимых и достаточных материалов для проектирования и строительства перехода.

6.1.2 Инженерные изыскания следует выполнять в соответствии с требованиями МСН 11-01 в объеме, установленном для строительства переходов трубопроводов через водные и другие препятствия с учетом 6.1 - 6.2.

6.1.3 Инженерные изыскания должны включать топографические и инженерно-геологические изыскания. Полученные в результате инженерных изысканий материалы должны быть достаточны при проектировании варианта строительства закрытого перехода трубопровода бестраншейным методом направленного бурения или обычным открытым способом с устройством траншеи.

6.1.4 Для выполнения инженерных изысканий на проектирование и строительство перехода методом ГНБ должны быть составлены техническое задание, программа изысканий и сметно-договорная документация.

6.1.5 Техническое задание на изыскания должно содержать необходимые и достаточные сведения для организации и производства изысканий, проводимых для проектирования, разработки технологии бурения и организации строительства.

6.1.6 Программа инженерных изысканий должна составляться на основе технического задания с максимальным использованием материалов ранее выполненных инженерных изысканий в районе строительства перехода.

6.1.7 Материалы выполненных инженерных изысканий для проектирования и строительства перехода горизонтальным направленным бурением оформляются в виде технического отчета, и передаются на бумажном и электронном носителе.

6.2 Инженерно-геологические изыскания

6.2.1 В результате геологических изысканий должны быть получены данные для:

- технико-экономических расчетов по выбору метода строительства перехода;

- выбора наиболее эффективного бурового оборудования и состава бурового раствора;

- определения проницаемости грунтов на русловом участке перехода и возможности просачивания бурового раствора при бурении скважины;

- построения расчетного профиля бурения скважины.

Отчет по инженерно-геологическим изысканиям должен содержать:

- разрезы и буровые колонки, включающие все грунтовые прослойки и напластования, мощности слоев и их наклоны;

- количественную и качественную оценку встречаемых твердых включений и скальных пород;

- физико-механические характеристики свойств грунтов;

- данные об уровнях и режимах подземных вод (с учетом сезонных колебаний).

6.2.2 Глубина бурения вертикальной разведочной скважины должна быть от 5 до 8 м ниже проектируемого заглубления трубопровода.

6.2.3 Для переходов через широкие водные преграды могут быть рекомендованы двухэтапные буровые работы. Вначале на большом расстоянии друг от друга пробуриваются вертикальные разведочные скважины на увеличенную глубину. На втором этапе – скважины с меньшим расстоянием одна от другой на наиболее ответственных участках.

6.2.4 Помимо вертикальных допускается бурение горизонтальных разведочных скважин методом ГНБ.

6.2.5 Буровые разведочные скважины следует располагать попеременно справа и слева от створа закрытого перехода на максимальном расстоянии 10 м и минимальном расстоянии 5 м от створа перехода.

6.2.6 Все имеющиеся пустоты и скважины после изысканий должны заполняться цементным раствором для предупреждения возможности утечки буровой жидкости при направленном бурении.

6.2.7 При невозможности выполнения буровых работ в условиях плотной застройки, на участках сложенных техногенными грунтами, а также для уточнения инженерно-геологических данных изысканий, следует использовать геофизические методы обследования грунтов.

6.2.8 В результате лабораторных исследований грунтов должны быть получены данные о прочности грунта, его сопротивлении деформации и проницаемости, гранулометрическом составе, плотности частиц грунта, пределах пластичности и текучести, пористости и других свойствах грунта, необходимых для разработки проектно-технологических решений.

6.2.9 Состав лабораторных исследований при необходимости уточняется проектной организацией и указывается в техническом задании на изыскательские работы.

6.3 Топографическая съемка

6.3.1 Топографическую съемку следует выполнять в объеме, установленном для проектирования линейных сооружений и в соответствии с требованиями МСН 11-01. Результатом съемки является инженерно-топографический план участка, выполненный на бумажном и (или) электронном носителе.

7 Проектирование перехода

7.1 Общие требования к проектированию

7.1.1 Проект ЗП, сооружаемого методом ГНБ, должен являться составной частью проекта устройства инженерных коммуникаций. Основанием для проектирования является задание на разработку проекта.

7.1.2 Разработка проекта ЗП должна вестись в соответствии с требованиями:

- задания на проектирование;

- технических условий на прокладываемую коммуникацию, выдаваемых эксплуатирующими организациями;

- нормативных и руководящих документов на проектирование и прокладку данного вида подземной коммуникации.

7.1.3 Исходными данными для разработки проекта ЗП являются:

- данные инженерно-геологических изысканий;

- проект прокладки коммуникации, составной частью которого должен являться ЗП;

- ситуационный план М 1:2000 с нанесенной трассой проектируемой коммуникации;

- сводный план М 1:500 проектируемых инженерных коммуникаций и сооружений;

- действующий инженерно-топографический план М 1:500;

Примечание – Для городов с развитой инженерной инфраструктурой, других линейных объектов допускается использование инженерно-топографических планов М 1:200 или иных оптимальных масштабов.

- ТУ эксплуатирующих организаций на проектирование коммуникации;

- задание на проектирование с указанием участков ЗП, диаметра и количества проектируемых труб;

- продольный профиль М 1:100 или М 1:200 проектируемой коммуникации;

- другие документы в зависимости от конкретных условий строительства.

7.1.4 Проектная документация для ЗП должна содержать оптимальные планировочные, конструктивные и технологические решения, выявленные в результате сравнения возможных вариантов устройства инженерных коммуникаций на данном участке.

7.1.5 Конструкция сечения ЗП определяется заданием на проектирование.

7.1.6 При разработке проекта ЗП необходимо оценивать возможные воздействия на окружающую среду, здания и сооружения, существующие коммуникации, а также учитывать риски возникновения непредвиденных и аварийных ситуаций в процессе строительства с учетом приведенных в приложении Б и предусматривать предварительные меры по минимизации их последствий.

7.2 Состав, содержание и порядок согласования проекта

7.2.1 Проект ЗП должен входить в раздел «Технологические и конструктивные решения линейного объекта. Искусственные сооружения». Обозначение (марка) подраздела проекта – ЗП.

7.2.2 Проект ЗП подлежит согласованию со следующими организациями:

- местными органами исполнительной власти;

- организациями, эксплуатирующими существующие объекты и коммуникации (коллекторы, водопровод, канализация, кабели и т.п.);

- местными органами водоохраны (при пересечении водных преград);

- организациями, ответственными за эксплуатацию железнодорожных путей в месте проведения работ (при пересечении железной дороги);

- организациями, проектирующими и эксплуатирующими метрополитен (при прохождении трассы ЗП в пределах охранной зоны метрополитена);

- органом управления автодорог (при прохождении трассы ЗП в полосе отвода и в пределах придорожных полос автомобильной дороги).

7.2.3 Состав и последовательность размещения текстовых и графических документов, необходимых для формирования проекта ЗП, приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Наименование и последовательность размещения документов в комплекте проекта ЗП	Шифр документа	Проектная документация	Рабочая документация
Текстовые документы			
1 Титульный лист	–	+	+
2 Содержание	С	+	+
3 Состав проекта	СП	+	+
4 Ведомость согласований	ВС	+	+
5 Пояснительная записка	ПЗ	+	+
6 Заключение об инженерно-геологических условиях строительства	ГЗ	+ (при необходимости)	+
7 Технические условия	–	+	+
8 Тексты согласований	–	+	+
9 Письма, протоколы и др. документация (при необходимости)	–	+	+
10 Ведомости объемов работ	ВОР	+	+
Графические документы			
11 План ЗП М1:500 (М1:200)	–	+	+
12 Продольный профиль ЗП М1:200 с инженерной геологией и гидрогеологией. Конструктивное сечение ЗП	–	+ (при необходимости)	+
Примечание – В случае отсутствия чертежа продольного профиля (при разработке стадии «П») конструктивное сечение ЗП показывается на плане ЗП.			

7.2.4 Состав пояснительной записки к ЗП для проектной и рабочей документации приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Номера разделов	Состав пояснительной записки
1	Общие сведения
2	Характеристика района строительства
2.1	Условия строительства
2.2	Сведения об инженерно-геологических условиях строительства
3	Технические и конструктивные решения, включая конструкцию и размеры секций сборного трубопровода
4	Экологическая безопасность и охрана окружающей среды
5	Технологические решения по строительству закрытых переходов
5.1	Основные способы работ и выбор строительных механизмов
5.2	Продолжительность строительства и сведения о количестве работающих
5.3	Основные виды строительных и монтажных работ, конструкций, подлежащих освидетельствованию
5.4	Геодезическо-маркшейдерские работы
5.5	Особенности строительства ЗП при пересечении с железнодорожными путями, автодорогами, метрополитенами, существующими коммуникациями, водными преградами и т.п.
5.6	Контроль качества выполняемых работ

7.3 Проектирование трассы перехода

7.3.1 Положение трассы ЗП в плане при пересечении линейных объектов: сооружений метрополитена, железных и автодорог, водных препятствий, существующих коммуникаций и т.п. следует предусматривать так, чтобы угол пересечения составлял, как правило, 90°. Если ситуационно-топографические условия этого не позволяют, то пересечения необходимо выполнить в доступных технологических коридорах при условии согласования особенностей данного проектного решения со всеми заинтересованными инстанциями.

7.3.2 Трасса ЗП в плане, в зависимости от ситуационно-топографических и инженерно-геологических условий, может быть прямолинейной или иметь от одного и более изгибов с радиусами, определяемыми 7.3.7.1 ÷ 7.3.7.3 и эксплуатационными требованиями для данного вида прокладываемой коммуникации.

7.3.3 Необходимо соблюдать минимально допускаемые приближения в плане и профиле к существующим железным и автодорогам, зданиям и сооружениям, действующим коммуникациям, регламентируемые соответствующими нормативными и руководящими документами. Для предотвращения аварийных ситуаций и выходов бурового раствора расстояние в свету между буровым каналом и верхом покрытия автодороги, подошвой рельсов железной дороги или трамвайных путей, основанием насыпи, фундаментом, конструкцией подземного сооружения или коммуникации должно предусматриваться более 1 м.

Нормируемые значения приближений для различных видов прокладываемых коммуникаций приведены в приложении В.

7.3.4 Участки трубопроводов, прокладываемых на переходах через железные и автомобильные дороги всех категорий с усовершенствованным покрытием капитального и облегченного типов, должны предусматриваться в защитном футляре в соответствии с требованиями МСН 34-01, МСН 32-01 и МСН 32-02. Внутренний диаметр футляра должен быть больше наружного диаметра трубопровода не менее чем на 20 %.

7.3.5 Участки коллекторов водоотводов и дренажных систем, прокладываемых методом ГНБ на территории аэродромов в соответствии с требованиями

МСН 32-05, должны проходить вдоль кромок покрытий взлетно-посадочной полосы на расстоянии не менее 15 м. Заглубление от поверхности следует принимать не менее глубины промерзания грунтов при свободной от снега поверхности, но не менее 1 м. В районах с глубиной промерзания свыше 1,5 м допускается укладывать трубы в зоне промерзания, предусматривая при этом теплоизоляцию труб.

7.3.6 Прокладка коллекторов под аэродромными покрытиями допускается только в виде исключения, при этом заглубление от верха покрытия следует устанавливать по результатам расчета на прочность от воздействия эксплуатационных нагрузок.

7.3.7 Участки напорных и самотечных трубопроводов, прокладываемые горизонтальным направленным бурением над или под тоннельными сооружениями метрополитена, должны заключаться в герметичные футляры, концы которых выводятся за габариты сооружений не менее чем на 10 м.

7.3.8 Прокладка газопроводов под тоннелями метрополитена не допускается.

7.3.9 Прокладка трубопроводов под наземными линиями метрополитена должна предусматриваться в футлярах в соответствии с требованиями МСН 32-02 для электрифицированных железных дорог. Концы футляров должны выводиться за пределы ограждения территории метрополитена не менее чем на 3 м.

7.3.10 При проектировании трассы закрытого перехода необходимо учитывать вид прокладываемой коммуникации, тип и диаметр трубопровода, а также вид применяемого технологического оборудования.

Чертеж продольного профиля должен содержать следующие данные:

- уровни грунта по всей длине пересечения и отметки в соответствующей системе координат;
- уровень грунтовых вод;
- уровень водоема и отметок горизонтов высоких и низких вод;
- углы входа и выхода;
- параметры отдельных участков бурового профиля;

- горизонтальную и общую длину трассы бурения;

- допуски по отклонению точки выхода;

- приближение прокладываемой коммуникации к пересекаемому объекту;

- заглубление в критических зонах (например, под озерами, реками, в точке входа и т.п.).

Примечание – Допускаемые отклонения точки выхода пилотной скважины от проектного створа должны определяться в зависимости от вида прокладываемой коммуникации, длины бурения, инженерно-геологических условий строительства.

7.3.11 Профиль ЗП от точки забуривания до выхода на поверхность (котлован) может включать прямолинейные и криволинейные участки. Под пересекаемыми капитальными зданиями и сооружениями следует предусматривать прямолинейные участки.

7.3.12 Минимально допустимые радиусы изгиба криволинейных участков трассы для прокладки стальных трубопроводов определяются в зависимости от характеристик труб (см. 7.5) и должны составлять, как правило, не менее 1200 $d_н$, где $d_н$ – наружный диаметр трубы, м.

7.3.13 Минимально допустимые радиусы изгиба трассы для трубопроводов из полиэтиленовых труб определяются по соотношению характеристик изгиба стальных буровых штанг (рекомендуется там, где возможно с запасом не менее чем в два раза) и прокладываемых труб, из которых в проекте принимается большее значение, но не менее 25 $d_н$, м.

7.3.14 Минимально допустимый радиус изгиба криволинейных участков трассы должен определяться для сборных трубопроводов из полимерных труб по 7.5.3, а ВЧШГ – по 7.5.4 с учетом допускаемых углов сгибания соединений, указанных изготовителями труб.

Примечание – Для труб из полимерных материалов сгибание в соединении допускается до 2°, для труб из ВЧШГ – до 5°.

7.3.15 Трасса скважины для обеспечения необходимого заглубления должна начинаться с прямолинейного участка, наклонного к горизонту под углом входа в грунт.

В общем случае после прямолинейного участка должен следовать криволинейный вогнутый участок с расчетным радиусом изгиба, затем прямолинейный (горизонтальный или наклонный) участок до следующей кривой (без нарушения допустимого радиуса изгиба) и так до точки выхода по прямолинейному тангенциальному участку с наклоном под углом выхода к поверхности.

Примечание – Пример построения продольного профиля скважины ГНБ приведен на рисунке 7.1.

7.3.16 Углы входа скважины в грунт и выхода на поверхность в зависимости от условий строительства, вида трубопровода и используемого оборудования, как правило, принимаются в пределах от 8° до 20°. При определении в проекте углов входа и выхода следует учитывать необходимость устройства технологических шурфов (приямков) или возможность размещения буровой установки в котловане.

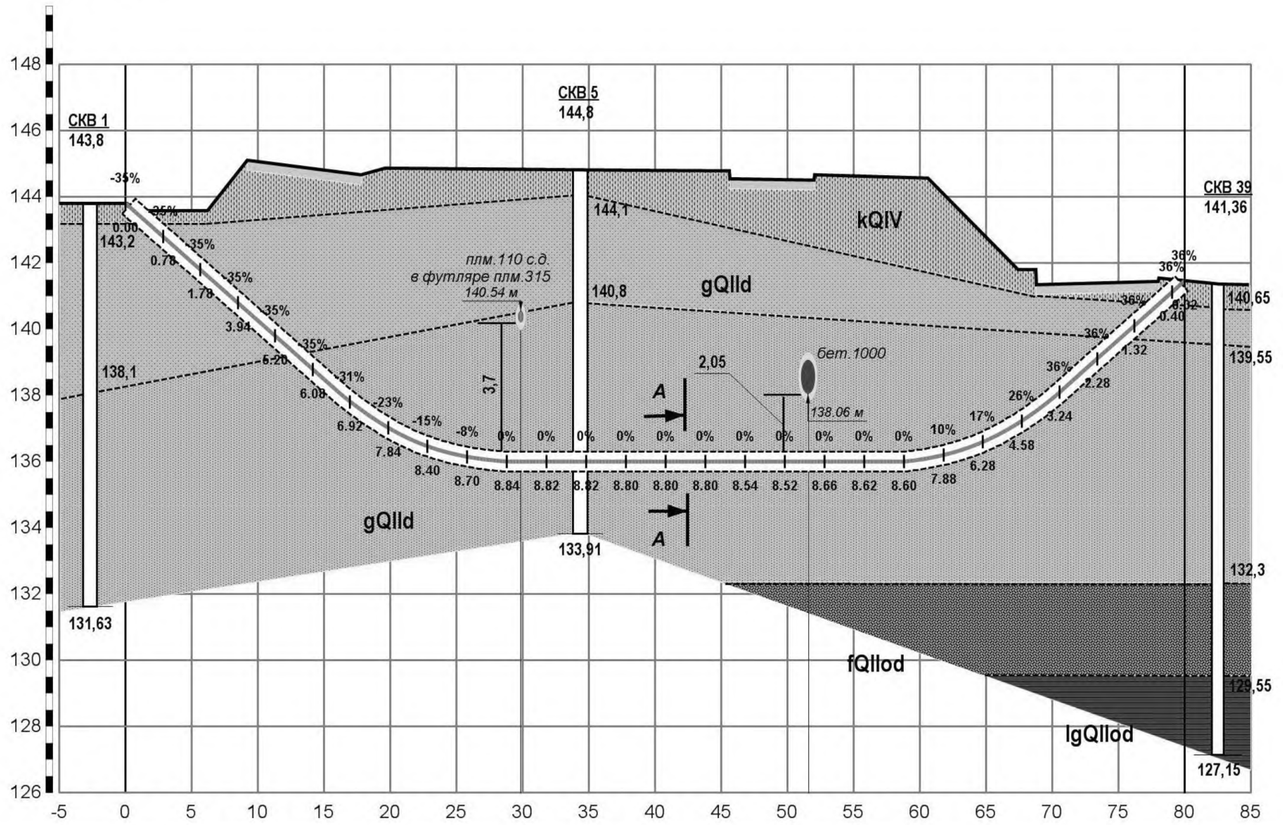
7.3.17 При построении трассы бурения начальные участки входа и выхода, как правило, должны быть прямолинейными.

Примечание – Поверхностные слои грунта, как правило, менее плотные, поэтому при проходке трудно выдержать необходимый радиус изгиба, и возможны выходы бурового раствора.

Длина прямолинейных участков на входе и выходе определяется глубиной залегания плотных связанных грунтов и диаметром прокладываемого трубопровода. Чем больше диаметр бурового канала и тяжелее и жестче буровая колонна, тем длиннее следует принимать прямолинейные участки.

7.3.18 Расчет параметров трассы, включая общую длину скважины, длины и радиусы изгиба для составляющих прямолинейных и криволинейных участков, заглубление скважины, необходимое количество буровых штанг, необходимое усилие и крутящий момент для проходки пилотной скважины и протягивания трубопровода, рекомендуется выполнять с использованием специализированного программного обеспечения автоматизирующего процесс разработки проектной документации. Основные положения рекомендуемой

Профиль


СКВ 1
143,8
СКВ 5
144,8
СКВ 39
141,36
143,2
144,1
140,8
138,1
133,91
131,63
140,65
139,55
132,3
129,55
127,15
kQIV
gQIId
fQIIod
lgQIIod
плм.110 с.д.
в футляре плм.315
140.54 м
бет.1000
138.06 м
2,05
3,7
A
A
-35%
-31%
-23%
-15%
-8%
0%
10%
17%
26%
36%
-5 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85
126 128 130 132 134 136 138 140 142 144 146 148

| | | |

методики расчетов параметров трассы приведены в приложении Г.

Рекомендации по подбору буровой установки, необходимой для ведения работ, приведены в Д.2.4 – Д.2.6 приложения Д. Составы типовых комплектов оборудования и производственной бригады даны в приложении Е.

7.3.19 Длина плети трубопровода $l_г$, м, необходимая (и достаточная) для протягивания, определяется по формуле:

$$l_г = l + \delta + 2a, \quad (1)$$

где l – расчетная длина скважины по профилю перехода, м;

δ – возможное увеличение фактической длины бурового канала (перебур), определяемое с учетом допусков по отклонению точки выхода, м;

a – участки трубопровода от 1,5 до 2,5 м вне бурового канала.

Примечание – Рекомендуется принимать возможное увеличение фактической длины для полиэтиленовых труб 0,10 l, м; для стального трубопровода – от 0,03 l до 0,05 l, м.

7.4 Оценка поверхностных деформаций

7.4.1 При прохождении трассы ЗП под зданиями и сооружениями I и II уровней ответственности (по МСН 20-02), автомобильными и железными дорогами, сооружениями метрополитена, существующими инженерными коммуникациями следует оценивать их возможные смещения и при необходимости предусматривать в проекте дополнительные мероприятия по предотвращению возможных смещений в соответствии с 13.1.6 – 13.1.8.

7.4.2 Расчет смещений следует производить для эксплуатационной стадии проложенного трубопровода, когда деформации могут возникнуть в результате заполнения грунтом части кольцевого зазора (от 20 % до 40 %) между трубой и стенками расширенной скважины, за счет фильтрации и уплотнения бурового раствора. Ширина мульды* оседания B, м от оси скважины (см. рисунок 7.2) определяется по формуле:

$$B = \frac{d_p}{2} + \left(h_c + \frac{d_p}{2}\right) \cdot tg\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right), \quad (2)$$

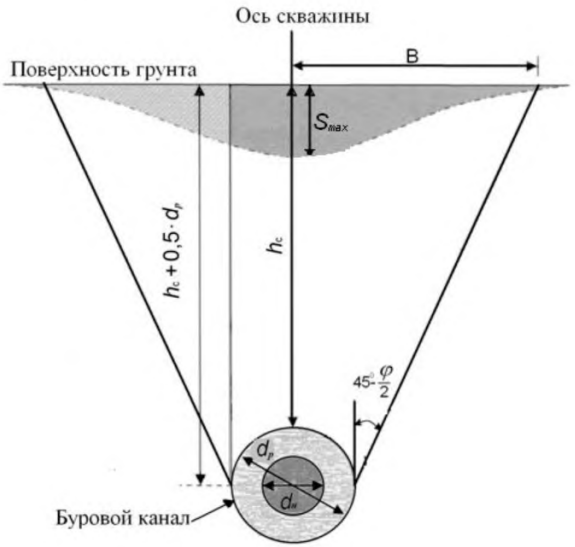
где d_p – наибольший диаметр расширения скважины (бурового канала), м;

* Пологая впадина над подземной выработкой, имеющая в профиле форму в виде чаши, а в плане – изометричную или овальную.

h_c – глубина заложения свода скважины от поверхности, м;

φ – угол внутреннего трения грунта, град.

При различных грунтовых напластованиях общая ширина мульды оседания B, м, должна определяться с учетом слоистости.



φ – угол внутреннего трения грунта

Рисунок 7.2 – Распределение осадок поверхности для скважин ГНБ

7.4.3 Значения деформаций должны определяться из условия совместной работы сооружения и основания в соответствии с требованиями МСН 50-01. Рекомендуется использовать численные методы математического моделирования и соответствующие сертифицированные расчетные программы, учитывающие пространственную работу конструкций, геометрическую и физическую нелинейность, анизотропность и пластические свойства грунтов.

7.4.4 Для предварительных расчетов наибольшее значение величины осадки дневной поверхности по оси проходки S_{max}, мм, связанное с заполнением грунтом зазора между трубой и стенками расширенной скважины, может быть определено по формуле:

$$S_{max} = \frac{V_s}{B} \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где V_s – объем осадки дневной поверхности в пределах мульды оседания на единицу длины скважины, м^3/м, определяемый по формуле:

$$V_s = 0{,}4 \cdot V_a, \quad (4)$$

где V_a – объем кольцевого зазора между трубой и стенками расширенной скважины на один погонный метр скважины, м^3/м.

Примечание – Принимается из условия, что проецируемый на поверхность объем заполнения грунтом кольцевого зазора составляет 40 % от его полного объема.

Объем кольцевого зазора между трубой и стенками расширенной скважины V_a, м^3/м, определяется по формуле:

$$V_a = \frac{\pi(d_p^2 - d_н^2)}{4}. \quad (5)$$

7.4.5 Оценка допустимости деформаций производится исходя из условия:

$$S \le S_n, \quad (6)$$

где S – расчетная деформация основания;

S_n – предельное значение деформации основания и сооружения, устанавливаемое в соответствии с требованиями нормативных документов для данного вида сооружений или заданием на проектирование.

7.4.6 Смещения сооружений на поверхности могут быть снижены при:

- уменьшении диаметра расширения скважины и величины кольцевого зазора между трубой и грунтом;
- увеличении глубины заложения трубопровода;
- прокладки трубопровода в плотных слоях грунта;
- заполнении кольцевого зазора твердеющим тампонажным раствором.

7.4.7 Деформации сооружений и осадки поверхности могут проявляться на стадиях бурения пилотной скважины и промежуточного расширения вследствие гидравлического разрыва, обвалов стенок и выноса грунта буровым раствором. Величина таких деформаций из-за непредсказуемости объема выноса грунта расчетом на стадии проектирования не определяются.

7.4.8 Деформации сооружений и осадки поверхности при строительстве ЗП должны предотвращаться:

- соблюдением технологических параметров бурения;

- недопущением перерывов при бурении, расширении и протягивании трубопровода;

- использованием оптимального состава бурового раствора.

7.5 Области применения и характеристики протягиваемых труб

7.5.1 Виды труб для ГНБ и условия их применения указаны в 7.5.1.1 – 7.5.1.3.

7.5.1.1 Для прокладки подземных инженерных коммуникаций методом ГНБ используются следующие виды труб: стальные, полимерные, из ВЧШГ.

7.5.1.2 Условия применения каждого вида труб, их прочностные характеристики, толщина стенки и изоляция определяются требованиями нормативных документов для конкретного типа прокладываемой коммуникации.

7.5.1.3 Применяемые в качестве продуктопроводов или защитных футляров трубы, а также используемые при сборке трубопровода материалы и изделия для их изоляции, внешнего покрытия и соединения должны иметь документы, удостоверяющие их соответствие требованиям проекта.

7.5.2 Стальные трубы должны соответствовать 7.5.2.1 – 7.5.2.4.

7.5.2.1 Стальные трубы должны применяться для прокладки методом ГНБ:

- газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов в соответствии с требованиями МСН 34-01, МСН 42-01;

- водопровода (на переходах под железными и автомобильными дорогами, через водные преграды и овраги, на участках с расчетным внутренним давлением более 1,5 МПа) в соответствии с требованиями МСН 40-01;

- канализации (в качестве напорных труб) в соответствии с требованиями МСН 40-01;

- тепловых сетей в соответствии с требованиями МСН 41-01;

- защитных футляров, внутри которых затем прокладываются коммуникационные трубы или кабели в оболочках.

7.5.2.2 Для подземной бестраншейной прокладки газопроводов, нефтепроводов, нефтепродуктопроводов применяются трубы с наружными защитными покрытиями, нанесенными заводским способом. Защитные покрытия протягиваемых стальных труб для газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов должны соответствовать 10.2.

7.5.2.3 Для подземной бестраншейной прокладки тепловых сетей (магистральных, распределительных и квартальных) применяются стальные трубы и фасонные изделия с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой защитной оболочке*, соответствующие ГОСТ 30732.

Оболочка должна предохранять ППУ изоляцию от механических повреждений, воздействий влаги, диффузии и обеспечивать защиту трубы от коррозии.

7.5.2.4 В качестве защитных футляров в зависимости от условий строительства и экономической целесообразности применяются стальные трубы, соответствующие ГОСТ 10704, ГОСТ 10705, ГОСТ 10706, ГОСТ 8731, ГОСТ 8733, ГОСТ 20295.

7.5.3 Трубы из полимерных материалов должны соответствовать 7.5.3.1 – 7.5.3.3.

7.5.3.1 Трубы из полимерных материалов применяются при прокладке коммуникаций для хозяйственно-питьевого водоснабжения, транспортировки природного газа с низким рабочим давлением, кабельных линий различного назначения. Как правило, используются полиэтиленовые и полипропиленовые трубы. В отдельных случаях применяются трубы из армированного полиэтилена, полиэфирных материалов, стеклопластика и др.

При протягивании трубопроводов в крупнообломочных и гравийно-галечниковых грунтах по ГОСТ 25100 следует применять трубы с защитной (полипропиленовой, стеклопластиковой и др.) оболочкой.

* Трубы с ППУ – ПЭ изоляцией.

Примечание – Классификация и маркировка труб в соответствии производится по сериям «S» и стандартному отношению «SDR», значения которых определяются по формулам

$$SDR = \frac{d_н}{t}; \quad (7)$$

$$S = \frac{SDR - 1}{2}, \quad (8)$$

где $d_н$ – наружный диаметр трубы, мм;

t – толщина стенки трубы, мм.

7.5.3.2 Основные показатели свойств некоторых полимерных материалов для труб приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3

Показатель	Величина показателя для материала							
	ПНД		ПВД (ПНП)	ПВХ	ПП	Сшитый полиэтилен	Хлорированный ПВХ	Стеклопластик
	ПВП	ПСП						
Плотность, г/см^3	0,94-0,96	0,93-0,94	0,91-0,93	1,4	0,91	0,93-0,95	1,57	1,6-2,2
Предел текучести при растяжении, МПа	20-25	15-18	10-12	50-56	25-28	18-26	50-55	40-200*
Удлинение при разрыве, %	800	800	600	50	> 200	200-500	70-120	0,4-1,4
Модуль упругости, МПа	800	600	200	3000	1200	550-800	2900	5000-25000**
Коэффициент теплового линейного расширения, 10^{-4} °C^{-1}	2	2	2	0,7	1,5	1,2-1,4	0,62	0,18-0,30
Расчетная прочность, МПа	5,0-6,3	5	2,5-3,2	10,0-12,5	5,0-6,3	6,3	10	10-30**
* Для фенолформальдегидных, полиэфирных и эпоксидных смол. ** В осевом направлении.								

7.5.3.3 Для прокладки методом ГНБ напорных трубопроводов, транспортирующих воду, в том числе для хозяйственно-питьевого водоснабжения, при температуре от 0 °С до 40 °С, а также другие жидкие и газообразные вещества, к которым полиэтилен химически стоек, применяются трубы по ГОСТ 18599 из ПЭ 80 при SDR 9,0; 11,0 и 13,6, а также ПЭ 100 при SDR 11,0; 13,6 и 17,0. Максимальное рабочее давление воды (при 20 °С) до 1,6 МПа, срок службы 50 лет.

Диаметры труб по сортаменту до 1200 мм. Поставляются в бухтах, на катушках и отрезками мерной длины.

7.5.3.4 Для газопроводов диаметром до 160 мм включительно рекомендуется применять длинномерные полиэтиленовые трубы, не требующие соединений. При необходимости выполнения соединений сварку следует выполнять по 8.7.1.10.

7.5.4 Трубы из ВЧШГ должны соответствовать 7.5.4.1 – 7.5.4.4.

7.5.4.1 Трубы из ВЧШГ применяются:

- в коммунальных системах водоснабжения и канализации;
- в противопожарных системах водоснабжения;
- в промышленных опреснительных установках;
- в системах горячего водоснабжения (наружные сети горячего водоснабжения и тепловые сети с температурой воды до 150 °С).

Такие трубы могут быть использованы, в том числе в агрессивных средах и сейсмически активных районах.

7.5.4.2 В качестве протягиваемых следует применять трубы из высокопрочного чугуна по ГОСТ 7293 с внутренним цементно-песчаным покрытием по ISO 4179: 2005 [1], внешним цинковым покрытием по ISO 8179 – 1: 2004 [2] и ISO 8179 – 2: 2004 [3], внешним покрытием полиэтиленовым рукавом по ISO 8180: 2006 [4].

7.5.4.3 Для прокладки сборных трубопроводов из ВЧШГ методом ГНБ необходимо использовать гибкие соединения, выдерживающие расчетные тяговые усилия за счет распределения осевой нагрузки вокруг раструба и ствола трубы. Для предотвращения деформаций и разрыва соединений необходимый радиус изгиба трубопровода должен обеспечиваться путем устройства нескольких сгибаний вдоль оси.

Примечание – Соединения имеют нормируемые отклонения и быстро собираются при протягивании.

7.5.4.4 Для прокладки методом ГНБ коммуникаций из труб ВЧШГ рекомендуется использовать гибкое раструбно-замковое соединение (под двухслой-

ное уплотнительное кольцо) типа «RJ» с допуском по отклонению на угол до 5° в зависимости от диаметра собираемых труб (рисунок 7.3).

Примечание – Характеристики труб из ВЧШГ приведены в приложении Ж.

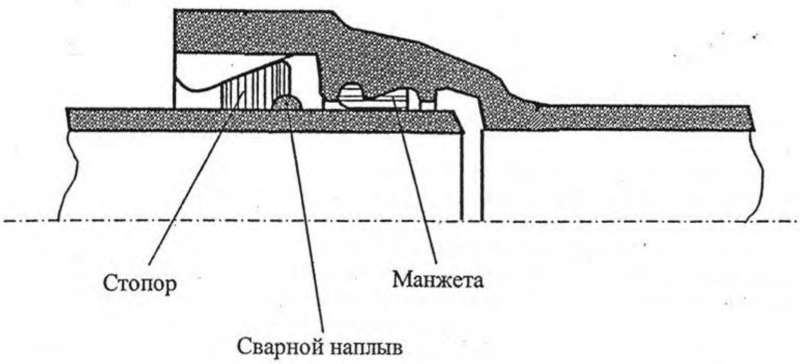


Рисунок 7.3 – Разрез раструбно-замкового соединения

Трасса и буровой канал для протягивания труб из ВЧШГ с соединением типа «RJ» должны иметь радиусы изгиба и диаметр расширения не менее значений приведенных в таблицах 7.4 и 7.5.

Таблица 7.4 – Радиус изгиба трубопровода при сборке труб длиной 6000 мм

Максимально допустимое сгибание соединений, град.	Минимально допустимый радиус изгиба, м
3,00	115,8
3,25	107,3
3,50	100,6
3,75	93,0
4,00	86,9
4,25	82,3
4,50	77,7
4,75	73,5
5,00	70,1

Таблица 7.5 – Диаметр расширения бурового канала под раструбно-замковое соединение типа «RJ», мм

Номинальный диаметр трубы	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Диаметр раструба	156	176	205	230	288	346	402	452	513	618
Минимальный диаметр бурового канала	210	230	270	300	380	450	520	600	670	800
* Условное обозначение, соответствующее минимальному среднему наружному диаметру.										

7.6 Особенности расчета протягиваемых труб

7.6.1 Проверочный расчет на прочность труб и их соединений при протягивании трубопровода выполняется из условия

$$\sigma_{пр.N} \le R_p, \tag{9}$$

где $\sigma_{пр.N}$ – продольное осевое растягивающее напряжение в стенке трубы от протягивания трубопровода с учетом упруго-изогнутых участков, МПа;

R_p – расчетное сопротивление растяжению материала труб и стыковых соединений, МПа.

7.6.1.1 Растягивающие напряжения $\sigma_{пр.N}$, МПа, возникающие в стенке трубы при протягивании по буровому каналу, определяются по формуле

$$\text{у}_{пр.N} = \frac{10^3 P_{ГП}}{\text{р} \cdot t \cdot (d_н - t)} + \frac{E \cdot d_н}{2 \cdot 10^3 \cdot R_и}, \tag{10}$$

где $P_{ГП}$ – усилие протягивания трубопровода, кН;

E – модуль упругости материала трубы, МПа;

$R_и$ – минимальный радиус изгиба по трассе перехода, м.

7.6.1.2 Расчетное сопротивление материала труб R_p, МПа, должно определяться в соответствии с требованиями по проектированию данного вида коммуникаций с учетом нормированных значений сопротивлений и коэффициентов надежности по материалу, коэффициентов надежности по назначению трубопровода и условий работ.

7.6.1.3 Максимально допустимое усилие протягивания трубопровода $P_{ГП}$, кН, не должно превышать значения:

$$P_{ГП} \le \frac{\pi \cdot t \cdot (d_н - t) \cdot (2 \cdot R_и \cdot R_p - E \cdot d_н)}{2 \cdot R_и}. \tag{11}$$

7.6.1.4 Максимально допустимые усилия протягивания $P_{ГП}$, кН, полиэтиленовых труб диаметром до 315 мм по ГОСТ 18599, приведены в таблице И.1 приложения И.

7.6.1.5 Максимально допустимое усилие протягивания $P_{ГП}$, кН, сборных трубопроводов из ВЧШГ следует определять с учетом устанавливаемых производителем прочностных характеристик труб и стыковых соединений. Значения

допустимых усилий протягивания для труб из ВЧШГ приведены в таблице И.2 приложения И.

7.6.1.6 С учетом затухания растягивающих напряжений от усилия тяги по длине трубопровода, радиус изгиба труб R_u^T, м, должен составлять не менее:

$$R_u^T \geq \frac{E \cdot d_n}{2 \cdot R_p}. \qquad (12)$$

Проектные значения радиусов изгиба по трассе перехода следует принимать в соответствии с 7.3.12 - 7.3.14.

7.6.2 Для трубопровода из полимерных труб следует выполнить проверку допустимой овализации* и устойчивости круглой формы поперечного сечения на стадии протягивания и нахождения трубопровода в открытом (ненарушенном) канале, полностью заполненном буровым раствором. Проверка выполняется на сжимающее действие фактического внешнего радиального давления $P_ф$, МПа, определяемого по формуле:

$$P_ф = P_{бр} - P_{вн}, \qquad (13)$$

где $P_{бр}$ – гидростатическое давление бурового раствора в нижней точке скважины, МПа;

$P_{вн}$ – внутреннее давление в трубе, МПа.

Гидростатическое давление бурового раствора в нижней точке скважины, $P_{бр}$, МПа, определяется по формуле

$$P_{бр} = 10^{-2} \rho \, h_{бр}, \qquad (14)$$

где ρ – плотность бурового раствора, г/см^3;

$h_{бр}$ - высота столба бурового раствора, определяемая разницей отметок нижней точки скважины и точек входа или выхода, м.

7.7 Проектирование переходов кабельных линий

7.7.1 При проектировании трассы перехода кабельной линии через железную дорогу следует учитывать, что в соответствии с правилами устройства электроустановок пересечение кабелей с путями электрифицированного рельсового транспорта должно производиться под углом от 75° до 90° к оси пути.

* Отклонение от окружности.

7.7.2 Строительство ЗП кабельных линий методом ГНБ следует выполнять прокладкой кабелей в предварительно протянутых вслед за расширителем полиэтиленовых трубах-оболочках, соответствующих ГОСТ 18599.

7.7.3 Трубы-оболочки для кабельных линий, протягиваемых в буровой канал, как правило, формируются в виде пакета без установки дополнительных распорок. Диаметр труб-оболочек, объединяемых в одном пакете, должен составлять, как правило:

- 40, 50, 63 и 90 мм при прокладке кабелей связи;
- 110 мм при прокладке кабелей связи и наружного освещения;
- 160, 225, 280 мм для прокладки силовых кабелей.

Примечание – Применение труб меньшего диаметра возможно при наличии проектного обоснования, а также согласований заказчика и эксплуатирующей организации.

7.7.4 Диаметр бурового канала должен превышать габариты протягиваемого пакета* кабельных труб-оболочек не менее чем на 20 %.

Рекомендуемые соотношения между общим числом труб-оболочек в протягиваемом пакете, количеством действующих кабелей и минимальным диаметром бурового канала приведены в таблице 7.6. Сечения закрытых переходов для прокладки кабелей показаны на рисунке 7.4.

Таблица 7.6 – Соотношения количества труб-оболочек, действующих кабелей и диаметра бурового канала

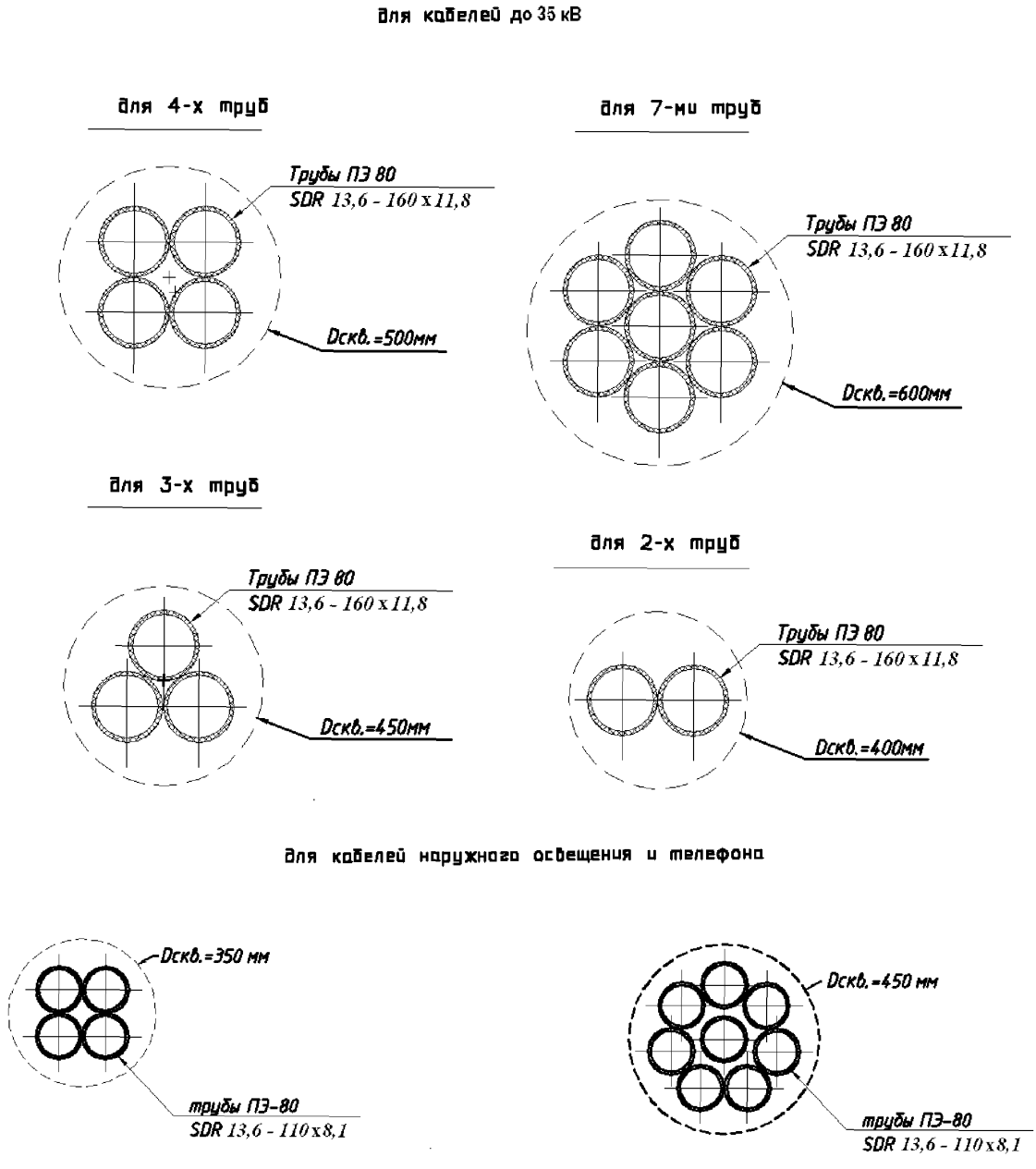
Количество одновременно затягиваемых труб диаметром 160 мм	Количество действующих кабелей (по одному в трубе)	Минимальный диаметр бурового канала, мм
2	1	380
3	2	457
4	2 – 3	520
5	3	620
6	4	640
7	4 – 5	700
8	5 – 6	750

7.7.5 Кабельные трубы-оболочки, протягиваемые пакетом, должны быть выведены на поверхность земли. Вдоль выхода труб разрабатывается шурф для

* Габариты протягиваемого пакета труб - наибольшее расстояние между внешними гранями труб в составе пакета.

стыкования кабелей перехода ГНБ с основной линией. Трубы-оболочки должны обрезаться на уровне дна шурфа и закрываться водонепроницаемой манжетой. Варианты устройства шурфов для вывода кабелей из перехода приведены на рисунке 7.5.

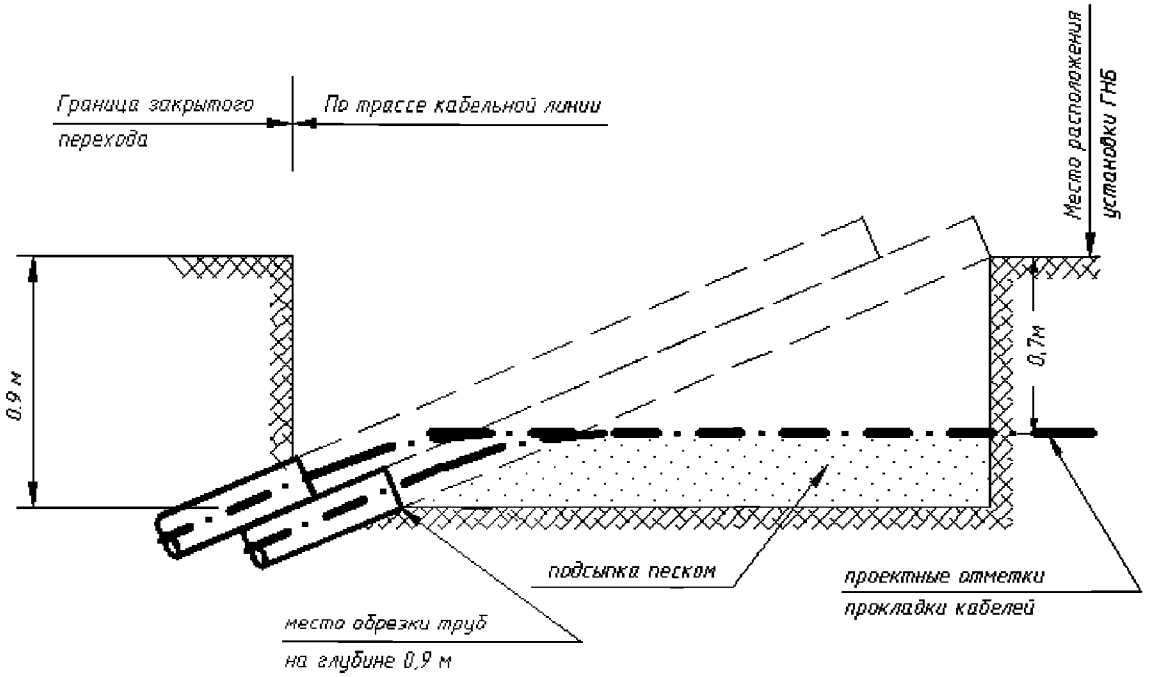
Примечание – Могут применяться другие предусмотренные проектом способы герметизации кабелей-оболочек.



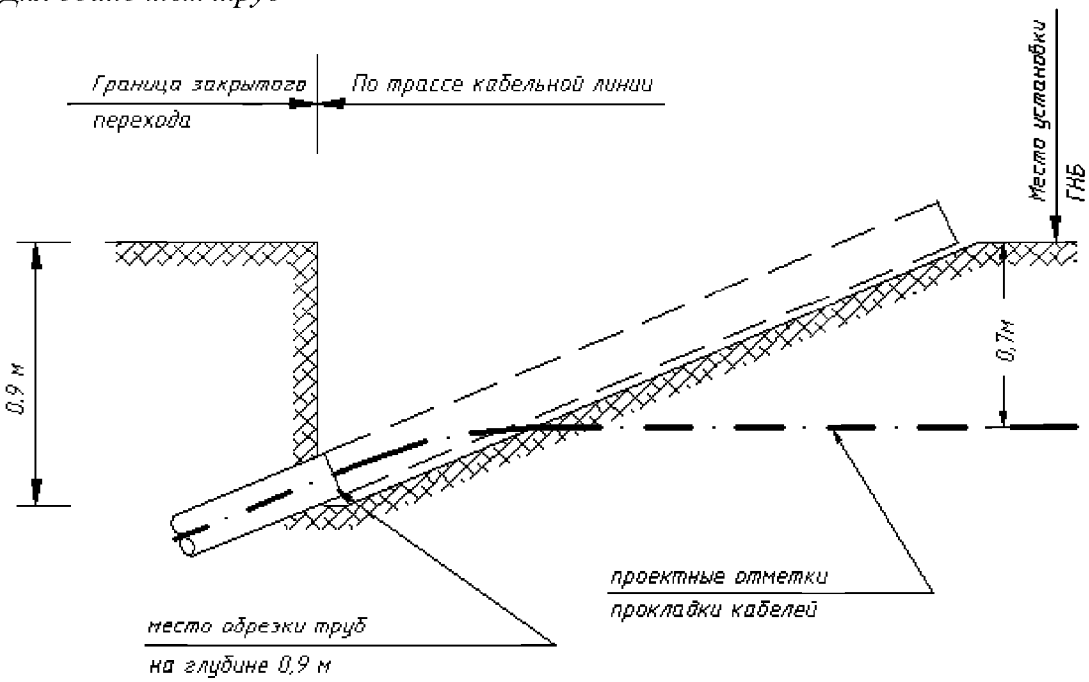
*** Примечание - Диаметр скважины *Dскв.* указан с учетом 20 % запаса относительно протягиваемых труб

Рисунок 7.4 – Сечения закрытых переходов для прокладки кабелей

Для пакета труб



Для одиночных труб



Место обрезки труб, Подсыпка песком, Проектные отметки

Рисунок 7.5 – Варианты шурфов для вывода кабелей из перехода

8 Производство работ

8.1 Организационно-техническая подготовка

8.1.1 Строительство ЗП инженерных коммуникаций методом ГНБ должно вестись по проектной документации, согласованной и утвержденной в порядке, установленном МСН 13-01.

8.1.2 Производитель работ по ГНБ должен получить от застройщика или технического заказчика необходимый комплект рабочей документации со штампом и подписью ответственного лица застройщика или технического заказчика на каждом листе о принятии проекта к производству в соответствии требованиями МСН 13-01.

Примечание – Передаваемая проектная документация должна содержать подтверждение проектировщика об ее разработке в соответствии с заданием на проектирование и обязательными требованиями по безопасности Технических регламентов и Межгосударственных строительных норм.

8.1.3 Для производства работ необходимо использовать специализированное оборудование, соответствующее инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям строительства, протяженности и конструкции предполагаемого к прокладке трубопровода.

Примечание – Характеристики оборудования, рекомендации его по подбору, элементы технического и инфраструктурного оснащения приведены в приложении Д, типовой состав бригады для выполнения работ по ГНБ – в приложении Е.

8.1.4 На участке проведения работ должен быть полный набор инструкций по подготовке, эксплуатации, техническому обслуживанию буровой установки и другого технологического оборудования, а также по ремонту отдельных узлов и безопасному производству работ.

8.1.5 Руководящий состав и инженерно-технические работники подрядной строительной организации, ответственные за организацию и производство работ, осуществление технического контроля качества на всех этапах прокладки коммуникаций методом ГНБ, должны иметь соответствующую квалифика-

ционную подготовку, обладать знаниями в области охраны окружающей среды и иметь аттестацию по промышленной безопасности.

8.2 Требования к проекту производства работ

8.2.1 В соответствии с МСН 13-01 ППР по сооружению ЗП методом ГНБ должен разрабатываться в полном объеме при строительстве на городской территории и территории действующего предприятия, а при строительстве в сложных природных и геологических условиях, а также технически особо сложных объектов – по требованию органа исполнительной власти, выдающего разрешение на строительство. В остальных случаях ППР разрабатывается по решению застройщика или технического заказчика в неполном объеме (см. 8.2.7).

8.2.2 ППР должен разрабатываться на основании ПОС и другой проектно-сметной документации. Отступления от утвержденных проектных решений без согласования с заказчиком не допускаются.

8.2.3 ППР в полном объеме, кроме общестроительных разделов, соответствующих требованиям МСН 13-01, должен включать:

- топографические планы стройплощадок со стороны буровой установки (точка входа) и со стороны трубы (точка выхода) (см. 8.3);

- технологию и параметры бурения по трассе пилотной скважины (см. 8.5);

- способ и последовательность расширения скважины (см. 8.6);

- порядок развертывания катушек трубопровода или монтажа из сборных звеньев (см. 8.7);

- план и продольный профиль монтажной зоны сборки плети трубопровода (см. 8.7);

- Технологический регламент (см. 8.2.6);

- порядок протягивания трубопровода в скважину, диаметр бурового канала и предельно допустимое значение усилия тяги по условию прочности трубы (см. 8.8);

- календарный график прокладки ЗП (см. 8.5, 8.6, 8.8);

- мероприятия по обеспечению производства работ в холодный период года (см. 8.10);

- объем отходов, места свалок и утилизации бурового шлама.

8.2.4 Топографический план стройплощадки должен содержать:

- расположение и размер основных компонентов системы ГНБ (буровая установка, кабина управления, сменное оборудование, блок электроснабжения и т.п.);

- способ закрепления буровой установки;

- расположение и размеры емкостей бурового раствора;

- расположение складского участка и крановой площадки;

- подъездные и внутриплощадочные дороги.

Типовая схема расположения оборудования на стройплощадках в точках входа и выхода трубопровода приведена на рисунке 8.1.

8.2.5 Проектная документация в составе ППР по монтажной зоне (порядок развертывания катушек трубопровода или монтажа из сборных звеньев, план и продольный профиль монтажной зоны сборки плети трубопровода) должна содержать:

- конструкцию, высоту и положение монтажных роликовых опор, расстояние между ними по 8.7.2;

- радиус перегиба трубопровода на стадии монтажа по 8.7.3.

8.2.6 Для обеспечения качества выполнения работ по прокладке коммуникаций методом ГНБ в состав ППР должен входить Технологический регламент, разработанный с учетом технических характеристик намеченного к применению оборудования и специфики конкретного пересечения.

В Технологическом регламенте должны быть приведены:

- последовательность и методы выполнения работ (операций);

- состав и характеристики бурового раствора;

- расчеты максимальных скоростей бурения, протягивания, необходимых объемов и давления подачи бурового раствора;

- порядок контроля при бурении, расширении и протягивании трубопровода;

- требования по технике безопасности;

- мероприятия по обеспечению сохранности пересекаемых объектов и окружающей среды;

- состав ответственного руководящего и контролирующего персонала.

8.2.7 ППР по сооружению ЗП в неполном объеме должен включать:

- топографические планы стройплощадок;

- технологические схемы и порядок выполнения отдельных видов работ (по согласованию с заказчиком), порядок операционного контроля по 11.3;

- пояснительную записку, содержащую основные решения, природоохранные мероприятия;

- мероприятия по охране труда и безопасности.

8.3 Подготовительные работы и обустройство стройплощадок

8.3.1 До начала бурения должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- геодезическая разбивка трассы и вынос в натуру точек начала забуривания и выхода бура из грунта;

- подготовка стройплощадок для размещения буровой установки, насосно-смесительного узла для приготовления бурового раствора, склада буровых штанг, контейнера хранения для бентонита, полимеров, строительных материалов, бытовых помещений (см. рисунок 8.1);

- монтаж буровой установки в точке начала забуривания с обеспечением предусмотренного конструкцией закрепления для восприятия усилий подачи при бурении и обратной тяги при протягивании трубопровода, а также заземления установки;

Примечание - Для обеспечения проектного угла входа пилотной скважины буровая установка может быть установлена под наклоном с принятием необходимых мер для его надежного закрепления.

- контроль исправности и работоспособности локационной системы.

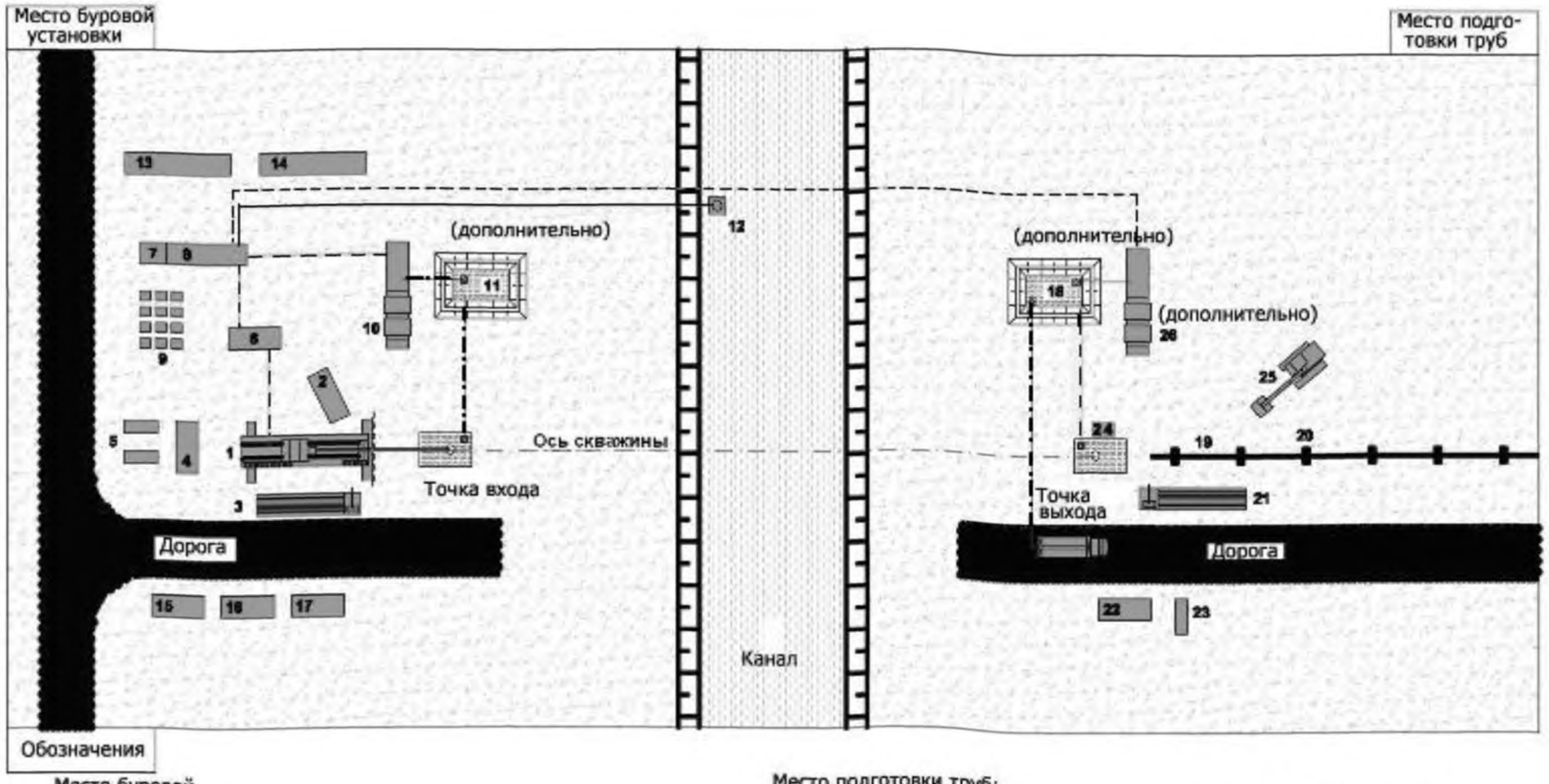


Рисунок 8.1 – Схема расположения оборудования на стройплощадке

8.3.2 Если предусматривается выполнять расширение пилотной скважины от буровой установки («от себя»), на стройплощадке в точке выхода должна устанавливаться дополнительная установка ГНБ, которая подтягивает расширитель на конечном участке скважины.

8.3.3 В качестве дополнительного оборудования, обеспечивающего проведение работ в сложных инженерно-геологических условиях, а также при большой длине и диаметре прокладываемого трубопровода, на буровой установке в точке входа может быть смонтирован усилитель тяги или на стройплощадке в точке выхода размещен доталкиватель (см. Д.6).

8.3.4 При размещении стройплощадок следует избегать наличия в их пределах заглубленных сооружений и коммуникаций, пересекающих трассу скважины на входе или выходе.

8.3.5 Размеры стройплощадок должны быть достаточны для размещения необходимого оборудования, технологических сооружений, а также развертывания катушек или раскладки сборного трубопровода так, чтобы он вошел в буровой канал без перегибов и перекручивания.

Типовые размеры буровых установок различных классов и рекомендуемые рабочие площадки для их размещения и обеспечения производительной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Типовые размеры буровых установок и рабочих площадок, м

Типовые размеры	Класс буровой установки		
	Мини	Миди	Макси, Мега
Длина буровых штанг	От 1,5 до 3,0	От 3 до 9	От 6 до 12
Площадь основания установки (длина × ширину)	От 0,9×3,0 до 2,1×6,0	От 2,1×6,0 до 2,4×13,5	Более 2,4×13,5
Рекомендуемые размеры рабочей площадки	6×18	30×45	45×60
Примечание – При работах в стесненных условиях размеры стройплощадок могут быть уменьшены, с учетом соблюдения требований безопасного производства работ.			

8.3.6 Для устройства протяженных пересечений (длина более 300 м) магистральными трубопроводами водных и других преград размеры рабочих

площадок для раскладывания и сборки трубопровода определяются длиной принятой к протягиванию плети и, как правило, должны составлять:

- от + 15 до + 60 м в длину по оси перехода от точки выхода скважины, в ширину 12 м;

- от + 47 до + 75 м в длину по оси перехода от точки входа, в ширину от 15 до 45 м.

8.3.7 Необходимо выполнить планировку площадок на входе и выходе с разработкой технологических выемок (приямков), предназначенных для:

- сбора выходящего из скважины бурового раствора;

- ввода бурового инструмента и расширителей в скважину;

- подачи трубопровода для протягивания.

Размеры выемок определяются углами входа (выхода), диаметром бурения, характеристиками бурового оборудования. При необходимости обеспечения требуемого заглубления скважины буровая установка может быть размещена в специальном стартовом котловане.

8.4 Дополнительные мероприятия по обеспечению производства работ в сложных инженерно-геологических условиях

8.4.1 При наличии по трассе бурения скважины сыпучих гравелисто-галечниковых, рыхлых песчаных или глинистых грунтов текуче-пластичной консистенции, а также напорных (артезианских) вод должны предусматриваться дополнительные мероприятия по обеспечению производства буровых работ:

- крепление обсадной трубой;

- предварительное укрепление грунта;

- устройство разгрузочных скважин и дозиметрических колодцев.

8.4.2 Крепление обсадной трубой следует производить на участках входа или выхода скважины для предотвращения обвалов и выхода бурового раствора на поверхность.

8.4.2.1 Длина обсадной трубы принимается до устойчивых (связных) слоев грунта. Ее внутренний диаметр должен превышать не менее чем на 100 мм

диаметр наибольшего из применяемых расширителей, с тем, чтобы скважинный снаряд свободно проходил в трубе при буровых работах и протягивании.

8.4.2.2 Обсадная колонна должна формироваться из отдельных звеньев, погружаемых в грунт забивкой, забуриванием или вдавливанием.

8.4.2.3 Метод погружения должен выбираться в зависимости от конкретных инженерно-геологических условий и имеющегося технологического оборудования.

8.4.2.4 После завершения прокладки трубопровода труба может быть полностью или частично извлечена. Для предотвращения осадок поверхности обсадную трубу целесообразно оставить в грунте.

8.4.2.5 Обсадную трубу в нижней точке входа или выхода скважины можно использовать для установки внутреннего запорного клапана и резинового уплотнения с целью обеспечения циркуляции и предотвращения выхода бурового раствора.

8.4.3 Укрепление грунта производится преимущественно по трассе бурения в неустойчивых и трещиноватых породах.

8.4.3.1 Предварительное укрепление производится методом инъекции цементным раствором с поверхности.

8.4.3.2 Возможно укрепление грунта при помощи твердеющего раствора (как правило, смеси бурового и цементного раствора), подаваемого через скважину и буровую колонну при протягивании трубопровода, при этом срок схватывания раствора должен превышать время, необходимое для завершения протягивания.

8.4.4 Разгрузочные скважины должны устраиваться по оси трассы бурения в местах заложения слабых рыхлых и трещиноватых пород, а также при критическом приближении* скважины к важному поверхностному или подземному объекту, сохранность которого необходимо обеспечить.

Примечание – Разгрузочные скважины предназначены для снижения избыточного давления бурового раствора, предотвращения гидравлического разрыва сплошности

* Максимальное расстояние до объекта, на котором возможны негативные воздействия при бурении.

окружающего грунта, связанного с нарушением циркуляции и неконтролируемыми выбросами раствора.

8.4.4.1 Количество и расположение разгрузочных скважин устанавливается проектом (см. раздел 7), исходя из конкретных условий строительства.

8.4.4.2 Глубина разгрузочных скважин принимается из условия приближения к буровому каналу (проход наибольшего расширителя) на расстояние, как правило, от 0,2 до 0,5 м.

8.4.4.3 Типовая схема разгрузочной скважины приведена на рисунке 8.2.

8.4.5 Дозиметрические колодцы* должны устраиваться для слежения за уровнем грунтовых вод, поднятием и давлением бурового раствора при проходке.

Дозиметрические колодцы могут использоваться как в комплексе с разгрузочными скважинами, так и отдельно, на подходе к важному объекту, для корректировки технологии бурения и состава раствора.

8.5 Бурение пилотной скважины

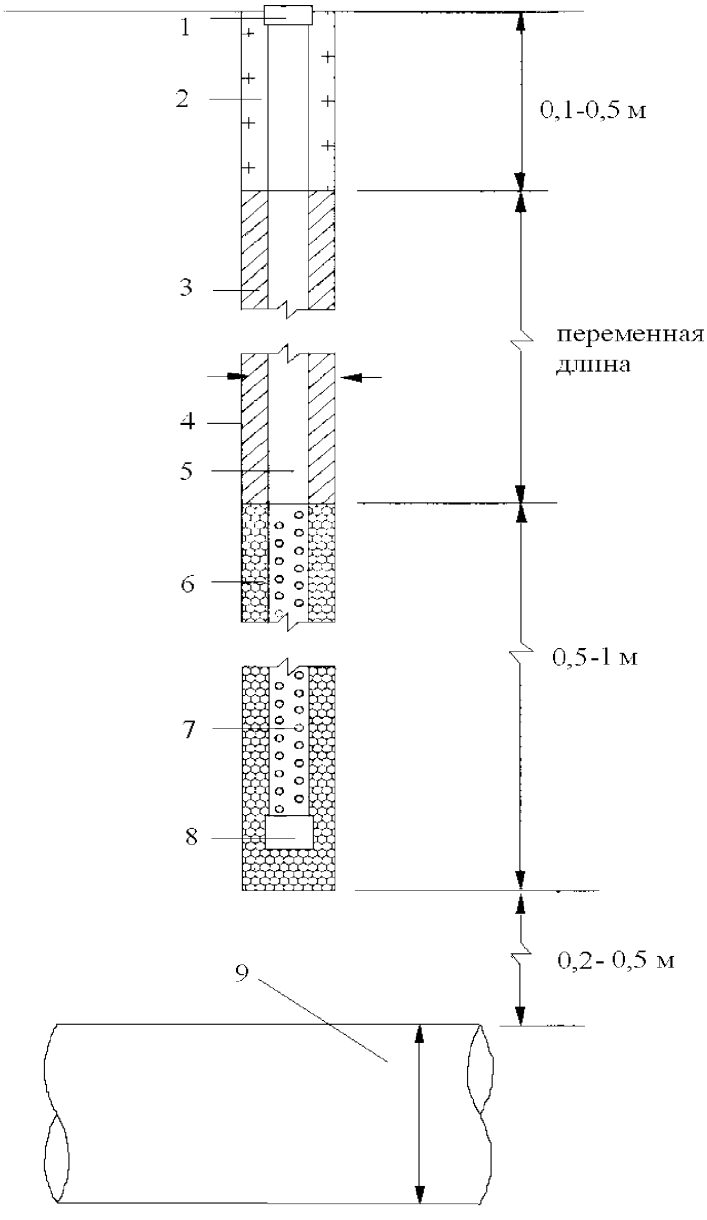
8.5.1 Бурение должно начинаться после контроля расположения, закрепления и заземления буровой установки, а также подготовки бурового раствора, в объеме необходимом для проходки скважины (см. 9.3).

8.5.2 Бурение пилотной скважины должно производиться под предусмотренным проектом углом входа в грунт и по проектной траектории в соответствии с профилем и планом прокладки коммуникации (см. рисунок 8.3).

8.5.3 Бурение осуществляется передовым буром со сменными насадками для различных видов грунта. Изменение направления бурения осуществляется при помощи имеющей скос буровой лопатки, размещаемой по центру передового бура.

8.5.3.1 Тип используемого передового бура следует выбирать в зависимости от гидрогеологических условий с учетом рекомендаций Д.3.2.

* Скважины, колодцы малого диаметра, оснащенные пьезометрами.



1 – заглушка с вентиляционным отверстием;
2 – грунтовая засыпка;
3 – заполнение тампонажным глиноцементным раствором;
4 – ствол скважины диаметром 200 мм;
5 – ПВХ-труба диаметром от 75 до 100 мм;
6 – гравийная засыпка от 0,5 до 1,0 м;
7 – перфорированный фильтр;
8 – водонепроницаемая заглушка;
9 – буровой ствол скважины ГНБ после расширения

Рисунок 8.2 – Схема разгрузочной скважины

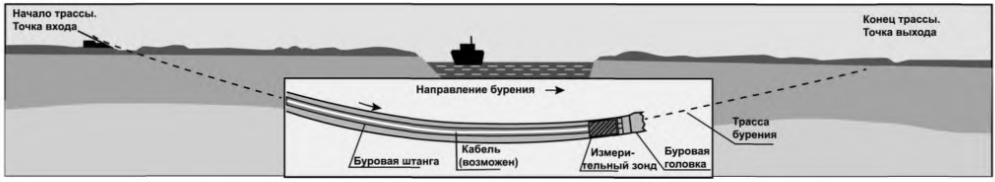


Рисунок 8.3 – Направленное бурение пилотной скважины

8.5.3.2 Для скальных пород по ГОСТ 25100 целесообразно использование забойного двигателя повышающего производительность буровых работ. При этом необходимо учитывать увеличение расхода бурового раствора, соответственно характеристикам оборудования.

Примечание – Забойный двигатель – устройство в составе буровой колонны, преобразующее, как правило, гидравлическую энергию потока бурового раствора в механическую работу (вращательную или ударную) породоразрушающего инструмента.

8.5.4 В процессе проходки пилотной скважины должен вестись контроль траектории бурения с использованием специальных локационных систем (см. Д.5).

Контроль траектории бурения осуществляется по информации о местоположении, глубине, уклоне, крене («по часам»), азимуте буровой головки.

8.5.5 Для коррекции траектории должно быть остановлено вращение буровых штанг, установлен скос буровой головки в нужном положении и осуществлено задавливание штанг до достижения буровой головкой проектной траектории. При необходимости буровая головка может быть отведена назад на длину одной или нескольких штанг с последующей коррекцией траектории бурения.

8.5.6 В процессе бурения через полые буровые штанги и форсунки породоразрушающего инструмента на забой подается буровой раствор.

Примечание – Буровой раствор размывает грунт, снижает трение, охлаждает бур, заполняет скважину и предохраняет ее от обвалов, выносит на поверхность буровой шлам.

8.5.7 Фактическое время, необходимое для бурения пилотной скважины или расширения бурового канала, зависит от диаметра и длины проходки, производительности подающего насоса, вязкости бурового раствора, мощности

буровой установки, гидрогеологических условий, особенностей конструкции бурового инструмента.

Минимальное время (самое скоростное бурение), требующееся для проходки пилотной скважины на длину одной буровой штанги $t_{\min}^{скв}$, мин, определяется по формуле

$$t_{\min}^{скв}=0{,}785\frac{d_c^{\,2}\cdot K_p}{K_н\cdot П_н}\cdot \ell_ш, \qquad (15)$$

где d_c – диаметр пилотной скважины, м;

K_p – коэффициент расхода бурового раствора на единицу объема скважины принимается по таблице 9.2;

$K_н$ - корректирующий коэффициент для производительности подающего насоса, снижающийся с увеличением вязкости бурового раствора;

Примечание – При вязкости от 40 до 60 сек корректирующий коэффициент $K_н$=0,8.

$П_н$ – производительность подающего насоса, м^3/мин;

$\ell_ш$ – длина буровой штанги, м.

8.5.8 Максимальная скорость пилотного бурения $v_{\max}^{скв}$, м/мин, определяется по формуле

$$v_{\max}^{скв}=\frac{\ell_ш}{t_{\min}^{ск}}. \qquad (16)$$

8.5.9 Если грунтовые условия, коэффициент расхода и вязкость бурового раствора меняются по длине трассы перехода, приведенные в 8.5.7 – 8.5.8 технологические параметры должны определяться для каждого характерного участка.

8.5.10 Расчеты максимальных скоростей бурения, протягивания и необходимых объемов бурового раствора следует производить при подготовке Технологического регламента в составе ППР (см. 8.2.6).

8.5.11 Для каждого типа грунта должны использоваться определяемые в ППР соотношения между давлением подачи бурового раствора, диаметром выходных сопел буровой головки (определяют поступающий объем раствора), по-

казателями вязкости бурового раствора, скорости бурения и протягивания расширителя.

В таблице 8.2 приведены рекомендуемые показатели соотношения геологических условий и технологических параметров при бурении.

Таблица 8.2 – Технологические параметры бурения (диаметр $d \leq 225$ мм)

Тип грунта по ГОСТ 25100	Вязкость бурового раствора, сек	Диаметр раскрытия выходного сопла буровой головки, мм	Давление подачи бурового раствора, МПа	Максимальная скорость бурения, м/мин
Глины твердые и полутвердые	30 – 40	1,0	8 – 10	2,4
Глины тугопластичные	30 – 40	1,0	8 – 10	1,5 – 2,4
Глины мягкопластичные	40 – 60	1,5	6 – 8	2,4
Глины текучепластичные	40 – 60	1,5	6 – 8	1,2 – 1,8
Супеси твердые	60 – 80	1,5 – 2,3	6 – 8	3,0
Супеси пластичные	60 – 80	1,5 – 2,3	6 – 8	1,5 – 1,8
Пески мелкие связные	40 – 60	3,0	2 – 5	4,0
Пески водонасыщенные	40 – 60	3,0	2 – 5	2,4 – 4,0
Пески крупнозернистые	60 – 80	2,3 – 3,0	4 – 6	3,0
Гравийно-галечниковые грунты	100	2,3 – 3,0	4 – 6	1,8 – 2,4

8.5.12 В процессе производства работ должны контролироваться циркуляция бурового раствора, его расход, соответствие грунтов проекту, а при необходимости выполняться корректировки состава раствора и технологических параметров бурения.

8.5.13 Направленное бурение пилотной скважины должно завершаться выходом бура в заданной проектом точке на поверхность или в специально подготовленный приямок (приемный котлован).

8.5.14 По данным контроля траектории в процессе проходки пилотной скважины должна быть оформлена исполнительная документация: протокол бурения, форма которого приведена в приложении К, чертежи фактического профиля и плана пилотной скважины.

8.6 Расширение скважины

8.6.1 Расширение скважины следует производить после завершения проходки пилотной скважины. Взамен буровой головки к колонне штанг необходимо присоединить расширитель и протянуть с одновременным вращением через скважину в направлении к буровой установке (см. рисунок 8.4).

Примечания

1 В качестве расширителей для различных типов грунтов применяются специализированные римеры, производящие резание, скалывание и уплотнение грунта.

2 Римеры снабжаются высокопрочными режущими кромками и породоразрущающими насадками.

3 Основные типы и характеристики расширителей скважин приведены в Д.3.2.

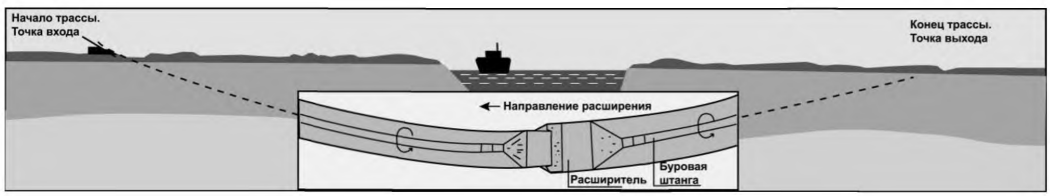


Рисунок 8.4 – Расширение скважины

8.6.2 Используемая конструкция расширителя должна максимально соответствовать инженерно-геологическим условиям по трассе перехода и определяется физико-механическими свойствами и структурными особенностями разбуриваемых грунтов.

8.6.3 На протяжении всего этапа расширения со стороны трубопровода (точки выхода) должно осуществляться непрерывное наращивание пилотных штанг за расширителем, чтобы в скважине постоянно находилась целая буровая колонна.

8.6.4 На всех этапах производства работ (бурение пилотной скважины, расширение бурового канала, протягивание трубопровода) в скважину должен подаваться буровой раствор для удаления бурового шлама, стабилизации и смазки стенок канала.

8.6.5 Диаметр бурового канала, количество последовательных ходов расширителей, их типы и диаметры, определяются ППР в зависимости от диамет-

ра трубопровода (пакета труб), длины и трассы перехода, инженерно-геологических условий, характеристик буровой установки и вспомогательного оборудования. Для обеспечения протягивания трубопровода окончательный диаметр бурового канала должен, как правило, превышать на величину от 20 % до 50 % внешний диаметр трубопровода, включая покрытие и изоляцию.

Для твердых связанных грунтов (сухой тугопластичной глины, плотного слежавшегося песка с твердыми включениями) диаметр бурового канала должен составлять 1,3 – 1,5 диаметра трубы.

8.6.6 Зазор между наибольшим внешним диаметром протягиваемого трубопровода и грунтом не должен превышать 150 мм.

Рекомендуемые соотношения между длиной перехода, диаметрами протягиваемого трубопровода (пакета труб) и бурового канала приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Наружный диаметр трубопровода ($d_н$) либо пакета труб, мм	Длина перехода, м	Диаметр бурового канала, не менее, мм
До 200	До 50	1,2 $d_н$
	50 – 99	1,3 $d_н$
	100 – 299	1,4 $d_н$
	Св. 300	$d_н$ +100
201-599	50 – 99	1,3 $d_н$
	100 – 299	1,4 $d_н$
	Св. 300	1,5 $d_н$
Свыше 600	Св. 100	$d_н$+300

8.6.7 Минимальное время, требующееся для расширения пилотной скважины, $t^{p}_{\min}$, мин, до проектного диаметра бурового канала на длину одной секции трубопровода (при одном проходе расширителя) определяется по формуле:

$$t^{p}_{\min} = 0{,}785 \cdot \frac{d_p^{\,2} \cdot K_p}{K_н \cdot П_н} \cdot \ell_m, \qquad (17)$$

где d_p – диаметр расширенной скважины (бурового канала), м;

ℓ_m – длина секции трубопровода, м.

При нескольких последовательно выполняемых расширениях суммируются временные затраты на каждую операцию.

8.6.8 Для каждого прохода расширителя максимальная скорость его протягивания v^{p}_{max}, м/мин, снижается обратно пропорционально увеличению объема бурового канала и определяется по формуле:

$$v^{p}_{max} = v^{скв}_{max} \cdot \frac{d_c^{\,2}}{d_p^{\,2}}. \qquad (18)$$

Примечание – Формулы для расчета времени (17) и максимальной скорости расширения (18) дают запас, не учитывая наличие заполненной раствором пилотной скважины.

8.6.9 Оптимальная скорость протягивания расширителя обычно составляет от 0,3 до 1,0 м/мин и обеспечивается ограничением площади разрабатываемого забоя и выбором расширителя соответствующего диаметра.

8.6.10 В зависимости от степени крепости грунтов* при определении площади забоя и диаметра расширителя первой ступени D_{p1}, м, должны быть учтены следующие граничные значения:

- для мягких и землистых грунтов максимальная площадь забоя составляет от 0,4 до 0,5 м^2, диаметр расширителя первой ступени D_{p1} – от 0,7 до 0,8 м;

- для грунтов средней крепости максимальная площадь забоя составляет от 0,3 до 0,35 м^2, диаметр расширителя первой ступени D_{p1} – от 0,6 до 0,7 м;

- для крепких грунтов максимальная площадь забоя составляет от 0,1 до 0,2 м^2, диаметр расширителя первой ступени D_{p1} – от 0,3 до 0,5 м.

Исходя из приведенных граничных значений и проектного диаметра скважины, должны быть определены примерное число последовательных этапов расширения и размерный ряд расширителей. Минимальный шаг расширения скважины (увеличения диаметра расширителя) – 100 мм.

8.6.11 При прокладке ЗП магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, а также трубопроводов иного назначения при наличии по трассе абразивных пород готовность бурового канала к протягиванию тру-

* Классификация крепости по Протодьяконову.

бопровода устанавливается предварительным пропуском калибра – секции (элемента) основной трубы максимального проектного диаметра.

Готовность бурового канала к протягиванию трубопровода оценивается отсутствием повреждений поверхностной изоляции пропускаемой трубы (калибра).

8.7 Сборка трубопровода и организация перегиба при подаче в грунт

8.7.1 Требования к порядку сборки приведены в 8.7.1.1 – 8.7.1.11.

8.7.1.1 Конструкция и размеры секций сборного трубопровода должны быть указаны в проектной документации (см. 7.2.4).

8.7.1.2 Для прокладки трубопроводов из полимерных труб диаметром до 160 мм включительно следует применять длинномерные трубы, поставляемые в катушках.

8.7.1.3 Сборка и подготовка трубопровода должны вестись одновременно, опережая буровые работы. К моменту завершения расширения бурового канала трубопровод или его передовой участок, размещенный на противоположной от буровой установки стороне скважины, должен быть скомплектован, сварен (соединен муфтами), и, в случае необходимости, подготовлен к протягиванию путем установки на роликовые опоры.

Примечание – Предварительная сборка участка прокладываемого трубопровода или по возможности растяжка плети труб по всей длине перехода является предпочтительным вариантом, так как при этом сокращается время на протягивание и снижается риск, что трубопровод застрянет в скважине.

8.7.1.4 В стесненных условиях строительства допускается производить сборку трубопровода в процессе протягивания путем последовательного наращивания плети соединением секций труб. При этом необходимо предусмотреть меры по обеспечению устойчивости стенок расширенного бурового канала от обрушения при технологических перерывах в протягивании.

8.7.1.5 Погрузочно-разгрузочные работы, хранение и монтаж секций труб должны производиться, не допуская их деформаций и механических повреждений покрытия.

8.7.1.6 Для нефтепродуктопроводов из стальных труб сварочно-монтажные работы должны выполняться в соответствии с МСН 34-01, при этом необходимо контролировать качество всех стыков.

8.7.1.7 Очистка полости и гидравлическое испытание участка трубопровода должны выполняться в соответствии с требованиями МСН 34-01 и специализированных регламентов, разрабатываемых для данного объекта по прокладке подземных инженерных коммуникаций.

8.7.1.8 Изоляцию стыков труб должны производить после получения заключений о качестве сварки и предварительного гидравлического испытания трубопровода.

8.7.1.9 Для изоляции сварных стыков труб с заводским наружным покрытием на основе экструдированного полиэтилена, как правило, должны применяться термоусаживающиеся полимерные ленты (манжеты). Нахлест изоляции стыка на заводское покрытие труб должен быть не менее 7,5 см. Изоляция стыков по своим параметрам не должна уступать основному изоляционному покрытию.

8.7.1.10 При строительстве ЗП газораспределительных систем соединения полиэтиленовых труб между собой и с полиэтиленовыми соединительными деталями выполняются при помощи муфт с закладными нагревателями или встык нагретым инструментом.

8.7.2 Сборку плети трубопровода на роликовых опорах следует выполнять в соответствии с 8.7.2.1 – 8.7.2.6.

8.7.2.1 Плеть трубопровода, подготовленную для операции протягивания, целесообразно размещать на специальных роликовых опорах, уменьшающих до минимума сопротивление трения и снижающих необходимое усилие тяги.

В качестве роликовых опор, как правило, используются стальные рамы, на которые крепятся ролики из твердой резины или полиуретана с шаровыми подшипниками.

На инвентарных опорах ширина расположения роликов должна регулироваться при использовании труб разных размеров.

8.7.2.2 Роликовые опоры должны обеспечивать:

- равномерное распределение нагрузки от веса плети трубопровода;

- минимальный коэффициент трения качения трубопровода по роликам;

- поперечную устойчивость уложенного трубопровода при его перемещении;

- сохранность изоляционного покрытия труб при протаскивании.

8.7.2.3 Габариты опор и расстояния между ними следует определять из условий:

- предотвращения недопустимых деформаций трубопровода (прогиб, выгиб);

- обеспечения сохранности внешнего защитного покрытия;

- минимизации осадок опор для тяжелого трубопровода.

Несущая способность конструкции и основания роликовых опор с учетом возможной перегрузки за счет неполной работы ближайших опор должна превышать расчетную нагрузку не менее чем в 1,5 раза. Нагрузки на опоры должны регулироваться путем изменения их высотного положения.

8.7.2.4 Конструкция опор должна предотвращать их осадку. Опоры могут заглубляться в грунт и устраиваться на щебеночном основании.

8.7.2.5 Высотные отметки и соосность опор должны контролироваться геодезическими методами. Опоры должны быть установлены без перекосов в продольном и поперечном направлениях. До начала сборки и протяжки плети трубопровода роликовые направляющие необходимо проверить и смазать во избежание заклинивания отдельных роликов.

8.7.2.6 Трубопровод в процессе протягивания должен поддерживаться краном-трубоукладчиком. Не допускается самопроизвольное перемещение трубопровода на опорах.

8.7.3 Устройство перегиба трубопровода выполнять в соответствии с 8.7.3.1 – 8.7.3.4.

8.7.3.1 Для обеспечения подачи стального трубопровода в буровой канал под определенным углом и предотвращения недопустимых деформаций на ра-

бочей площадке с трубной стороны трубопровод должен быть переведен из горизонтального положения (на сборочном участке) в угол выхода пилотной скважины путем придания ему соответствующего перегиба (см. рисунок 8.5).

8.7.3.2 Необходимый перегиб трубопровода создается путем размещения плети на промежуточных опорах, высота которых уменьшается в сторону точки выхода (см. рисунок 8.5). Первая роликовая опора должна размещаться непосредственно у точки выхода.

8.7.3.3 Расстановка опор (назначение высоты и расстояния между ними) в зоне перегиба определяется расчетом напряженно деформированного состояния трубопровода с учетом следующих характеристик:

- изгибная жесткость труб;
- угол входа в скважину;
- уклон спусковой дорожки;
- допустимые нагрузки на опоры.

8.7.3.4 Рекомендуется принимать радиус технологического перегиба собранной на поверхности плети $R_{пер}$, м, не менее:

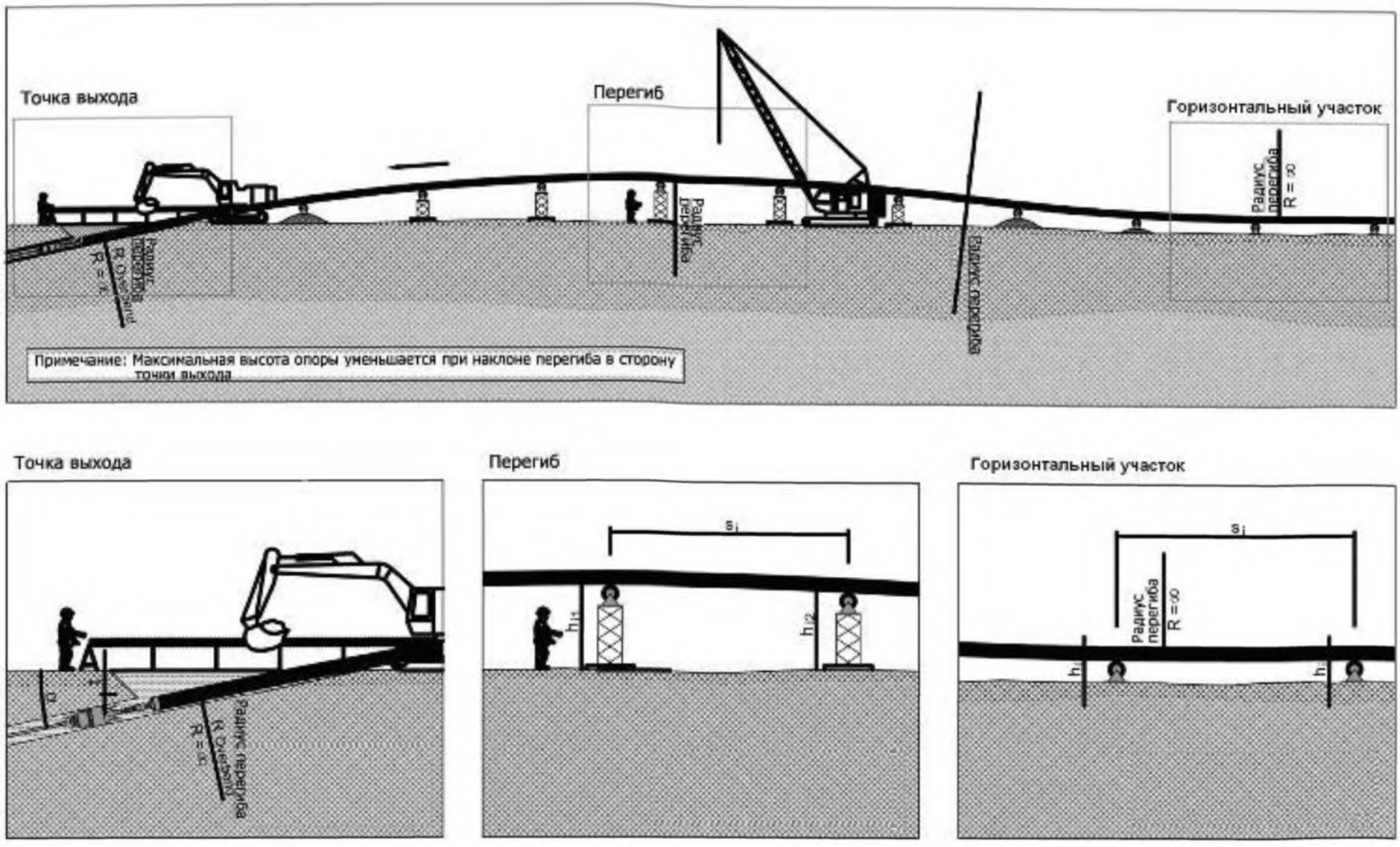
$$R_{пер} = 800\ d_н, \qquad (19)$$

где $d_н$ – наружный диаметр трубы, м.

8.7.4 Подачу плети трубопровода без роликовых опор выполнять в соответствии с 8.7.4.1 – 8.7.4.3.

8.7.4.1 В зависимости от конкретных условий строительной площадки и характеристик трубопровода подача собранной плети в скважину обеспечивается:

- вертикальной трассировкой подходного участка в створе трубопровода (спусковой дорожки) с учетом допустимого радиуса естественного изгиба трубопровода;
- подъемом трубопровода с помощью трубоукладчиков при разной высоте удерживающих катков.



t – глубина выхода скважины; S_i – расстояние между опорами; R – радиус перегиба;
α – угол выхода; h_i – высота опоры

Рисунок 8.5 – Схема устройства перегиба при протягивании трубопровода

8.7.4.2 На обводненных участках поймы трубопровод может подаваться в скважину по траншее, заполненной водой, с помощью кранов-трубоукладчиков. Длина траншеи определяется ППР в зависимости от конкретных условий строительства, глубина траншеи должна превышать осадку плавающего трубопровода не менее чем на 0,5 м.

Примечание – Для обеспечения перегиба трубопровода с заданным углом входа в скважину в качестве стационарных или передвижных опор на подходном участке могут использоваться трубоукладчики с троллейными подвесками.

8.7.4.3 Для подачи в скважину плети трубопровода из ВЧШГ взамен роликовых опор необходимо устанавливать направляющие, поддерживающие плеть у каждого раструбно-замкового соединения.

8.8 Протягивание трубопровода

8.8.1 Протягивание трубопровода должно осуществляться с минимальным перерывом после завершения расширения и калибровки бурового канала по 8.6.11. Протягивание следует проводить с использованием плетей трубопровода максимальной длины, определяемой по условиям растяжки на стройплощадке.

8.8.2 Перед началом протягивания необходимо провести приемку скомплектованного трубопровода (участка трубопровода, пакета труб) с составлением акта по форме, приведенной в приложении Л.

Примечания

1 Акт составляется для нефте- и газопродуктопроводов, а также по требованию заказчика для сборных трубопроводов диаметром от 500 мм.

2 Для труб протягиваемых пакетом, из-за возможного изменения их взаиморасположения, необходима маркировка их концов (клеймение, нестираемая краска, надпилы и т.п.).

8.8.3 На передний конец трубопровода следует установить оголовок с закрепленным на нем вертлюгом, предотвращающим вращение трубопровода. К концу колонны буровых штанг крепится расширитель диаметром, соответствующим последнему расширению.

Сборка буровой колонны при протягивании приведена на рисунке 8.6. Оголовок должен иметь форму, снижающую лобовое сопротивление бурового

раствора и препятствующую врезанию трубопровода в грунт при протягивании.

8.8.4 Буровая установка должна затягивать в скважину плеть протаскиваемого трубопровода по траектории пилотной скважины (рисунок 8.7).

Подача бурового раствора в скважину должна производиться на всем протяжении протягивания трубопровода.

8.8.5 Тяговое усилие не должно превышать предельно допустимого значения, определенного проектом из условия прочности трубы. Величину тягового усилия следует контролировать по штатным приборам буровой установки или при помощи специальных регистрирующих динамометров, устанавливаемых в составе протягиваемой буровой колонны, и фиксировать в журнале производства работ.

8.8.6 Процесс протягивания трубопровода для предотвращения заклинивания трубы в скважине должен идти без остановок и перерывов, исключая обоснованные технологической необходимостью подсоединения новых плетей или звеньев.

8.8.6.1 Запрещается начинать протягивание, если невозможно завершить его до конца из-за ограничений на работу в ночное время. Если протягивание уже начато, следует использовать все организационно-технологические возможности для его полного завершения.

8.8.6.2 Для правильной организации работ в составе ППР должен быть приведен календарный график прокладки перехода, включая почасовые затраты времени на протягивание.

8.8.7 В случае вынужденных технологических перерывов в протягивании трубопровода должны проводиться периодическая циркуляция бурового раствора и проворачивание буровой колонны, с тем чтобы исключить ее прихват к стенкам канала.

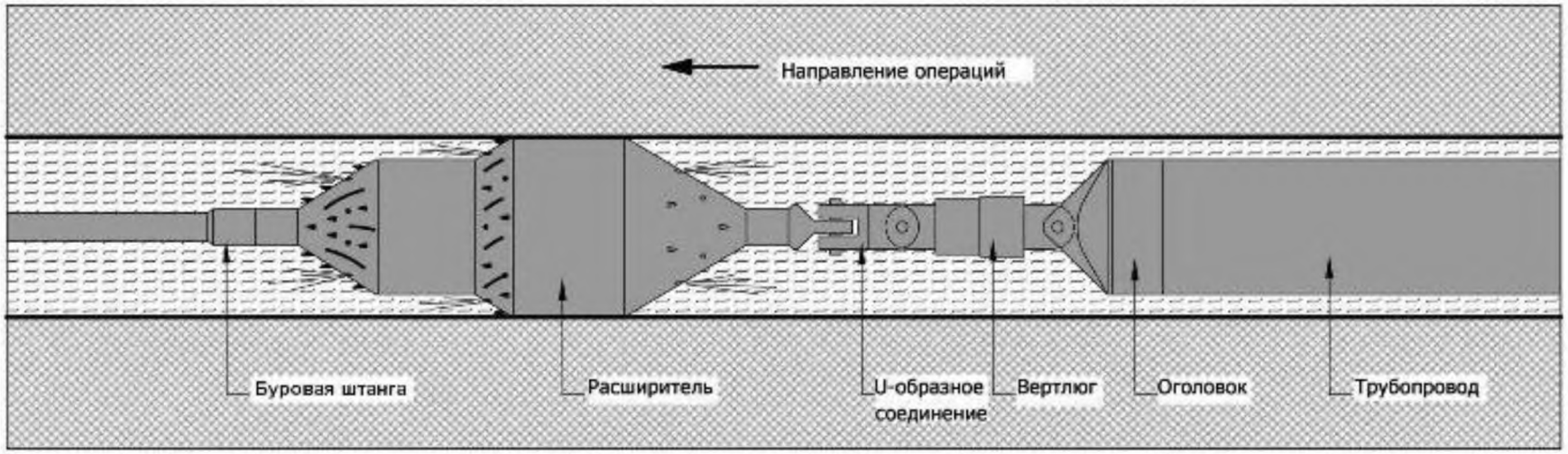


Рисунок 8.6– Сборка буровой колонны для протягивания трубопровода

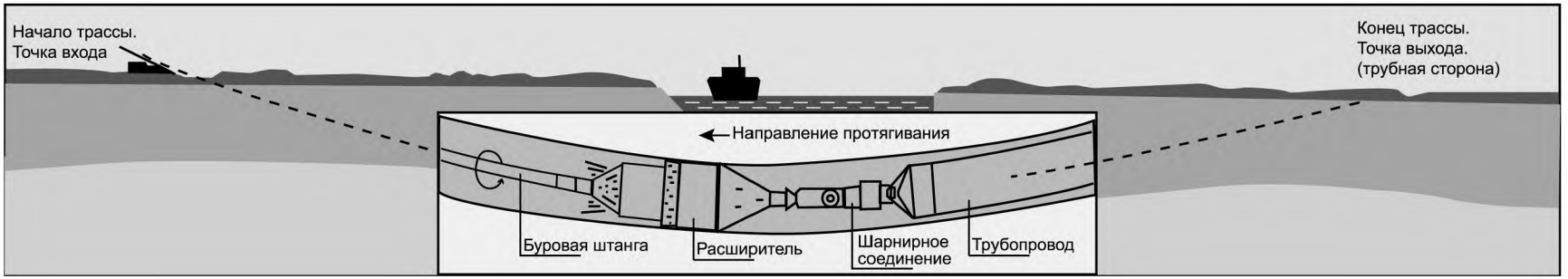


Рисунок 8.7 – Протягивание трубопровода через буровой канал на буровую установку

8.8.8 При значительной протяженности горизонтального участка скважины для уменьшения величины плавучести трубопровода и снижения тяговых усилий должна предусматриваться балластировка трубопровода.

Примечание – Находящийся в заполненном раствором буровом канале пустотелый трубопровод может всплывать и прижиматься к стенкам, увеличивая трение при протягивании.

8.8.8.1 Балластировка осуществляется непосредственным заливом воды в полость рабочего трубопровода. Подача балластной воды в находящуюся в скважине часть трубопровода должна выполняться через определенные промежутки времени в зависимости от темпа протягивания.

8.8.8.2 Для залива воды при балластировке трубопровода должны быть подготовлены водопроводная линия, подтянутая к точке выхода на трубной стороне, и вводимый внутрь гибкий рукав.

8.8.8.3 Не допускается перелив воды и увеличение нагрузок на подходном участке трубопровода к скважине. Вода заполнения должна выводиться из трубопровода после протягивания.

8.8.8.4 Допускается проводить балластировку протягиваемого трубопровода полиэтиленовыми трубами с заполнением их водой, металлом и другими материалами.

8.9 Завершающие работы

8.9.1 После окончания протягивания и приемки трубопровода должны быть выполнены следующие работы:

- демонтаж технологических устройств и систем;
- удаление и утилизация остатков буровых жидкостей;
- удаление и утилизация остатков бурового шлама;
- демонтаж ограждений и обратная засыпка рабочих котлованов, приямков и т.п.;
- очистка и планировка рабочих площадок на точках входа и выхода;
- очистка и техобслуживание буровых штанг и инструмента;
- ремонт и восстановление подъездных дорог.

8.9.2 По завершении приемки проложенных методом ГНБ трубопроводов применительно к различным видам инженерных коммуникаций выполняются:

- стыковка проложенных рабочих труб с участками открытой прокладки;
- закладка в проложенные футляры рабочих труб;
- закладка в проложенные футляры силовых кабелей;
- закладка в проложенные футляры слаботочных кабелей;
- устройство на концах проложенных трубопроводов колодцев, камер, дренажных систем, запорных устройств и др.

8.9.3 Состав и способы выполнения завершающих технологических операций должны быть предусмотрены проектными решениями на инженерные сети, в состав которых вошли участки проложенных методом ГНБ трубопроводов.

8.10 Особенности производства работ в холодный период года

8.10.1 Для повышения производительности и снижения дополнительных затрат работы по бурению рекомендуется выполнять при положительных температурах наружного воздуха.

8.10.2 При среднесуточных температурах в холодный период ниже + 5 °С, а также при бурении и расширении буровых каналов в вечномерзлых грунтах следует принимать следующие меры по обеспечению круглосуточной непрерывной работы:

- узел приготовления бурового раствора, оборудование для его перекачки и регенерации должны находиться в тепляке;
- трубопроводы для подачи и откачки бурового раствора должны быть утеплены;
- для приготовления буровых растворов должна использоваться вода с температурой от + 10 °С до + 40 °С и добавки, обеспечивающие их морозоустойчивость.

8.10.3 При температуре наружного воздуха ниже минус 20 °С бурение и перекачка буровых растворов не должны выполняться.

Примечание – Кроме завершения протягивания трубопровода.

8.10.4 Работы по протягиванию газопроводов должны производиться при температуре наружного воздуха не ниже минус 15 °С. При более низкой температуре наружного воздуха необходимо организовать подогрев путем пропуска подогретого воздуха через подготовленный к укладке газопровод. При этом температура подогретого воздуха не должна быть более + 60 °С.

8.10.5 Разматывание труб с катушек (бухт) должно проводиться при температуре наружного воздуха не ниже указанной в техническом документе изготовителя на партию. Допускается вести разматывание и при более низких температурах, если созданы условия для предварительного подогрева труб на катушке (в бухте). При этом перерывы в работе до полной укладки плети из катушки не допускаются.

9 Буровые растворы

9.1 Функции и показатели качества бурового раствора

9.1.1 При бурении пилотной скважины, расширении бурового канала и протягивании трубопровода необходимо применять буровой раствор, который должен обеспечивать:

- удержание во взвешенном состоянии частиц выбуренной породы, особенно при остановке подающего насоса, и вынос их из скважины;

- предупреждение набухания и налипания частиц выбуренной породы на буровой инструмент, штанги и протягиваемый трубопровод при бурении в связанных грунтах по ГОСТ 25100;

- укрепление стенок скважины, предотвращение их обрушения, образование тонкой прочной фильтрационной корки с низким уровнем водопроницаемости при бурении в несвязанных грунтах по ГОСТ 25100;

- смазку и охлаждение бурового инструмента и штанг;

- передачу гидравлической энергии забойному двигателю.

9.1.2 До начала производства работ на основании инженерных данных о горно-геологических условиях по трасе бурения должны определяться состав и свойства бурового раствора.

Примечание – Рекомендуется составить план, в котором определяются потребность в компонентах для приготовления бурового раствора и планируемое значение показателей бурового раствора.

В процессе работ состав раствора подлежит контролю и при необходимости корректировке.

9.1.3 Свойства бурового раствора следует характеризовать следующими показателями:

- плотность;
- условная вязкость;
- реологические характеристики (динамическое напряжение сдвига, пластическая и эффективная вязкость, статическое напряжение сдвига);
- показатель фильтрации;
- толщина фильтрационной корки;
- процентное содержание песка;
- показатель активности ионов водорода (pH).

Рекомендуемые типовые значения показателей качества буровых растворов, определяемые методом прямых измерений в соответствии с эксплуатационной документацией на средства измерения, приведены в таблице 9.1.

9.1.4 Для каждого конкретного объекта по прокладке подземных инженерных коммуникаций методом ГНБ контрольные показатели качества бурового раствора, установленные в 9.1.3, должны определяться на основании результатов лабораторного подбора состава.

Таблица 9.1

Параметры бурового раствора	Единица измерения	Рекомендуемое значение	Средство измерения	Допустимая погрешность измерения
Плотность	г/см^3	1,01 – 1,04	Пикнометр	± 0,001
Условная вязкость для грунта: глина, суглинок супесь, песок щебень, скальная порода	с	 30 – 45 40 – 60 60 – 80 и более	Воронка Марша	± 0,5
Показатель фильтрации	см^3/30 мин	Не более 15	Фильтр-пресс	± 0,5
Толщина фильтрационной корки	мм	Не более 2	Линейка	± 0,5
Содержание песка	мас. %	Менее 1,5	Сито с ячейками менее 74 микрон (200 меш)	± 0,5
Примечание – Соотношение между принятыми единицами измерения и единицами измерения показателей буровых растворов по стандарту Американского нефтяного института (API) приведены в приложении Н.				

9.2 Состав бурового раствора

9.2.1 Компоненты, применяемые для приготовления буровых растворов, должны относиться к 4 классу опасности (малоопасные вещества) в соответствии с ГОСТ 12.1.007.

9.2.2 Как правило, применяются тиксотропные глинистые буровые растворы, основным компонентом которых является бентонит. При бурении в сложных горно-геологических условиях (например, в активных глинах) могут быть использованы полимерные растворы без добавления бентонита.

9.2.3 Для приготовления бурового раствора необходимо использовать воду из водопровода, естественных водоемов, колодцев и артезианских скважин, соответствующую ГОСТ 23732.

9.2.3.1 В отдельных случаях допускается использование морской воды в сочетании с соответствующими полимерными добавками.

9.2.3.2 Вода для приготовления бурового раствора должна иметь следующие показатели:

- показатель активности ионов водорода воды не менее 7 ед. pH, рекомендуемое значение от 8 до 10 ед. pH;

- содержание ионов кальция не более 240 мг/л;

- содержание хлоридов не более 1000 мг/л;

- содержание хлора не более 100 мг/л.

Соответствие воды приведенным показателям следует контролировать по О.7 и О.8 (приложение О) каждый раз до начала процесса приготовления бурового раствора.

9.2.4 Для улучшения качества воды могут применяться: карбонат натрия (кальцинированная сода) по ГОСТ 5100, гидрокарбонат натрия* (натрий двууглекислый) по ГОСТ 2156, а также лимонная кислота по ГОСТ 908.

9.2.4.1 Кальцинированная сода по ГОСТ 5100 применяется с целью повышения показателя активности ионов водорода (pH) и удаления ионов кальция. В воде, используемой для приготовления бурового раствора, в зависимости от концентрации ионов кальция и требуемого уровня pH концентрация кальцинированной соды должна составлять от 0,7 до 3,0 кг/м^3.

9.2.4.2 Гидрокарбонат натрия по ГОСТ 2156 и лимонная кислота по ГОСТ 908 могут быть использованы для снижения водородного показателя (pH) и удаления ионов кальция в случае цементного загрязнения.

9.2.5 Для приготовления буровых растворов рекомендуется использовать чистые щелочные и натриевые бентониты, позволяющие получить растворы с высокими реологическими показателями, модифицированные бентониты, а также готовые смеси бентонитов и полимерных, обеспечивающие показатели бурового раствора, приведенные в таблице 9.1.

9.2.6 Свойства бурового раствора для получения планируемых параметров должны регулироваться применением специальных добавок:

- структурообразователей;

- модификаторов реологических параметров;

- понизителей фильтрации;

---

* Пищевая сода

- стабилизаторов глин;
- смазывающих добавок;
- разжижителей;
- биоцидов.

9.2.7 При бурении в связанных грунтах рекомендуется применять стабилизаторы глин и смазывающие добавки.

При бурении в несвязанных грунтах рекомендуется применять структурообразователи, модификаторы реологических параметров, понизители фильтрации, смазывающие добавки, а при использовании биоразлагаемых полимеров и длительном производстве работ с регенерацией бурового раствора – биоциды.

9.3 Расчет необходимого объема бурового раствора и количества его компонентов

9.3.1 Расчет необходимого для производства работ объема бурового раствора $V_{бр}$, производится по формуле

$$V_{бр} = \frac{\pi d_p^2}{4} \cdot (l + \delta) \cdot K_p, \qquad (20)$$

где d_p – наибольший диаметр расширения скважины (бурового канала), м;

l – расчетная длина скважины по профилю перехода, м;

δ – возможное увеличение фактической длины бурового канала* (см. 7.3.12), м;

K_p – коэффициент расхода бурового раствора, выражающий отношение объема прокачиваемого бурового раствора к выбуренной породе.

Для обеспечения полной очистки скважины от выбуренной породы коэффициент расхода бурового раствора K_p принимается по таблице 9.2. Для машин классов Макси и Мега (см. таблицу Д.1 приложения Д) значение коэффициента расхода бурового раствора K_p необходимо корректировать по результатам работ.

* Перебур.

9.3.2 Количество компонента бурового раствора, $m_к$, кг (л), необходимого для производства работ, определяется по формуле

$$m_к = V_{бр} \cdot c_к, \quad (21)$$

где $c_к$ – концентрация компонента бурового раствора, кг/м^3 (л/м^3).

Таблица 9.2

Грунтовые условия	Коэффициент расхода бурового раствора
Песок, гравий, скальная порода	2-3
Супесь, суглинок	3-4
Глина	3-4
Активная глина	6 и более
Примечание – Значения коэффициента расхода бурового раствора даны для установок классов Мини и Миди.	

9.3.3 Концентрация компонента бурового раствора, $c_к$, кг/м^3 (л/м^3), должна выбираться в соответствии с рекомендациями его производителя.

9.4 Приготовление бурового раствора

9.4.1 Буровой раствор следует готовить непосредственно перед началом работ и постоянно пополнять в процессе проходки пилотной скважины, расширения бурового канала и протягивания трубопровода.

Примечание – Состав оборудования для приготовления бурового раствора приведен в Д.4 (приложение Д).

9.4.2 Приготовление бурового раствора должно осуществляться по 9.4.2.1 – 9.4.2.5.

9.4.2.1 В емкость заливается необходимое количество воды, которая с помощью насоса подается по замкнутому циклу через гидросмеситель.

9.4.2.2 Путем обработки воды химическими реагентами (см. 9.2.4.1 и 9.2.4.2) доводят показатели ее свойств до требуемого уровня (показатель активности ионов водорода воды должен составлять от 8 до 10 ед. pH; содержание ионов кальция – не более 240 мг/л).

9.4.2.3 Компоненты бурового раствора порционно загружаются в воронку, откуда подаются в гидросмеситель, где перемешиваются с водой. Перемешивание следует останавливать только тогда, когда все расчетное количество

компонентов смешано и основные технологические показатели бурового раствора близки к требуемым.

9.4.2.4 Компоненты для приготовления бурового раствора следует добавлять в следующей последовательности: бентонит, полимеры, прочие добавки.

9.4.2.5 Готовый буровой раствор из емкости для приготовления может сразу подаваться к установке ГНБ либо через промежуточную емкость для хранения готового бурового раствора.

9.5 Циркуляция бурового раствора

9.5.1 В процессе бурения пилотной скважины, расширения бурового канала и при протягивании трубопровода следует обеспечить циркуляцию бурового раствора в скважине – постоянную подачу раствора по штангам к буровому инструменту и выход отработанного бурового раствора с частицами выбуренной породы в точке входа или выхода.

9.5.2 Для обеспечения циркуляции, удержания стенок скважины и предотвращения аварийных ситуаций в процессе бурения пилотной скважины, расширения бурового канала и протягивания трубопровода скважина должна быть наполнена буровым раствором, который должен подаваться без перерывов в объеме, достаточном для выноса частиц выбуренной породы. Необходимый для поддержания циркуляции объем бурового раствора рекомендуется принимать в зависимости от объема породы, выбуриваемой на данной стадии производства работ, с учетом коэффициента расхода, определяемого по таблице 9.2.

9.6 Контроль параметров бурового раствора

9.6.1 В процессе производства работ должен осуществляться постоянный контроль показателей (см. 9.1.3) подаваемого в скважину бурового раствора.

Примечание – Задачей контроля показателей бурового раствора в процессе производства работ является получение достоверной информации о текущих значениях его параметров с целью своевременного обнаружения их отклонений от проектных значений и принятия эффективных решений по регулированию его свойств.

Кроме того, с целью уточнения соответствия подобранного состава и количества подаваемого бурового раствора скорости бурения следует контроли-

ровать плотность выходящего из скважины бурового раствора не реже одного раза в час.

9.6.2 Должна быть обеспечена достоверность определения показателей бурового раствора. Измерения должны проводиться в соответствии с аттестованными методиками измерений или методиками измерений, приведенными в эксплуатационной документации на средства измерений.

Все измерения параметров буровых растворов для ГНБ допускается проводить по методикам ISO 10414-1:2008 [5].

9.6.3 Результаты измерений должны регистрироваться в журнале контроля параметров бурового раствора. Рекомендуемая форма журнала приведена в приложении П. При необходимости перечень контрольных параметров может быть дополнен и изменен в соответствии с методикой проведения испытаний.

9.7 Очистка бурового раствора

9.7.1 Очистка и регенерация бурового раствора должны обеспечить его повторное использование и в целом сократить затраты на проведение работ. Данный технологический процесс и соответствующее оборудование целесообразно использовать при прокладке трубопроводов большого диаметра и значительных расходах раствора совместно с буровыми установками классов Макси и Мега с тягой более 400 кН. Состав оборудования приведен в приложении Д.4.

9.7.2 Для эффективной очистки бурового раствора от частиц выбуренной породы необходимо подбирать оптимальные параметры работы вибросит (подачу раствора, число сеток и размеры ячеек сетки) и гидроциклонных шламоотделителей (подачу раствора, давление на выходе), а также поддерживать минимально низкими вязкость и плотность бурового раствора, регулируя скорость бурения и количество подаваемого бурового раствора.

9.7.3 Следует контролировать полученный после очистки буровой раствор по параметрам, указанным в 9.2.1, и доводить их значения до требуемого уровня путем добавления необходимых компонентов или методом разбавления новым буровым раствором.

9.8 Утилизация бурового раствора

9.8.1 В процессе производства работ (по мере заполнения рабочих котлованов и/или после окончания прокладки), отработанный буровой раствор должен вывозиться со строительной площадки с помощью специализированной техники.

9.8.2 При использовании системы очистки бурового раствора буровой шлам по мере накопления также должен вывозиться со строительной площадки.

9.8.3 При отсутствии благоустройства территории возможно на значительном удалении от инженерных коммуникаций и объектов инфраструктуры захоранивать отработанный буровой раствор или буровой шлам в земляных амбарах с дальнейшим восстановлением планировки грунта.

10 Особенности прокладки газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов

10.1 Устройство подводных переходов

10.1.1 Устройство методом ГНБ подводных переходов газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов следует производить в соответствии с Техническим регламентом о безопасности сетей газо- и нефтепродуктопроводов и соответствующих документов в его развитие, МСН 34-01, МСН 34-01, МСН 42-01 и другими нормативными документами.

10.1.2 Подводные переходы следует располагать на прямолинейных и слабоизогнутых участках рек, избегая пересечения широких многорукавных русел и излучин, имеющих спрямляющие потоки. Створ подводного перехода следует предусматривать перпендикулярным динамической оси потока, избегая участков, сложенных скальными грунтами.

10.1.3 Протяженность участка перехода определяется местоположением точек входа и выхода скважины. Для магистральных газопроводов, нефтепро-

водов и нефтепродуктопроводов допускается отклонение точки выхода пилотной скважины на дневную поверхность от проектного положения не более 1 % от длины перехода, но не более + 9 м и минус 3 м по оси скважины и 3 м по нормали к ней.

10.1.4 При прокладке трубопровода методом ГНБ укладка сигнальной ленты для обозначения трассы газопровода не требуется. На границах прокладки трубопровода методом ГНБ устанавливаются опознавательные знаки.

10.1.5 Трубы (марка стали, прочностные характеристики, толщина стенки) следует принимать с учетом повышенной сложности строительства и невозможности ремонта трубопровода в процессе эксплуатации. Трубы должны иметь заводскую изоляцию с трехслойным полимерным покрытием толщиной от 3 до 5 мм.

10.1.6 Толщина стенки труб должна обеспечивать эксплуатационную надежность перехода в соответствии с требованиями МСН 34-01.

10.1.7 В составе подводных переходов трубопроводов через водные преграды при меженном горизонте 75 м и более следует предусматривать прокладку резервной нитки.

10.1.8 Расстояние в плане между параллельными газопроводами, нефтепроводами и нефтепродуктопроводами должно быть не менее 15 м.

10.1.9 Расстояние в свету в зоне пересечения газопровода, нефтепровода и нефтепродуктопровода с другими инженерными сооружениями должно быть не менее 1 м.

10.1.10 Прокладка газопроводов на подводных переходах предусматривается с заглублением в дно пересекаемых водных преград. Величина заглубления принимается в соответствии с требованиями МСН 42-01 с учетом предельного профиля по прогнозу деформаций русла и берегов пересекаемой водной преграды. Прогноз деформаций русла и берегов составляется на расчетный трехкратный период эксплуатации перехода (100 лет).

10.1.11 Заглубление газопровода, нефтепровода и нефтепродуктопровода должно приниматься не менее 6 м от самой низкой отметки дна на участке пе-

рехода и не менее 2 м от линии возможного размыва или прогнозируемого дноуглубления русла на срок эксплуатации прокладываемой коммуникации. Прогноз должен производиться в соответствии с требованиями МСН 34-01.

10.1.12 Минимальный слой грунта должен быть достаточным, чтобы исключить возможность прорыва бурового раствора и попадания его в водную среду.

10.1.13 Угол входа скважины определяется топографическими и геологическими условиями и находится в интервале от 8° до 15°. При перепаде отметок забуривания нижней точки скважины от 30 до 45 м и диаметре трубопровода до 500 мм угол входа может быть увеличен до 20°. Угол выхода должен находиться в пределах от 5° до 8°.

10.1.14 Радиусы трассировки Rg, м, должны быть не менее допустимого радиуса упругого изгиба нефтепродуктопровода:

$$Rg \geq 1200 \cdot d_н, \qquad (22)$$

где $d_н$ – наружный диаметр трубопровода, м.

Рекомендуется принимать минимальный радиус трассировки нефтепровода диаметром 820 мм и более равным 1400 $d_н$.

10.1.15 Диаметр бурового канала для протягивания трубопровода принимается в зависимости от геологических условий в пределах 1,2 – 1,5 наружного диаметра трубы.

10.1.16 Емкости для отработанного бурового раствора должны быть предусмотрены на обоих берегах.

10.1.17 На участках, сложенных просадочными грунтами по ГОСТ 25100, в проекте должны быть предусмотрены инженерные мероприятия по усилению естественного основания площадок и водоотводу: устройство лежневых оснований, оснований из дренирующих грунтов, устройство водопропускных сооружений и дренажных канав, тампонирование грунтов, отсыпка ограждающих дамб на подтопляемых территориях.

10.2 Покрытия труб, изоляция стыков

10.2.1 Изоляционное покрытие должно иметь высокие адгезионные

характеристики и быть устойчивым к сдвигу, продавливанию и истиранию. В необходимых случаях используется дополнительное теплоизоляционное покрытие.

10.2.2 Сварные швы при стыковании протягиваемых стальных труб должны подвергаться защитной антикоррозионной обработке в соответствии с требованиями МСН 20-05.

10.2.3 Для строительства участков трубопровода, прокладываемых методом ГНБ, должны применяться трубы с заводским трехслойным полипропиленовым или полиэтиленовым покрытием усиленного типа и специального исполнения. По сравнению с заводскими покрытиями нормального исполнения толщина специальных покрытий должна быть увеличена от 0,2 до 0,5 мм (в зависимости от диаметров труб).

10.2.4 В соответствии с МСН 42-01 при строительстве стальных газопроводов способом ГНБ применяют изоляционные покрытия труб усиленного типа, выполненные в заводских условиях в соответствии с ГОСТ 9.602 и состоящие:

а) из адгезионного подслоя на основе сэвилена с адгезионно-активными добавками;

б) из слоя экструдированного полиэтилена:

- толщиной не менее 2,5 мм, с адгезией к стальной поверхности не менее 35 Н/см, прочностью при ударе не менее 12,5 Дж, отсутствием пробоя при испытательном электрическом напряжении не менее 12,5 кВ — для труб диаметром до 250 мм;

- толщиной не менее 3,0 мм, с адгезией к стальной поверхности не менее 35 Н/см, прочностью при ударе не менее 15 Дж, отсутствием пробоя при испытательном электрическом напряжении не менее 15,0 кВ —для труб диаметром до 500 мм;

- толщиной не менее 3,5 мм, с адгезией к стальной поверхности не менее 35 Н/см, прочностью при ударе не менее 17,5 Дж, отсутствием пробоя

при испытательном электрическом напряжении не менее 17,5 кВ – для труб диаметром свыше 500 мм.

10.2.5 Концы труб на длине 120 ± 20 мм или по требованию потребителя от 150 до 180 мм должны быть свободными от изоляции и иметь защитное (консервационное) покрытие на период транспортирования и хранения труб.

10.2.6 При использовании для протягивания труб с тепловой пенополиуретановой изоляцией (ППУ – изоляция) по ГОСТ 30732 поверх слоя ППУ должна быть нанесена (в заводских условиях) защитная полиэтиленовая оболочка, предохраняющая от механических повреждений, воздействий влаги, предотвращающая диффузию ППУ и обеспечивающая защиту от коррозии.

10.2.7 При протягивании стальных труб больших диаметров ($d_н > 500$ мм) в скальных грунтах и грунтах с повышенным содержанием обломочного материала для восприятия абразивных нагрузок толщина защитного заводского полиэтиленового покрытия может быть увеличена в пределах от 10 до 15 мм.

10.2.8 Изоляция сварных стыков должна производиться термоусаживающимися манжетами с нахлестом на заводское покрытие. Край заводского покрытия на ширину нахлеста должен обрабатываться для придания ему шероховатости.

10.2.9 Для труб с полиэтиленовым покрытием должны применяться термоусаживающиеся манжеты на основе полиэтилена, для труб с полипропиленовым покрытием – термоусаживающиеся манжеты на основе полипропилена или совместимые с заводским покрытием манжеты на основе полиэтилена. Для всех видов труб целесообразно использование комплекта из двух манжет (основной и защитной) для прокладки трубопроводов методом ГНБ.

10.2.10 Допускается изоляцию стыковых сварных соединений газопровода в условиях трассы выполнять полимерными липкими лентами.

10.2.10.1 Изоляционные покрытия липкими лентами должны отвечать следующим требованиям:

- прочность при разрыве при температуре 20 °С не менее 18,0 МПа;
- относительное удлинение при температуре 20 °С не менее 200 %;

- температура хрупкости не выше минус 60 °С;

- адгезия при температуре 20 °С: к стали – не менее 20 Н/см, ленты к ленте – не менее 7 Н/см, обертки к ленте – не менее 5 Н/см.

10.2.11 Для контроля состояния изоляции на обоих концах подводного перехода должны быть предусмотрены точки подключения для подсоединения четырех выводов изолированным кабелем от нефтепродуктопровода с расстоянием между ними: 10 м, 100 м и 10 м.

10.3 Контроль соединений

10.3.1 При сварке трубопровода должны производиться следующие виды контроля: операционный контроль в процессе сборки и сварки стыков, а также визуальный осмотр стыков и сплошной контроль неразрушающими методами. Контроль сварных соединений должен выполняться в соответствии с требованиями МСН 34-01.

10.3.2 При изоляции зоны сварных стыков с применением термоусаживающихся манжет должны выполняться следующие виды контроля:

- входной контроль используемых материалов;

- визуальный или инструментальный контроль за степенью очистки металлической поверхности;

- инструментальный контроль за температурными режимами подогрева трубы и ее термоусадки;

- визуальный и инструментальный контроль качества защитного покрытия.

Примечание – Конкретные методики выполнения указанных операций контроля приведены в нормативно-технических документах специализированных нефтяных и газовых организаций и национальных стандартах.

10.3.3 Сплошность изоляционного покрытия трубопровода, подготовленного к укладке, должна контролироваться с помощью искрового дефектоскопа. Контролю подлежит вся поверхность трубопровода.

10.4 Очистка полости трубопровода

10.4.1 Полость трубопровода должна быть очищена от окалины и грата, а также от случайно попавших при строительстве предметов. Очистка полости трубопровода должна производиться промывкой водой с пропуском очистного или разделительного устройства в соответствии с эксплуатационной документацией на объект строительства.

10.4.2 Очистка полости переходов через водные преграды должна производиться путем пропуска эластичных поршней-разделителей следующим образом:

- на газопроводах – промывкой в процессе заполнения трубопровода водой для предварительного гидравлического испытания или продувкой, осуществляемой до испытания переходов;

- на нефтепродуктопроводах – промывкой в процессе заполнения трубопровода водой для гидравлического испытания переходов.

10.4.3 При сливе использованной воды после очистки должны соблюдаться требования соответствующих документов по охране окружающей среды и МСН 34-01.

10.4.4 Слив воды должен производиться в подготовленные земляные емкости, оборудованные противофильтрационными оболочками.

10.5 Контроль состояния покрытия после протягивания

10.5.1 Изоляционное покрытие после протягивания трубопровода должно контролироваться методом катодной поляризации не ранее, чем через сутки после окончания работ по протаскиванию.

По результатам проверки оформляется акт оценки качества изоляции законченных строительством подземных участков трубопроводов.

10.5.2 После окончания прокладки подводного перехода и подсоединения его к смежным участкам должен проводиться повторный контроль качества изоляции (см. 10.3.3).

10.6 Порядок проведения приемочных испытаний на прочность и герметичность

10.6.1 В соответствии с требованиями МСН 34-01 переходы магистральных трубопроводов подлежат испытанию на прочность и проверке на герметичность в три этапа: 1 этап – после сварки на стапеле или на площадке, но до изоляции; 2 этап – после протягивания; 3 этап – одновременно с прилегающими участками, если иное не определено проектной документацией.

10.6.2 Очистку полости, а также испытания на прочность и проверку на герметичность следует проводить по инструкции, которая должна быть разработана производителем работ и согласована проектировщиком, техническим заказчиком, надзорным органом исполнительной власти за соблюдением требований промышленной безопасности и эксплуатирующей организацией. Инструкция должна быть утверждена председателем комиссии по испытанию трубопровода.

10.6.3 Инструкция по очистке, испытанию на прочность и проверке на герметичность должна предусматривать:

- способы, параметры и последовательность выполнения работ;

- схему очистки и испытания трубопровода;

- методы и средства выявления и устранения отказов (застревание поршней, утечки, разрывы и т.д.);

- схему организации связи;

- требования техники безопасности, пожарной безопасности и указания о размерах охранных зон;

- места забора и слива воды при гидравлических испытаниях, согласованные с землепользователями или водопользователями;

- требования по охране окружающей среды.

10.6.4 Испытание трубопровода на прочность и проверку на герметичность следует производить гидравлическим или пневматическим способом для газопроводов и гидравлическим способом для нефтепродуктопроводов.

10.6.5 Оборудование для гидравлического испытания должно включать гидравлический пресс (насос), манометр, мерный бак или водомер для измерения количества подкачиваемой воды и величины утечки. На концах испытуемого оборудования устанавливаются заглушки.

10.6.6 При испытании трубопровода на прочность должны выполняться следующие операции:

- постепенно, ступенями от 0,3 до 0,5 МПа повышают давление с выдержкой на каждой ступени не менее 5 мин;

- при достижении установленной инструкцией величины испытательного давления в течение 10 мин не допускают падения давления больше чем на 0,1 МПа, производя дополнительную подкачку воды.

10.6.7 Проверку на герметичность необходимо производить после испытания на прочность и снижения испытательного давления до максимального рабочего, принятого по проекту. Продолжительность испытаний трубопровода на прочность и проверки на герметичность следует принимать в соответствии с МСН 34-01.

10.6.8 Трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время его испытания на прочность при достижении испытательного давления не произойдет разрыв труб, нарушение стыковых соединений, утечка воды, а при проверке на герметичность не будет обнаружена утечка воды.

11 Контроль выполнения работ, авторский надзор и сдача работ

11.1 Организация контроля

11.1.1 Контроль качества работ, выполняемых методом ГНБ, должен осуществляться в соответствии с требованиями нормативно-технических доку-

ментов на прокладку данного вида инженерных коммуникаций и настоящего свода правил.

11.1.2 При прокладке подземных инженерных коммуникаций методом ГНБ надлежит выполнять все виды производственного контроля, предусмотренные МСН 13-01 – входной, операционный и приемочный при сдаче работ. При входном контроле проверяют качество поступающих на стройплощадку конструкций, изделий и материалов. Операционный контроль обеспечивает качество выполнения буровых и строительно-монтажных работ, приемочный – качество и соответствие проекту проложенного трубопровода. Результаты контроля следует фиксировать в журналах работ, в актах на скрытые работы, актах приемки и других документах.

11.1.3 Проектная организация должна осуществлять авторский надзор за выполнением технических решений и требований принятого к производству проекта. При необходимости выполнять корректировку или согласование обоснованных изменений к проекту.

11.2 Входной контроль

11.2.1 Входному контролю должны подвергаться все поступающие на строительство материалы и изделия, в том числе предназначенные к прокладке трубы, детали и узлы трубопроводов, компоненты буровых растворов, технологическое оборудование, сварочные, изоляционные расходные материалы и др.

11.2.2 Все поступающие на строительство материалы и изделия должны соответствовать требованиям к их маркам, типам, свойствам и другим характеристикам, указанным в проектной документации.

11.3 Операционный контроль за производством работ

11.3.1 При операционном контроле должны осуществляться:

- контроль выполнения подготовительных работ;
- контроль состава и показателей качества бурового раствора;
- контроль бурения пилотной скважины;
- контроль расширения скважины;
- контроль сборки и готовности трубопровода к протягиванию;

- контроль устройства спусковой дорожки (если предусмотрено в ППР);

- контроль протягивания трубопровода.

11.3.2 В процессе подготовительных работ с применением геодезических методов и приборов выполняется контроль соответствия проектной документации:

- положения разбивочной оси перехода, существующих сооружений, коммуникаций, препятствий;

- планировки и обустройства стройплощадок;

- размеров и расположения технологических выемок (приямков);

- положения буровой установки на точке входа и начального угла забуривания.

11.3.3 Контроль состава и показателей качества бурового раствора включает:

- уточнение подбора состава из фактически поставленных компонентов перед началом буровых работ в соответствии с 9.2;

- корректировку состава в процессе работ при изменении гидрогеологических условий по сравнению с проектными;

- проверку соответствия характеристик приготовляемого бурового раствора Технологическому регламенту (8.2.6) в процессе бурения пилотной скважины, расширения, протягивания трубопровода.

11.3.3.1 Контроль характеристик бурового раствора в процессе его приготовления должен производиться для каждого замеса или не реже чем через каждые два часа для смесителей непрерывного действия.

11.3.3.2 Перечень и значения показателей контролируемых характеристик бурового раствора приведены в таблице 9.1. Методы и используемые приборы контроля приведены в приложении Н.

11.3.3.3 Результаты подбора и корректировки состава, лабораторного определения характеристик бурового раствора должны фиксироваться в Журнале контроля параметров бурового раствора. Рекомендуемая форма журнала приведена в приложении О.

11.3.4 При бурении пилотной скважины должен проводиться контроль:

- технологических параметров бурения;

- направления бурения;

- завершения проходки скважины.

11.3.4.1 Контроль технологических параметров бурения на соответствие ППР должен осуществляться постоянно в процессе бурения по приборам буровой установки. Следует вести контроль следующих технологических параметров:

- усилие и скорость подачи в забой буровой колонны;

- скорость вращения бурового инструмента;

- давление и расход бурового раствора.

11.3.4.2 Контроль за направлением бурения, глубиной и пройденной длиной скважины следует вести посредством локационных систем (приложение Д.5).

Допускается использование систем инструментального контроля фактического направления и глубины проходки с погрешностью измерения не более 5 %. Контроль осуществляется для каждой буровой штанги. По результатам производитель работ составляет протокол бурения пилотной скважины по форме, приведенной в приложении К, готовит чертежи фактического профиля и плана пилотной скважины.

Примечания

1 Для штанг длиной свыше 4 м контроль может осуществлять в несколько раз по длине штанги.

2 Для оперативной сверки локационных данных с проектом рекомендуется использовать специализированное программное обеспечение.

11.3.4.3 После завершения проходки пилотной скважины следует провести геодезическими методами контроль соответствия фактических координат точки выхода бурового инструмента проектным. Отклонения точки выхода пилотной скважины от проектного створа не должно превышать допусков, определяемых проектом (см. 7.3).

11.3.4.4 При зафиксированных отклонениях профиля и точки выхода пилотной скважины от проекта (см. 7.3.6) дальнейшие работы по устройству подземного перехода методом ГНБ допускается продолжать только после согласования фактического профиля с проектной организацией и техническим заказчиком.

11.3.5 В процессе расширения пилотной скважины по штатным приборам буровой установки следует вести контроль на соответствие ППР следующих технологических параметров:

- тяговое усилие и скорость протягивания расширителя;
- вращающий момент;
- давление подачи и расход бурового раствора.

Необходимо визуально контролировать наличие циркуляции (см. 9.5) и определять плотность раствора, выходящего из скважины (см. 9.6).

11.3.6 Контроль сборки и подготовки трубопровода к протягиванию следует проводить, руководствуясь 8.7.

11.3.6.1 При прокладке газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов контроль сварных соединений секций трубопровода, очистку полости, испытания на прочность и проверку на герметичность, а также контроль изоляционного покрытия труб и сварных соединений осуществлять в соответствии с 10.2 – 10.4, 10.6 и нормативно-техническими документами, регламентирующими требования для данного вида трубопроводов.

11.3.7 Контроль устройства спусковой дорожки, предназначенной для подачи собранного трубопровода в буровой канал, следует выполнять визуально и геодезическими методами. Контролю подлежат: количество, положение и качество устройства опор, их соосность с осью скважины, расстояние между опорами и до точки входа скважины, высота опор.

11.3.7.1 Правильность установки опор спусковой дорожки как в плане, так и по высоте контролируется геодезическими методами. Отклонения при установке опор не должно превышать:

- по высоте – 2,5 см;

- по оси плети – 25,0 см;

- перпендикулярно оси – 2,5 см.

11.3.8 В процессе протягивания трубопровода следует вести контроль величины тягового усилия и скорости протягивания, давления подачи, расхода бурового раствора при циркуляции.

11.3.9 Если при протягивании производится балластировка (см. 8.8.8), то следует осуществлять контроль объема воды, подаваемой в трубопровод, и время его заполнения с сопоставлением измеренных значений с проектными.

11.3.10 Следует контролировать выполнение почасового графика протягивания трубопровода (не допуская необоснованных остановок и перерывов) для полного завершения работ в установленный срок.

11.4 Порядок ведения авторского надзора

11.4.1 Авторский надзор за прокладкой подземных коммуникаций методом ГНБ проводится застройщиком или техническим заказчиком с привлечением лица, осуществляющего подготовку проектной документации, в течение всего периода производства работ по прокладке коммуникаций.

11.4.2 В процессе авторского надзора необходимо проверять соответствие реализуемых планировочных решений, применяемых материалов и технологий, а также качества выполнения работ утвержденной проектной документации.

11.4.3 Все выявленные в ходе авторского надзора замечания о недостатках выполнения работ по прокладке коммуникаций методом ГНБ должны быть оформлены в письменной форме. Акты приемки таких работ должны составляться только после устранения выявленных недостатков.

Об устранении указанных недостатков составляется акт, который подписывают лицо, предъявившее замечания о недостатках и лицо, осуществляющее строительство.

11.5 Приемочный контроль при сдаче работ

11.5.1 Для сдачи работ должен быть проведен контроль соответствия проекту проложенного методом ГНБ подземного трубопровода, включающий инструментальную проверку его фактического планового и высотного положений,

а также необходимые для данного вида коммуникаций испытаний. Порядок сдачи работ приведен в приложении П.

11.5.2 Плановое положение трубопровода проверяется путем протягивания излучателя-зонда, выноски оси трубопровода на поверхность и определения координат точек оси геодезическими методами.

Высотное положение проверяется при помощи локационных систем, используемых при производстве работ методом ГНБ (см. приложения Д). Допускается использование других систем инструментального контроля фактического планового и высотного положений трубопровода, погрешность измерений которых составляет не более 5 %.

Примечание - Для обработки данных инструментального контроля рекомендуется применять сертифицированное программное обеспечение, использованное при бурении.

11.5.3 Испытания магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов следует проводить и оформлять в соответствии с 10.5 и 10.6.

11.5.4 По результатам приемочного инструментального контроля и испытаний исполнитель работ по ГНБ должен подготовить исполнительные чертежи (план и продольный профиль), отражающие планово-высотное положение и технические характеристики проложенного трубопровода, а также другие исполнительные документы (стандартизованные формы), предусмотренные для данного вида коммуникаций.

11.5.4.1 Исполнительные чертежи фактических плановых положений и профилей трубопроводов, проложенных методом ГНБ, должны быть выполнены в масштабе 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000 в зависимости от длины, глубины и других характерных особенностей перехода. Они должны соответствовать общим требованиям к геодезическим чертежам в строительстве и выполняться на основе проектного топографического плана и проектного продольного профиля по данным произведенных в натуре измерений.

На каждый выполненный трубопровод (скважину) должны подготавливаться свои исполнительные чертежи.

11.5.4.2 На исполнительный план наносится створ проложенного методом ГНБ трубопровода с геодезическими привязками к стационарным объектам либо в геодезических координатах. Текстовая информация должна включать: название, протяженность, тип и количество труб в скважинах, при необходимости пикетаж, литерные обозначения, радиусы изгибов в плане, инженерное предназначение трубопровода с техническими характеристиками.

11.5.4.3 На продольных профилях отображаются траектории залегания проложенных методом ГНБ трубопроводов, существующие и проектируемые инженерные коммуникации и сооружения, препятствия природного и искусственного происхождения.

Профили должны быть выполнены в абсолютных либо относительных отметках, привязанных к характерным точкам, с шагом не более 6,0 м на криволинейных участках и не более 20,0 м на прямолинейных участках траекторий трубопроводов. Профили даются для верха, низа и оси трубопровода (либо пучка труб) относительно фактической и планировочной поверхностей земли. На профилях указываются значения радиусов изгиба трубопроводов, уклоны прямолинейных участков (в градусах либо процентах).

11.5.4.4 Дополнительно на каждом профиле даются с указанием направления поперечные сечения (на концах перехода и при необходимости по трассе перехода). Данные сечения изображаются схематично с обязательным указанием диаметров трубопроводов, их взаиморасположения в скважине согласно произведенной маркировке на конце ЗП (при наличии нескольких труб в пучке), расстояний между центрами либо крайними стенками трубопроводов в соседних скважинах (в случае нескольких скважин, расположенных параллельно на удалении не более 10 м относительно друг друга). В профилях также указываются технические характеристики проложенных трубопроводов.

11.5.4.5 Исполнительные чертежи выпускаются под штампом подрядной организации с указанием фамилий ответственных за их составление специалистов и должны быть заверены их подписями. На исполнительные чертежи также могут наноситься согласования и визы заинтересованных сторон строитель-

ного и авторского контроля, эксплуатирующей организации, иных служб и организаций.

11.5.5 Формы отчетных и исполнительных документов должны содержать требуемые для предоставления сведения и быть завизированными полномочными представителями заинтересованных сторон (см. приложение Р).

12 Правила безопасного выполнения работ

12.1 Общие положения организации безопасного выполнения работ

12.1.1 Производство работ по ГНБ следует выполнять с учетом требований соответствующих нормативных документов и регламентов по технике безопасности, санитарных норм.

12.1.2 Необходимо обеспечить надежную и устойчивую двустороннюю связь между площадками на стороне работы буровой установки (точка входа) и зоной сборки трубопровода (точка выхода).

12.1.3 Вытекающий из скважины буровой раствор должен быть направлен в специальные приямки и коллекторы, к месту работ подведена линия промывочной воды.

12.1.4 При производстве работ все работники снабжаются защитными противопыльными и фильтрующими полумасками, касками и плотно прилегающими защитными очками.

12.1.5 При проведении гидравлического испытания трубопроводов давление следует поднимать постепенно. Запрещается находиться перед заглушками, в зоне временных и постоянных упоров.

12.1.6 Повреждение подземных коммуникаций в результате бурильных работ может стать причиной взрыва, пожара, травм от поражения электрическим током или отравления ядовитыми веществами. К источникам опасности относятся:

- линии электропередач;
- газопроводы;

- оптоволоконные кабели;

- водопроводы;

- канализационные линии;

- трубопроводы для транспортировки жидких или газообразных химических веществ;

- подземные резервуары-хранилища.

12.2 Меры безопасности от поражения электрическим током при выполнении буровых работ

12.2.1 При ведении буровых работ с опасностью электрического удара необходимо организовывать, проверять и использовать систему защиты от поражения электрическим током.

Примечание – Помимо штатного устройства обнаружения электрического удара, эта система включает в себя изолированные соединительные кабели, экраны, защитную обувь и рукавицы.

Бурение не допускается без предварительной проверки системы защиты от поражения электрическим током.

12.2.2 Токоведущие части электроустановок должны быть изолированы, ограждены или размещены в местах, недоступных для случайного прикосновения к ним.

12.2.3 При повреждении оптоволоконного кабеля из-за опасности получить травму глаз работникам запрещается заглядывать в скважину и в кабельный короб.

12.3 Требования безопасности при повреждении газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов

12.3.1 Повреждение газопровода, нефтепровода и нефтепродуктопровода может вызвать поражение токсичными веществами, пожар, взрыв. В пределах стройплощадок должны быть открыты все люки, а подземные коммуникации обследованы для уточнения их функций и глубины заложения.

12.3.2 При ведении буровых работ с опасностью повреждения газопровода и утечки природного газа необходимо размещать оборудование с наветрен-

ной стороны от газопровода, исходя из розы ветров, преобладающей в период выполнения работ.

12.4 Требования безопасности при работе буровой установки

12.4.1 Закрепить буровую установку на основание и заземлить.

12.4.2 Расширитель бурового канала для предотвращения возможного ухода в сторону и травмирования персонала должен быть опущен в скважину до начала вращения бурильной колонны.

12.4.3 При подъеме и спуске буровой колонны все крепежные детали должны регулярно проверяться на износ и повреждения.

13 Охрана окружающей среды

13.1 Общие положения по охране окружающей среды

13.1.1 При проектировании и производстве работ необходимо учитывать и соблюдать требования разделов «Охрана окружающей среды» нормативных документов по строительству соответствующих видов инженерных коммуникаций и санитарных норм.

13.1.2 На всех этапах проектирования подземных инженерных коммуникаций, сооружаемых с применением метода ГНБ, следует оценивать возможные воздействия на окружающую среду, здания и сооружения, существующие коммуникации.

13.1.2.1 Риски, возникающие при проведении работ методом ГНБ, и рекомендации по их снижению приведены в приложении Б.

13.1.2.2 Требования по охране окружающей среды и защите существующих сооружений следует включать в проект отдельным разделом, а в сметах определять необходимые затраты.

13.1.2.3 Мероприятия по защите водоемов и водотоков, расположенных вблизи прокладываемой трассы трубопровода, необходимо предусматривать в соответствии с требованиями водного законодательства и санитарных норм.

13.1.2.4 При проектировании необходимо предусматривать опережающее сооружение природоохранных объектов, создание сети временных дорог, проездов и мест стоянок строительной техники, а также мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды строительными и бытовыми отходами, ГСМ.

13.1.3 Исполнитель работ несет ответственность за соблюдение проектных решений, связанных с охраной окружающей среды, а также за соблюдение межгосударственных соглашений по охране природы.

13.1.4 К возможным неблагоприятным экологическим последствиям работ по методу ГНБ относятся:

- осадки и смещения грунтового массива, зданий, сооружений и коммуникаций, их повреждение;

- выход бурового раствора на поверхность, в подземные сооружения и коммуникации по трассе бурения;

- загрязнение грунтовых вод химическими и полимерными добавками к буровым растворам (кальцинированная сода, полимеры, активные и моющие вещества);

- загрязнение природной (городской) среды отработанным раствором и шламом в местах расположения стройплощадок.

13.1.5 При пересечении в плане трассой ГНБ сооружений метрополитена, зданий и сооружений I и II уровней ответственности по МСН 20-02 необходимо проводить обследование их несущих конструкций, оснований и фундаментов для оценки возможного влияния производства работ.

13.1.6 В необходимых случаях, определяемых расчетом, при проходке скважин под фундаментами ответственных зданий и сооружений, в сложных гидрогеологических условиях (неустойчивые крупнообломочные грунты, водонасыщенные пески) проектом должно предусматриваться предварительное укрепление основания путем выполнения инъекции, устройства грунтоцементного основания, дополнительных свай и т.п.

13.1.7 В сложных гидрогеологических условиях перед началом прокладки футляра под железнодорожными путями следует устанавливать страховочные рельсовые пакеты. При пересечении эксплуатируемых автомобильных и железных дорог руководствоваться требованиями МСН 32-01 и МСН 32-02.

13.1.8 При прокладке методом ГНБ коммуникаций в вечномерзлых грунтах необходимо обеспечить сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии в соответствии с требованиями МСН 50-01.

13.1.9 Производство строительно-монтажных работ, движение машин и механизмов, складирование и хранение материалов в местах, не предусмотренных проектом организации строительства, запрещается.

13.1.10 Промывку трубопроводов гидравлическим способом следует выполнять с повторным использованием воды. Опорожнять трубопроводы после промывки и дезинфекции следует в согласованные места, указанные в ПОС.

13.1.11 В процессе строительства ЗП следует обеспечить проведение мониторинга технического состояния пересекаемых трассой ГНБ сооружений метрополитена, существующих коммуникаций, зданий и сооружений I и II уровней ответственности, а также природоохранного мониторинга водоемов, лесных и парковых зон с фиксацией возникших по вине организации-производителя работ повреждений и негативных последствий. На основании данных мониторинга принимаются решения по минимизации и устранению последствий аварийных ситуаций.

13.2 Предотвращение и устранение последствий выхода бурового раствора

13.2.1 Буровой раствор должен приготовляться перед началом бурения и постоянно пополняться в процессе бурения. Постоянная подача бурового раствора на забой обеспечивает устойчивость скважины.

13.2.2 Все добавки к буровому раствору должны быть экологически безопасны (не ниже 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007) и иметь санитарно-эпидемиологическое заключение.

13.2.3 Для предотвращения повреждения существующих коммуникаций и выхода бурового раствора на поверхность и в подземные сооружения необходимо:

- перед началом работ уточнять положение существующих подземных сооружений и коммуникаций геофизическими способами, при необходимости выполняя их шурфление;

- тщательно соблюдать определяемые Технологическим регламентом (см. 8.2.6) параметры бурения: давление подачи раствора, размеры сопла, скорость подачи и тяги;

- ограничивать давление подачи бурового раствора, как правило, до 10 МПа и скорость струи – до 0,5 м/с;

- не допускать резких перепадов давления;

- соблюдать минимально допускаемые приближения к существующим коммуникациям и сооружениям в соответствии с 7.3.3 – 7.3.9.

13.2.4 В разделе проекта «Экологическая безопасность и охрана окружающей среды» (см. 7.2.4) должны содержаться технические решения по локализации и устранению последствий возможных аварийных ситуаций, связанных с разливами бурового раствора. Для локализации зон выхода раствора на поверхность и в водоем может быть предусмотрено:

- устройство обвалований;

- развертывание резинотканевых емкостей для сбора бурового раствора;

- перекачивание раствора в приемные емкости для регенерации либо для вывоза и утилизации;

- установка боковых заграждений или кессонов в случаях прорыва бурового раствора в урезах или русле реки, откачка раствора в плавучую или береговую емкость.

13.2.5 В пределах стройплощадок необходимо:

- предотвращать проливы и неконтролируемые выбросы бурового раствора;

- обеспечить безопасное приготовление и хранение бурового раствора и его компонентов;

- обеспечить безопасную утилизацию остаточного бурового раствора и бурового шлама.

13.2.6 Отработанный буровой раствор и шлам должны быть утилизированы путем смешивания и согласованного захоронения на месте производства работ или перевезены с использованием специализированного герметичного транспорта (илососы) в отведенные отвалы, полигоны, очистные сооружения.

13.2.7 Бентонитовый буровой раствор допускается использовать для заливки дна искусственных выемок различного назначения (котлованы, дренажные траншеи, ландшафтные, ирригационные и пожарные водоемы и др.) с целью предотвращения фильтрации воды в грунт.

13.3 Крепление технологических выемок

13.3.1 Ограждения рабочих котлованов, расположение и размеры технологических шурфов и приямков должны исключить недопустимые осадки и смещения расположенных в зоне работ зданий, сооружений, дорог и инженерных коммуникаций.

13.3.2 Устройство выемок без крепления в насыпных, песчаных и пылевато-глинистых грунтах выше уровня грунтовых вод допускается с устройством откосов, крутизна которых должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 13.1.

13.3.3 Крепление вертикальных стенок котлованов и шурфов глубиной от 3 до 5 м в грунтах естественной влажности должно выполняться, как правило, с использованием инвентарной сборно-разборной крепи с винтовыми распорками или рамных конструкций с деревянной затяжкой. При большей глубине, а также в сложных гидрогеологических условиях, крепление должно быть выполнено по индивидуальному проекту.

Таблица 13.1 – Требования к устройству выемок без крепления

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки не более, м		
	1,5	3,0	5,0
Насыпные не слежавшиеся	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессовые	1:0	1:0,5	1:0,5

13.4 Прокладка коммуникаций на территории охранной зоны метрополитена

13.4.1 В пределах охранной зоны метрополитена прокладку инженерных коммуникаций методом ГНБ допускается производить по согласованию с организациями, проектирующими и эксплуатирующими метрополитен, в соответствии с требованиями МСН 32-06.

13.4.2 Ведение буровых работ в охранной зоне эксплуатируемого метрополитена должно осуществляться с учетом выполнения следующих организационных требований:

- работы в охранной зоне шириной от 15 до 40 м от сооружений метрополитена следует проводить в присутствии соответствующих служб эксплуатирующей организации, для чего производитель работ должен уведомить эти службы о производстве работ не позднее чем за три дня до их начала;

- работы в охранной зоне шириной от 5 до 15 м от сооружений метрополитена разрешается проводить после издания совместного с эксплуатирующей организацией приказа, устанавливающего организационно-технические условия их безопасного проведения;

- при производстве работ в охранной зоне шириной до 5 м от сооружений метрополитена следует производить вынос в натуру габаритов подземных сооружений метрополитена.

13.4.3 При производстве работ силами специализированной организации должен проводиться мониторинг технического состояния сооружений метрополитена в зоне бурения и разработки выемок с частотой проведения циклов

обследований не реже одного раза в месяц, а при проходке под тоннелем ежедневно.

Приложение А

(рекомендуемое)

Объекты и условия применения метода горизонтального направленного бурения для прокладки инженерных коммуникаций

А.1 Метод ГНБ может быть использован для прокладки следующих видов инженерных коммуникаций: кабельные сети различного назначения, водопровод и канализация, тепловые сети, газопроводы, нефтепроводы и нефтепродуктопроводы.

А.2 Оборудование и технология ГНБ могут быть применимы для ремонта, очистки и замены водопроводных и канализационных труб, а также для устройства: геотермальных или водозаборных скважин, самотечных трубопроводов, горизонтальных скважин для очистки загрязненных территорий, вспомогательных скважин для извлечения из грунта существующих трубопроводов.

А.3 Метод ГНБ относится к бестраншейным способам строительства и подразумевает прокладку коммуникационного трубопровода в подземном пространстве без нарушения дневной поверхности или с минимальным проведением земляных работ (например, при необходимости возведения стартового и приемного котлованов).

А.4 Использование метода ГНБ, в отличие от обычных способов прокладки инженерных коммуникаций, исключает необходимость перекрытия проезжей части городских улиц, автомагистралей, железных дорог, перекладки существующих коммуникаций, усиления фундаментов зданий и сооружений, дает возможность круглогодичного ведения работ. В целом метод ГНБ обеспечивает снижение стоимости и ускорение темпов строительства, дает возможность прокладки коммуникаций под водными и другими преградами.

А.5 Областями эффективного применения метода ГНБ является прокладка закрытым способом инженерных коммуникаций различного назначения в условиях плотной городской застройки и наличия преград, а именно:

- под реками, озерами, каналами, болотами, оврагами, лесными и парковыми массивами;

- под действующими авто- и железными дорогами, трамвайными путями, ВПП аэропортов;

- на территории промышленных предприятий в условиях действующего производства;

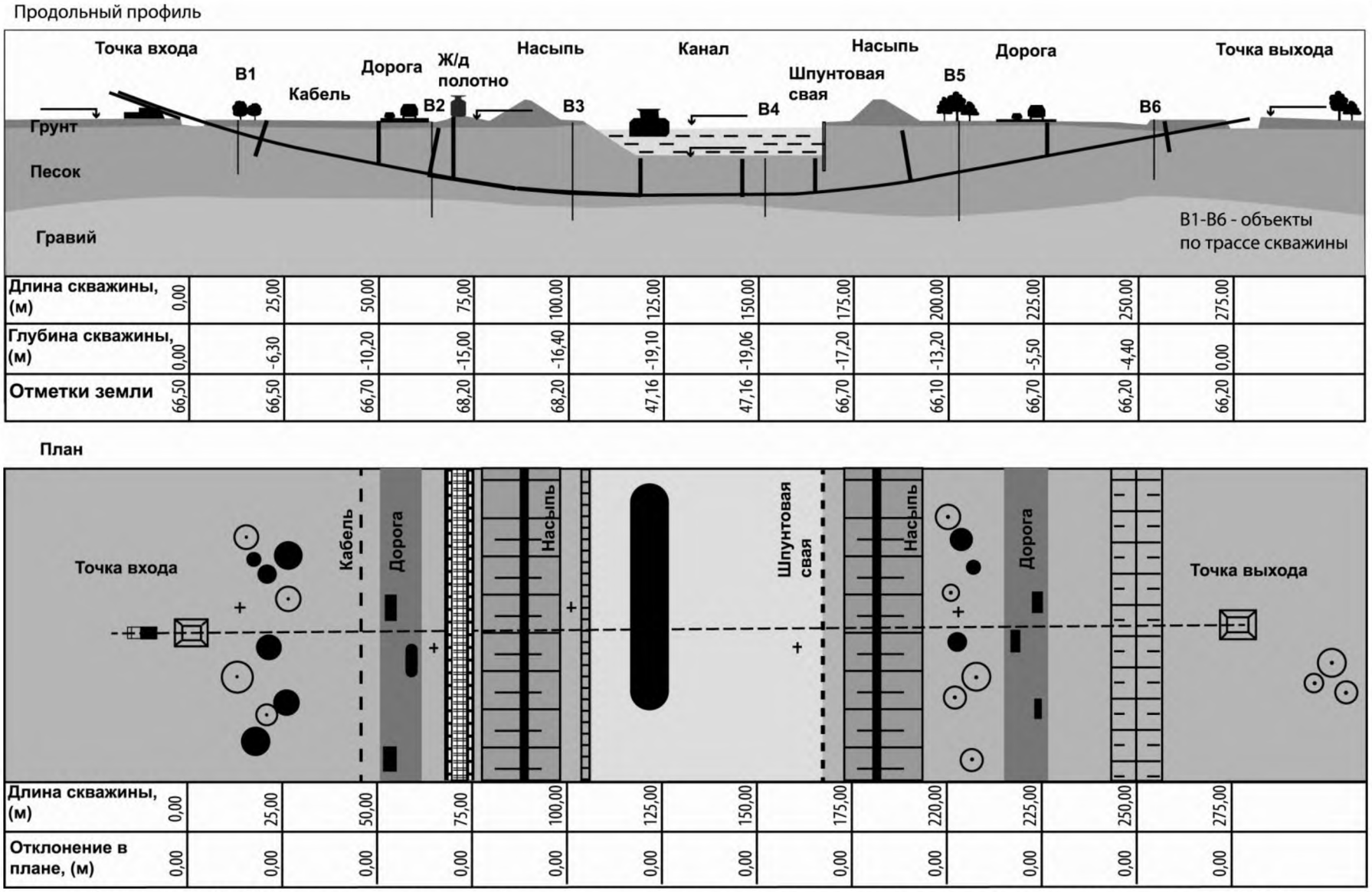
- в охранных зонах метрополитена, высоковольтных воздушных линий электропередач, магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов;

- вблизи или на территории памятников истории и архитектуры.

Схема прокладки методом ГНБ закрытого перехода под водоемом приведена на рисунке А.1.

А.6 Метод ГНБ эффективно применяется, как правило, в нескальных грунтах (пески, супеси, суглинки, глины), в которых при помощи бурового тиксотропного раствора обеспечивается устойчивость стенок скважины. К геологическим условиям, в которых применение метода ГНБ затруднено или невозможно, относятся: подземные воды с большим напором, глинистые грунты текучей консистенции, плывуны, валунные и гравийно-галечниковые грунты, грунты с включениями искусственного происхождения (обломки железобетонных плит, отходы металлургического производства и т.п.), неустойчивые площадки (карст, оползни, подрабатываемые территории).

А.7 При использовании соответствующего оборудования и бурового инструмента (буровые перфораторы, скважинные моторы, специальные буровые коронки и др.) возможно применение метода ГНБ в скальных грунтах или в грунтах с твердыми включениями.



Длина скважины, (м)	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	175,00	200,00	225,00	250,00	275,00
Глубина скважины, (м)	0,00	-6,30	-10,20	-15,00	-16,40	-19,10	-19,06	-17,20	-13,20	-5,50	-4,40	0,00
Отметки земли	66,50	66,50	66,70	68,20	68,20	47,16	47,16	66,70	66,10	66,70	66,20	66,20

Длина скважины, (м)	0,00	25,00	50,00	75,00	100,00	125,00	150,00	175,00	220,00	225,00	250,00	275,00
Отклонение в плане, (м)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Рисунок А.1 – Схема продольного профиля и плана закрытого подземного перехода, сооружаемого методом ГНБ

Приложение Б

(справочное)

Риски при горизонтальном направленном бурении, их снижение и управление

Б.1 Факторы риска

Б.1.1 Прокладка подземных инженерных коммуникаций методом ГНБ связана с рисками возникновения технологических проблем, непредвиденных и аварийных ситуаций, которые могут вызвать техногенные катастрофы, сорвать сроки сдачи объекта, вызвать удорожание строительства или сделать его экономически нерентабельным. В отдельных случаях может потребоваться изменение трассы, прокладка нового перехода, полное изменение метода и технологии строительства. Возможно травмирование персонала.

Б.1.2 Большая часть рисков, проявляющихся на стадии строительства, является следствием недостаточного объема информации, ошибок и неточностей в проектной документации.

Б.1.3 Недостаточный объем и неточности инженерных изысканий приводят к рискам ошибок в геологическом разрезе (колонке) и значениях характеристик грунтов, ошибок в топографическом плане и профиле, неправильному определению положения существующих коммуникаций в плане и профиле.

Б.1.4 На стадии проектирования из-за неполноты исходных данных и недостаточной проработки проекта возможны риски ошибок в построении трассы перехода, определении силовых характеристик протягивания, подборе буровой установки, штанг, бурового инструмента, характеристик и состава бурового раствора. Недочеты в составлении сметы приведут к недостаточному финансированию строительства.

Б.2 Технологические риски

Б.2.1 На стадии строительства из-за непредвиденных геотехнических условий и выбора недостаточно эффективных проектно-технологических решений возможен риск возникновения технологических проблем и аварийных ситуаций, включая:

- потерю бурового инструмента;
- отклонения от проектной трассы бурения;
- обрушение скважины;
- просадки или подъем поверхности;
- выход бурового раствора на поверхность, в водоем, в подземные сооружения и коммуникации по трассе бурения вследствие избыточного давления подачи раствора, недостаточной глубины покрытия;

- загрязнение грунтовых вод химическими и полимерными добавками к буровым растворам (кальцинированная сода, полимеры, активные и моющие вещества);

- загрязнение природной (городской) среды отработанным раствором и шламом в местах расположения стройплощадок;

- повреждения трубопровода из-за превышения предельно-допустимого значения усилия протяжки по прочности трубы;

- повреждения защитного покрытия труб;

- недостаточность усилия тяги буровой установки;

- заклинивание трубопровода при протягивании.

Риски при производстве работ, их причины и последствия приведены в таблице Б.1.

Б.2.2 В случае возникновения аварийных ситуаций буровой инструмент, вся скважинная сборка или часть трубопровода могут быть потеряны. Извлечь оставленное в скважине оборудование в большинстве случаев технически возможно, однако следует сопоставить стоимость и трудоемкость этих работ, связанных чаще всего с раскопками поверхности, со стоимостью оставленного оборудования.

Б.3 Снижение рисков

Б.3.1 Для снижения рисков возникновения технологических проблем и аварийных ситуаций требуется:

- наличие достоверной инженерно-геологической и гидрогеологической информации, ее правильный учет;

- построение на стадии проектирования оптимальной трассы бурения, включая углы входа и выхода, радиусы изгиба, заглубление, длины участков и др.;

- применение надежного оборудования и технологии, соответствующей инженерно-геологическим условиям;

- использование эффективных буровых растворов в объемах, достаточных для пилотного бурения, расширения скважины и протягивания трубопровода с учетом раздела 9;

- использование надежных методов и технических средств контроля при бурении, расширении и протягивании трубопровода;

- не допускать перерыва между последовательным расширением бурового канала и протягиванием трубопровода, а также в процессе протягивания;

- допускать к проведению работ квалифицированный персонал, прошедший специальное обучение;

- в сложных инженерно-геологических условиях предусматривать дополнительные технологические мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций, а также на стадии

Таблица Б.1 – Риски при производстве работ

Технологические проблемы	Типы и причины возникновения проблем	Возможные последствия
Потери бурового раствора, нарушение его циркуляции	Проницаемые и /или трещиноватые породы вдоль трассы бурения; слоистость и разломы пород; чрезмерное давление подачи бурового раствора; недопустимые отклонения траектории бурения; превышение скорости проходки	Поглощение бурового раствора, различные по объему выходы на поверхность, попадание в подземные сооружения и коммуникации
Фильтрация бурового раствора непосредственно в водоток	Проницаемые и /или трещиноватые породы вдоль трассы бурения; слоистость и разломы пород; чрезмерное давление подачи бурового раствора; недопустимые отклонения траектории бурения	Мутность воды и донные отложения с возможными отрицательными последствиями для водоема, рыбы и водопользователей ниже по течению
Обрушение скважины, размыв грунтовых полостей по трассе бурения	Несоответствие технологии производства работ инженерно и гидрогеологическим условиям; оползневые процессы; эрозия или осадки грунта	Осадки поверхности
Остановка бура, застрявшая буровая колонна	Обрушение скважины вдоль трассы бурения; наличие набухающей высокопластичной глины, валунов, бентонитовых сланцев, угольных пластов и др.; деформация/поломка бурового инструмента	Проведение земляных работ для извлечения оборудования. Вероятны осадки грунта
Застрявший при протягивании трубопровод (расширитель)	Обрушение скважины вдоль трассы бурения, деформация/поломка бурового инструмента; недостаточное расширение ствола; повреждение/разрыв стыка труб; недостаточная мощность буровой установки; возникновение «гидрозамка»	Вероятны осадки, бурение новой скважины
Поврежденные труба или защитное покрытие	Недостаточное расширение ствола; обрушение скважины вдоль трассы бурения; отсутствие/недостаточность/неисправность роликовых опор или направляющих на площадке трубной стороны; чрезмерно крутой угол входа или выхода; недостаточный радиус изгиба плети трубопровода; превышение значения предельно допустимого усилия протягивания по прочности трубы; валуны, гравий, искусственные включения; обсадная труба в скважине	Прокладка нового перехода

проектирования рассмотреть вероятность устройства резервного перехода и наметить его возможное местоположение.

Б.3.2 Существенно снизить риски возможно при применении на всех стадиях работ (изыскания, проектирование, выполнение СМР) современных электронных приборов и инструментов, соответствующего сертифицированного программного обеспечения и выполнении работ обученным персоналом.

Б.3.3 К сложным инженерно-геологическим условиям проходки, для которых велик риск выхода раствора из скважины, относятся:

- трещиноватая порода;
- крупнозернистый проницаемый грунт;
- значительный перепад высот входа и выхода;
- малая глубина бурения;
- наличие по трассе существующих сооружений, скважин;
- напорные воды.

Для этих условий на стадии проектирования следует рассматривать применение дополнительных мероприятий по обеспечению производства работ, приведенных в 8.4.

Б.3.4 Устойчивость скважины должна обеспечиваться подбором состава бурового раствора и соблюдением технологических параметров его подачи на забой. Рекомендуемые составы и характеристики бурового раствора приведены в разделе 9.

Б.3.5 Для каждого типа грунта необходимо использовать определенные ППР (см. 8.2.3) соотношения между давлением подачи бурового раствора, диаметром выходных сопел буровой головки (определяют поступающий объем раствора), показателями вязкости бурового раствора и скорости прямого и обратного хода. Рекомендации по выбору технологических параметров бурения приведены в 8.5 и таблице 8.2.

Б.3.6 При расширении бурового канала и протягивании трубопровода возможен риск возникновения перед расширителем «гидрозамка»*, превышающего мощность тяги буровой установки и возникающего из-за потери циркуляции. Для обеспечения циркуляции и снижения риска возникновения «гидрозамка» необходимо:

- при бурении, расширении и протяжке подавать в скважину достаточное количество бурового раствора, не допуская перерывов, в соответствии с разделом 9;
- ограничивать скорости проходки при бурении пилотной скважины, расширении и протягивании трубопровода в соответствии с 8.5.8 – 8.5.11, 8.6.9, 8.6.10;

---

* Гидравлического сопротивления.

- использовать расширители, соответствующие гидрогеологическим условиям проходки по Д.3 (приложение Д);

- при невозможности дальнейшей протяжки, извлечь расширитель и выполнить повторное бурение пилотной скважины.

Б.3.7 При планировании строительства необходимо учитывать, что риски при использовании метода ГНБ, как правило, гораздо меньше, чем традиционного траншейного способа. В частности, сводятся к минимуму или исключаются следующие риски:

- нарушение дневной поверхности и городской постройки;

- обрушение береговых склонов и стеснение речного русла;

- всплытие трубы при паводке или ледоходе;

- повреждение труб якорем или действиями третьих лиц.

Б.4 Управление рисками

Б.4.1 Управление рисками при прокладке коммуникаций методом ГНБ включает:

- оценку на стадии проектирования и подготовки к строительству возможности возникновения технологических проблем и аварийных ситуаций, приводящих к отрицательному результату или значительному удорожанию работ;

- контроль неукоснительного выполнения требований нормативно-технических документов на стадиях проведения инженерных изысканий и проектирования;

- входной контроль материалов и изделий;

- операционный контроль выполнения работ в соответствии с 11.3;

- своевременное и оперативное реагирование на изменения инженерных и гидрогеологических условий проходки, включая корректировку состава бурового раствора и технологии бурения, проведение дополнительных мероприятий по обеспечению производства работ (см. 8.4), использование вспомогательного оборудования и др.

Б.4.2 Риски ГНБ могут быть застрахованы страховыми компаниями. Страхования рисков подразделяются на имущественные и от несчастных случаев. При имущественном страховании возможны два вида договоров: расширенный – от всех рисков, материальных потерь или ущерба, нанесенного имуществу; стандартный – от пожаров.

Б.4.3 Рекомендуется заключение расширенных страховых договоров, затраты на которые следует предусматривать в сметной документации на сооружение ЗП.

Б.4.4 Управление рисками ГНБ предусматривает создание резерва денежных средств на вновь выявленную или аварийную работу для покрытия непредвиденных расходов.

Приложение В

(справочное)

Допускаемые приближения проектируемой скважины ГНБ к существующим объектам

Инженерная коммуникация, подлежащая прокладке	Приближения к объектам (зданиям, сооружениям, коммуникациям)								
	Железные дороги			Трамвайные пути			Проезжая часть автодорог		
	Расстояние по горизон-тали при пересечении объекта	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали при пересечении объекта	Расстояние по горизон-тали при пересечении объекта	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали при пересечении объекта	Расстояние по горизон-тали при пересечении объекта	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали при пе ресечении объек-та
Водопровод	от обреза футляра **10 м** до подо-швы насыпи **10 м** до бровки выемки от наружн.поверх. футляра **20 м** до стрелок и крестовин **30 м** до искусственных соор. **3 м** до опор контактной сети	**4 м** до оси крайнего пути	от верха футляра: **1,5 м** до основания насыпи; **3 м** до подошвы рельса при отсу-тствии насыпи	от обреза футляра **2 м** до крайнего рельса от наружн.поверх. футляра **4 м** до стрелок и крестовин **5 м** до искусственных соор.	**3 м** до оси крайнего пути	**1,5 м** от головки рельса	от обреза футляра **3 м** до бровки земляного полотна или подошвы насыпи от наружной поверхности футляра **30 м** до искусственных сооружений	**2 м** до кромки проезжей части **1 м** до подошвы насыпи или наружной кромки кювета	**1 м** до верха дорожного покрытия полот-на автодороги от верха трубы
Канализация	от обреза футляра **10 м** до подо-швы насыпи **10 м** до бровки выемки от наружн. поверх. футляра **20 м** до стрелок и крестовин **30 м** до иск соор. **3 м** до опор к.с.	**4 м** до оси крайнего пути	от верха футляра: **1,5 м** до основания насыпи; **3 м** до подошвы рельса при отсу-тствии насыпи	от обреза футляра **2 м** до крайнего рельса от наружн.поверх. футляра 4 **м** до стрелок и крестовин **5 м** до искусственных соор.	**3 м** до оси крайнего пути	**1,5 м** от головки рельса	от обреза футляра **3 м** до бровки земляного полотна или подошвы насыпи от наружной поверхности футляра **30 м** до искусственных соор.	**1,5м** до кромки проезжей части **1м** до подош. насыпи или наружной кромки кювета	**1 м** до верха дорожного покры-тия по-лотна автодороги от верха трубы
Тепловые сети	от обреза футляра **10 м** до подо-швы насыпи от наружн.повер	**4 м** до оси крайнего пути	от верха футляра: **1,5 м** до основания насыпи; **3 м** до	от обреза футляра **2 м** до крайнего рельса от наружной поверх.	**3 м** до оси крайнего пути	**1,5 м** от головки рельса	от обреза футляра **3 м** до подо-швы насыпи	**1,5м** до кромки проезжей части **1 м**	**1 м** до верха дорожного покрытия полот-на автодо-

	х. футляра **20 м** до стрелок и крестовин **30 м** до искусственных соор.		подошвы рельса при отсутствии насыпи	футляра **4 м** до стрелок и крестовин				до подош. насыпи или наружной кромки кювета	роги
Газопроводы	от обреза футляра **50 м** до подо-швы насыпи и бровки выемки от наружной поверх.футляра **20 м** до стрелок и крестовин **30 м** до искусственных соор. **3 м** до опор контактной сети	**10,8 м** до оси крайнего пути	от верха футляра: **1,5 м** до основания насыпи; **3 м** до подошвы рельса при отсутствии насыпи	от обреза футляра **2 м** до крайнего рельса от наружной поверх. футляра **4 м** до стрелок и крестовин	**4 м** до оси крайнего пути	**1,5 м** от головки рельса	от наружной поверхности футляра **30 м** до искусственных сооружений	**2,5м** до кромки проезжей части **2 м** до подош. насыпи или наружной кромки кювета	**2 м** до верха дорожного покрытия полот-на автодороги
Нефте-продукто-проводы	от обреза фут-ляра **50м** до подошвы насыпи и бровки выемки от наружной поверх.футляра **20 м** до стрелок и крест. **30м** до **ИС**	**10 м** от крайнего рельса	от верха футляра: **1,5 м** до основания насыпи; **3 м** до подошвы рельса при отс..насыпи насыпи	от обреза футляра **8 м** до крайнего рельса от наружной поверх. футляра **4 м** до стрелок и крестовин крестовин	**4 м** до оси крайнего пути	**1,5 м** головки рельса	от наружной поверхности футляра **30 м** до искусств. сооружений	**2 м** до кромки проезжей части	**1,5 м** до по-дошвы насыпи
Кабельные линии электро-снабжения и связи	**10 м** до стрелок и крестовин	**4 м** до оси крайне-го пути **11м** для элек трифи-цированной ж.д.	**3 м** до подошвы рельса	от обреза футляра **2 м** до крайнего рельса от наружной поверх. футляра **4 м** до стрелок и крестовин	**3 м** до оси крайнего пути	**1,5 м** от головки рельса	от наружной поверхности футляра **30 м** до искусств. сооружений	**1 м** до кромки проезж. части **1,5 м** до бордюрн. камня	**1,5 м** до верха дорожного покрытия по-лотна автодороги

Инженерная коммуникация подлежащая прокладке	Приближения к объектам (зданиям, сооружениям, коммуникациям)							
	Фундаменты опор мостов		Фундаменты зданий и сооружений		Фундаменты опор контактной		Фундаменты опор воздушных	
	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали
Водопровод	**2 м**	**1 м**	**5 м**	**2 м**	**3 м**	**3 м**	**3 м**	**3 м**
Канализация	**1,5 м**	**1 м**	**3 м**	**2 м**	**1,5 м**	**3 м**	**1,5 м**	**3 м**
Тепловые сети	**2 м**	**2 м**	**5 м** при d труб <500мм **8 м** при d труб >500мм	**3 м**	**3 м**	**3 м**	**3 м**	**3 м**
Газопроводы	**2 м**	**3 м**	**10м** при d труб <300мм **20м** при d труб >300мм	**3 м**	**1 м**	**3 м**	**1 м**	**3 м**
Нефтепродуктопроводы	**75 м**	**3 м**	**50 м**	**3 м**	**75**	**3 м**	**75**	**3 м**
Кабельные линии электроснабжения и связи	**2 м**	**2 м**	**1 м**	2 м	**1 м**	**2 м**	**1 м**	**2 м**

Инженерная коммуникация подлежащая прокладке	Приближения к объектам (зданиям, сооружениям, коммуникациям)					
	Водопровод			Канализация		
	Расстояние по горизонтали при пересечении объекта	Расст. по гориз. при прок-ладке вдоль объекта	Расст. по верти-кали	Расстояние по горизонтали при пересечении объекта	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по верти-кали
Водопровод	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода	**2 м**	**1 м**	от обреза футляра не менее **5 м** до пересекаемого трубопровода в каждую сто-	**2,5 м**	**на 1 м** выше
Канализация	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода	**2,5 м**	**1 м**	от обреза футляра не менее 3 **м** до пересекаемого трубопровода в каждую сто-	**1 м**	**1 м**
Тепловые сети	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода	**2 м**	**1 м**	**5 м**	**2 м**	**1 м**
Газопроводы	от обреза футляра **4 м** до пересекаемого трубопровода	**2 м**	**1 м**	**5 м**	**5 м**	**1 м**
Нефтепродуктопроводы	**10 м**	**75 м**	**на 1 м** ниже	**5 м**	**5 м**	**на 1 м** ниже
Кабельные линии электроснабжения и связи	от обреза футляра **2 м** до пересекаемого трубопровода	**1 м**	**1 м**	**2 м**	**1 м**	**1 м**

Инженерная коммуникация подлежащая прокладке	Приближения к объектам (зданиям, сооружениям, коммуникациям)						
	Тепловые сети			Газопроводы			Метрополитены
	Расстояние по горизонтали при пересечении объекта	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали	Расстояние по горизонтали при пересечении объекта	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта	Расст. по вертикали	Расст. по гориз. при прокладке вдоль объекта
Водопровод	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода в каждую сторону	3 м	**1 м**	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода	**4 м**	**1 м**	**8 м**
Канализация	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода в каждую сторону	3 м	**1 м**	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода	4 м	**1 м**	**6 м**
Тепловые сети	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода в каждую сторону	3 м	**1 м**	от обреза футляра **3 м** до пересекаемого трубопровода	**4 м**	**1 м**	**8 м**
Газопроводы	от обреза футляра **4 м** до пересекаемого трубопровода	**4 м**	**1 м**	от обреза футляра **5 м** до пересекаемого трубопровода	4 м	**1 м**	**7 м**
Нефтепродуктопроводы	от обреза футляра **4 м** до пересекаемого трубопровода	**4 м**	**на 1м** ниже	от обреза футляра **5 м** до пересекаемого трубопровода	4 м	**1 м**	**7 м**

Кабельные линии электроснабжения и связи	от обреза футляра **2 м** до пересекаемого трубопровода	**2 м**	**1 м**	**1 м**	2 м	**1 м**	**3 м**

Приложение Г

(рекомендуемое)

Основные положения методики расчета параметров трассы

Г.1 Расчет геометрических параметров трассы

Основные геометрические параметры трассы, а также схемы забуривания пилотной скважины и перехода пилотной скважины от максимального угла забуривания к нулевому углу приведены на *рисунках Г.1-Г.3.*

Геометрические параметры трассы определяются по следующим зависимостям:

l - длина пилотной скважины (длина бурового канала), $l = l_1 + l_{пр} + l_2$;

l_1 - расчетная длина пилотной скважины, пробуренной по радиусу R_1 от точки забуривания до точки максимального заглубления $l_1 = \frac{2\pi \cdot R_1 \cdot \alpha_1}{360}$;

$l_{пр}$ - длина прямолинейного участка бурового канала;

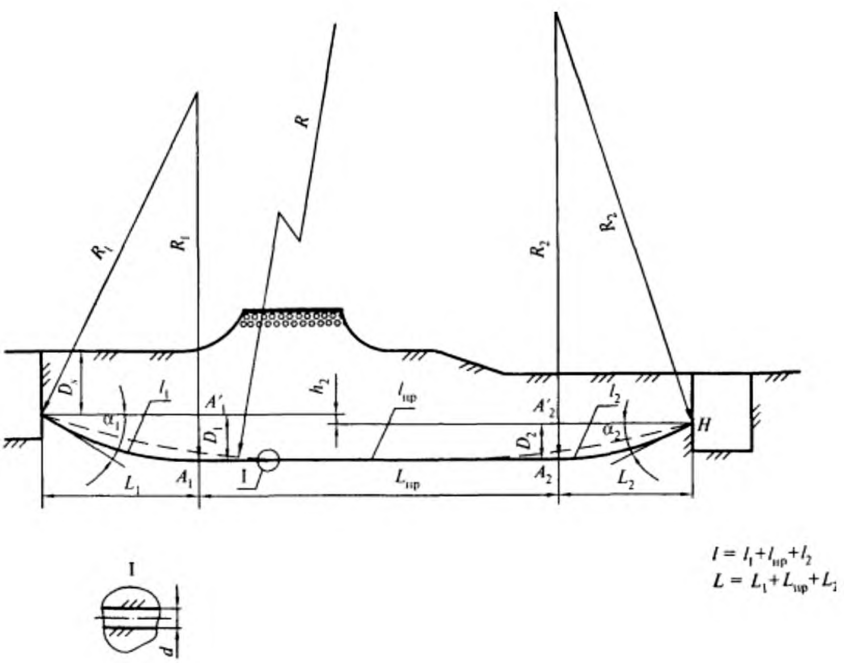


Рисунок Г.1 - Основные геометрические параметры трассы

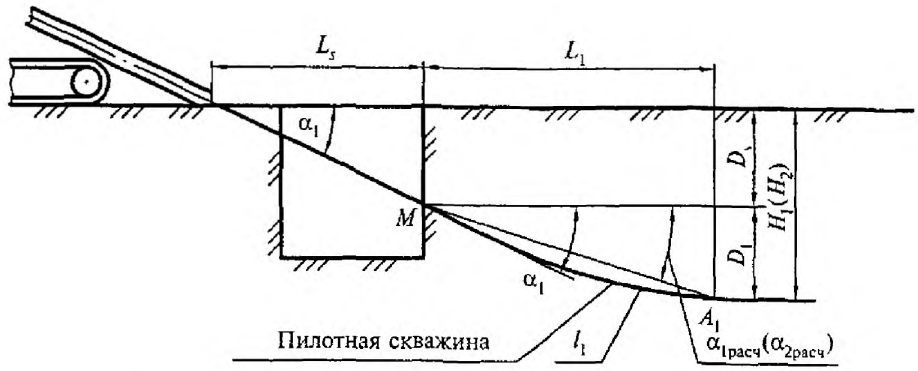


Рисунок Г.2 - Схема забуривания пилотной скважины.

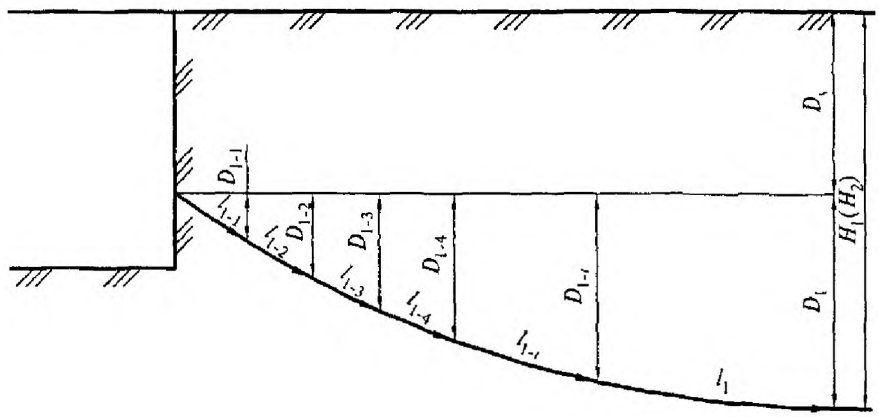


Рисунок Г.3 - Схема перехода пилотной скважины от максимального угла забуривания к нулевому углу

l_2 - теоретическая длина пилотной скважины от точки максимальной глубины до точки выхода в выходном приямке $l_2 = \dfrac{2\pi \cdot R_2 \cdot \alpha_2}{360}$;

R_1 - радиус кривизны пилотной скважины при забуривании $R_1 = \dfrac{D_1}{1-\cos\alpha_1}$;

α_1 - угол входа бура в землю (угол забуривания), принимается в составе исходных данных, определяется в соответствии с характеристикой буровой установки;

D_1 - заглубление пилотной скважины от точки забуривания, определяется проектом;

R_2 - радиус кривизны пилотной скважины на выходе $R_2 = \dfrac{D_2}{1-\cos\alpha_2}$;

α_2 - угол на выходе буровой головки из земли;

D_2 - заглубление пилотной скважины от точки выхода буровой головки из земли, определяется в зависимости от перепада по высоте точки выхода пилотной скважины относительно точки забуривания;

L - длина пилотной скважины в плане, $L = L_1 + L_{пр} + L_2$;

L_1 - длина пилотной скважины в плане от точки входа в грунт до точки максимального заглубления, $L_1 = \sqrt{R_1^2 - (R_1 - D_1)^2}$;

$L_{пр}$ - длина прямолинейного участка в плане;

L_2 - длина пилотной скважины в плане от точки максимального заглубления до точки выхода, $L_1 = \sqrt{R_2^2 - (R_2 - D_2)^2}$;

d - диаметр бурового канала, определяется проектом и зависит от возможностей бурильной установки;

D_s - глубина (по вертикали) точки входа бура в землю во входном приямке от поверхности земли, определяется проектом;

H_1 - заглубление пилотной скважины от поверхности земли при забуривании, определяется проектом;

H_2 - заглубление пилотной скважины от поверхности земли при выходе буровой головки из земли. $H_2 = D_2 + h_2 + D_s$;

$\alpha_{1\text{-}i(расч.)}$ - средний расчетный текущий угол для вычислений при переходе от точки забуривания до точки максимального заглубления;

$\alpha_{2\text{-}i(расч.)}$ - средний расчетный текущий угол для вычислений при переходе от максимального заглубления до выхода буровой головки из земли;

L_s - расстояние по горизонтали от лафета буровой установки до точки входа буровой головки в землю во входном приямке;

n_1 - количество буровых штанг, необходимое для выполнения пилотной скважины длиной l_1, $n_1 = \frac{l_1}{l_ш}$;

$l_ш$ – длина одной штанги;

$\Delta\alpha_1$ - величина изменения текущего угла на каждой штанге при выполнении пилотной скважины на длине l_1, $\Delta\alpha_1 = \frac{\alpha_1}{n_1}$;

$D_{1\text{-}i}$ - текущее заглубление пилотной скважины, $D_{1\text{-}i} = l_{1\text{-}i} \cdot \sin \alpha_{1\text{-}i(расч)}$;

$l_{1\text{-}i}$ - текущая длина пилотной скважины (от 0 до l_1);

Для дальнейших расчетов, также необходимо определить:

$V_Г$ - объем грунта, удаляемого из скважины, $V_Г = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l}{4}$;

t_{min} - минимальное время бурения пилотной скважины $t_{min} = \frac{V_p}{Q_ж}$;

V_p - объем бурового раствора, который необходим для качественного бурения, зависит от типа грунта и колеблется в значительных пределах;

$Q_ж$ - производительность насоса бурильной установки, зависит от бурильной установки;

v_{max} - максимальная скорость бурения. $v_{max} = l \cdot t_{max}$.

Г.2 Расчет усилия и крутящего момента для проходки пилотной скважины

1 Усилие проходки пилотной скважины определяют как сумму всех видов сил сопротивления движению буровой головки и буровых штанг в пилотной скважине: $P_П = \sum_{i=1}^{7} P_i^* = P_1^* + P_2^* + P_3 + P_4^* + P_5^* + P_6^* + P_7^*$, где

*P1** - лобовое сопротивление движению буровой головки в грунте с учетом искривления пилотной скважины;

*P2** - сила трения от веса буровых штанг (в скважине);

*P3** - увеличение силы трения от силы тяжести грунта зоны естественного свода равновесия (по М.М. Протодьяконову);

*P4** - увеличение силы трения от наличия на буровых штангах выступов за пределы наружного диаметра;

*P5** - дополнительные силы трения от опорных реакций;

*P6** - сопротивление перемещению буровых штанг в зоне забуривания за счет смятия стенки скважины;

*P7** - сопротивление на выходе при переходе от криволинейного движения к прямолинейному.

2 Расчет усилия проходки пилотной скважины выполняется для двух пограничных состояний:

- при благоприятных условиях: при наличии качественного бурового раствора, отсутствии фильтрации раствора в грунт, при хорошо сформированной и стабильной пилотной скважине $P_{П(а)}$;

- при неблагоприятных условиях: при обрушении грунта по длине пилотной скважины и фильтрации бурового раствора в грунт $P_{П(б)}$.

Фактическое усилие прокладки пилотной скважины в реальных условиях будет находиться между пограничными величинами $P_{п(а)}$ и $P_{п(б)}$.

3 Суммарный крутящий момент для вращения буровой головки и штанг при прокладке пилотной скважины рассчитывается по формуле

$$\sum M^* = M^*_к + M^*_{кб} + M^*_{кр},$$

где $M^*_к$ - крутящий момент на преодоление осевых сопротивлений;

$M^*_{кб}$ - крутящий момент на проворачивание буртов;

$M^*_{кр}$ - крутящий момент на разрушение забоя.

Г.3 Расчет общего усилия и крутящего момента при протягивании трубопровода

1 Общее усилие протягивания P определяется как сумма всех видов сопротивления движению трубопровода и расширителя в буровом канале: $P = P_Р + P^*_П + P_{ГП}$, где

$P_Р$ - лобовое сопротивление движению расширителя;

$P_П{}^*$ - усилие перемещения буровых штанг, представляет собой суммарное усилие, рассчитанное для проходки пилотной скважины, за вычетом усилия P_1 (лобового сопротивления бурению);

$P_{ГП}$ - усилие протягивания трубопровода по буровому каналу, которое, рассчитывается по формуле:

$$P_{ГП} = \sum_{i=1}^{7} P_i = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8, \text{ где}$$

P_2 - сила трения от веса трубопровода (в буровом канале);

P_3 - увеличение силы трения от силы тяжести грунта зоны естественного свода равновесия (по М.М. Протодьяконову);

P_4 - увеличение силы трения от возможного наличия на трубопровода выступов за пределы наружного диаметра;

P_5 - дополнительные силы трения от опорных реакций;

P_6 - усилие сопротивления перемещению трубопровода в зоне заглубления в буровой канал;

P_7 - увеличенное сопротивление перемещению при переходе от прямолинейного движения к криволинейному;

P_8 - сила трения от веса трубопровода, находящегося вне бурового канала.

2 Расчет общего усилия протягивания P, также как и расчёт усилия проходки пилотной скважины $P_{П}$ выполняется для двух пограничных состояний: при благоприятных условиях $P_{(а)}$ и при неблагоприятных условиях $P_{(б)}$.

Фактическое общее усилие протягивания $P_{факт}$ в реальных условиях будет находиться между пограничными значениями $P_{(а)}$ и $P_{(б)}$.

3 Суммарный крутящий момент для вращения расширителя и штанг при протягивании трубопровода по буровому каналу:

$$\sum M = M_{к} + M_{кб} + M_{кр},$$

где $M_{к}$ - крутящий момент на преодоление осевых сопротивлений;

$M_{кб}$ - крутящий момент на проворачивание буртов;

$M_{кр}$ - крутящий момент на разрушение забоя.

Приложение Д

(справочное)

Оборудование для производства работ

Д.1 Состав оборудования, технического и инфраструктурного оснащения

Д.1.1 Основное технологическое оборудование, необходимое для производства работ, включает: буровую установку в комплекте с буровым инструментом, оборудование для приготовления, подачи, регенерации бурового раствора, контрольные локационные системы.

Д.1.2 К дополнительному оборудованию относятся: доталкиватели труб, усилители тяги, емкости для хранения бурового раствора, шламовые и водяные насосы, технологические трубопроводы и шланги для подачи раствора или воды, вспомогательный инструмент и приспособления (гидравлические ключи, захваты для трубопроводов, калибраторы, роликовые опоры и т.п.).

Д.1.3 К элементам технического и инфраструктурного оснащения относятся: транспортные машины различной грузоподъемности, подъемные механизмы (автокраны, краны-манипуляторы), экскаваторы, спецтранспорт для подвоза воды, вакуумной экскавации и перевозки бурового шлама, передвижные электростанции различной мощности, оборудование для сварки трубопроводов, электро- и газосварочное оборудование, отапливаемое бытовое помещение, биотуалет, оборудованный контейнер-мастерская для текущего ремонта и хранения комплектов запасных частей и расходных материалов с сушкой для спецодежды, геодезический инструмент (нивелир, теодолит), полевой набор-лаборатория для подбора и контроля состава бурового раствора, средства связи.

Д.1.3 Применение импортного бурового, растворного, грузоподъемного и транспортного оборудования допускается в установленном федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ) порядке.

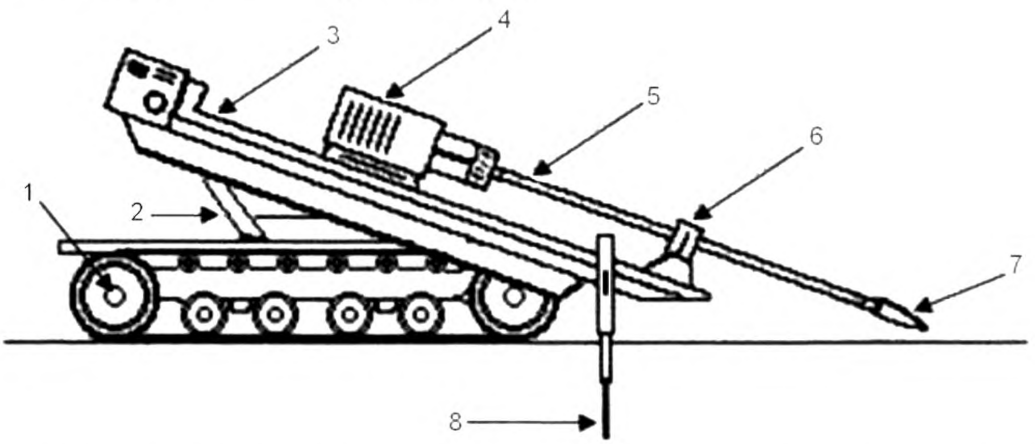
Д.2 Буровые установки

Д.2.1 Буровая установка (см. рисунок Д.1) является единым комплексом взаимосвязанных механизмов и устройств, обеспечивающих под управлением оператора технологический процесс прокладки трубопровода методом ГНБ, включая передвижение, закрепление на точке бурения, сборку, вращение и подачу буровой колонны, подачу бурового раствора, контроль и корректировку направления бурения, протягивание расширителей и трубопровода.

Д.2.2 В соответствии с установившейся классификацией и в зависимости от развиваемой силы тяги установки ГНБ подразделяются на следующие классы: Мини – до 100 кН, Миди – от 100 до 400 кН, Макси - от 400 до 2500 кН и Мега – более 2500 кН. Классификация,

возможные области применения и основные характеристики установок приведены в таблице Д.1.

Д.2.3 Буровые установки классов Мини, Миди (частично Макси), как правило, представляют собой самоходные устройства на гусеничном ходу. Установки класса Мега (частично Макси), а также специализированные системы бурения из шахты или колодца не оборудуются приводом и ходовым механизмом, а размещаются на опорной раме, непосредственно устанавливаемой на спланированной грунтовой поверхности и закрепляемой при помощи анкерных устройств (рамная буровая установка). Большие буровые установки могут размещаться на трейлерном автоприцепе (трейлерные буровые установки) или компоноваться в виде отдельных модулей, транспортируемых в стандартных контейнерах автотранспортом и монтируемых на месте производства работ.



1 – ходовой механизм (чаще гусеничный с кабиной оператора); *2* – гидравлическая система регулировки угла бурения; *3* – буровой лафет (оснащается сменной кассетой со штангами); *4* – приводной механизм вращательного бурения и поступательного движения; *5* – буровая колонна из инвентарных штанг; *6* – гидравлическое зажимное устройство; *7* – буровая головка; *8* – фиксирующее анкерное устройство (анкерная плита)

Рисунок Д.1 – Принципиальная схема самоходной буровой установки ГНБ

Таблица Д.1 – Классификация и основные характеристики буровых установок

Класс буровой установки	Область применения	Максимальная тяговая сила, кН	Максимальный крутящий момент, кН·м	Вес, т	Максимальная длина бурения, м	Максимальное расширение, мм
Мини	В городских условиях для прокладки кабельных линий и ПЭ труб диаметром до 250 мм	до 100	1 – 10	до 7	250	300
Миди	В городских условиях и сельской местности при прокладке трубопроводов диаметром до 800 мм, при пересечениях транспортных магистралей и небольших водных путей	100 – 400	10 – 30	7 – 25	750	1000
Макси	При прокладке трубопроводов большой длины и диаметром до 1250 мм	400 – 2500	30 – 100	25 – 60	1200	1500
Мега	При прокладке магистральных трубопроводов очень большой длины и диаметром до 1800 мм	более 2500	более 100	более 60	3000	2000
Примечание – Приведены максимальные технические характеристики оборудования отдельно по длине бурения и возможному расширению.						

Д.2.4 Подбор буровой установки для конкретного объекта производится на основании данных по типу, диаметру и длине предполагаемого к прокладке трубопровода, по инженерно-геологическим условиям строительства, с учетом требований по обеспечению необходимых значений усилий тяги и крутящего момента. Для обеспечения протягивания буровая установка должна обеспечивать силу тяги $P_т$, кН, обеспечивающую выполнение условия:

$$P_т \geq \kappa_1 P_{ГП}, \qquad (Д.1)$$

где κ_1 – коэффициент запаса по тяге буровой установки, выбирается от 1,5 до 2,5 в зависимости от инженерно-геологических условий;

$P_{ГП}$ – расчетное значение необходимого усилия для протягивания трубопровода, кН.

Д.2.5 Крутящий момент и скорость вращения шпинделя обеспечивают мощность, передаваемую от буровой установки через штанги на буровую головку и расширитель.

Примечание – За исключением случаев, когда дополнительная мощность передается на буровой инструмент при использовании забойного двигателя.

Для обеспечения разработки грунта при проходке пилотной скважины и расширении бурового канала буровая установка должна развивать крутящий момент $M_б$, кН·м, не менее:

$$M_б \geq \kappa_2 \sum M, \qquad (Д.2)$$

где κ_2 – коэффициент запаса по мощности буровой установки, выбирается от 1,2 до 1,5;

$\sum M$ – наибольшее расчетное значение суммарного крутящего момента для проходки пилотной скважины или расширения канала, кН·м.

Д.2.6 Для предварительного определения типа и требуемых характеристик буровой установки, в зависимости от вида прокладываемой коммуникации, длины и диаметра необходимого бурового канала, рекомендуется использовать данные приведенные в таблицах Д.1, Д.2 или эмпирическое правило: буровая установка должна иметь возможность развивать тяговое усилие, не менее чем в два раза превышающее вес протягиваемой плети трубопровода.

Таблица Д.2 – Необходимое минимальное значение силы тяги буровой установки, кН

Длина проходки, м	Диаметр бурового канала, мм						
	До 100	100-250	250-350	350-450	450-650	650-850	Свыше 800
До 50	50	70	70	100	120	200	360
50-100	70	70	100	120	200	360	400
100-150	70	100	120	120	200	400	500
150-250	100	120	200	200	360	400	500
250-400	120	200	200	360	400	500	600
400-600	200	200	360	360	500	500	600
Свыше 600	360	360	400	500	500	600	1000

Д.3 Буровой инструмент

Д.3.1 Буровые штанги

Д.3.1.1 Собираемая в процессе бурения колонна буровых штанг должна обеспечить:

- передачу крутящего момента и осевого давления от буровой установки на скважинный породоразрушающий инструмент;

- перенос бурового раствора к буровому инструменту;

- передачу тягового усилия к расширителю и протягиваемому трубопроводу.

Д.3.1.2 Предел текучести стали для буровых штанг – не менее 525 МПа. Замки штанг (выполняемые, как правило с конической резьбой) должны обеспечить их равнопрочное, надежное и простое сборно-разборное соединение. Перед свинчиванием на резьбу и упорные поверхности штанг должна наноситься резьбовая смазка с цинковым (или другим металлическим) наполнителем.

Д.3.1.3 Для буровых штанг установлены следующие показатели: длина, диаметр и толщина стенки штанги, тип резьбы, допускаемая нагрузка по прочности тяги и крутящему моменту замка, минимальный радиус изгиба. Типовые размеры штанг приведены в таблице Д.3.

Таблица Д.3 – Типовые размеры буровых штанг

Диаметр, мм	60	73	89	102	114	127	140	168
Длина, м	2,0-3,0	3,0-4,5	4,5-6,0	5,0-6,0	5,0-6,0	9,6-10,6	9,6-10,6	более 10,6

Д.3.1.4 Тип и размер применяемых буровых штанг должны соответствовать проектным значениям радиуса изгиба, силы тяги и крутящего момента по траектории бурения. Для малых буровых установок, как правило, применяются штанги длиной до 6 м и диаметром до 60 мм, для больших буровых установок ГНБ – диаметром до 160 мм.

Д.3.1.5 Буровые штанги подвергаются износу за счет трения, особенно при бурении в твердых породах. Перед началом работ необходимо проводить визуальный осмотр, измерительный и ультразвуковой контроль буровых штанг по ГОСТ 17410, ГОСТ 31244 с отбраковкой штанг имеющих нарушение геометрической формы, сильный износ и дефекты металла.

Д.3.2 Породоразрушающий инструмент.

Д.3.2.1 Инструмент для бурения пилотной скважины.

Для землистых и мягких грунтов, соответствующих I – IV категориям по буримости для механического вращательного бурения, должны использоваться гидромониторные долота длиной от 300 до 1000 мм и диаметром от 40 до 200 мм. Гидромониторные долота отличаются числом и размерами промывочных насадок. Как правило, используют не более пяти насадок с раскрывающимся диаметром от 1 до 10 мм. Для регулировки направления бурения управляющая поверхность головки гидромониторного долота либо вся труба долота выполняются со скосом под небольшим углом.

Для грунтов средней крепости, соответствующих IV – VII категориям по буримости для механического вращательного бурения, используются шарошечные долота с гидромониторными насадками, которые способны механически разрушать горную породу. Для шарошечного долота рекомендуется использовать забойные двигатели.

Для твердых скальных пород, соответствующих VIII и выше категориям по буримости для механического вращательного бурения, используется твердосплавный буровой инструмент.

Передовой бур (пионер) со сменными насадками и буровая лопатка предназначены для проведения универсальных работ по разрушению грунта и регулировке угла бурения.

Д.3.2.2 Инструмент для расширения скважины.

Для землистых и мягких грунтов используются расширители цилиндрического типа с насадками.

Для грунтов средней крепости применяются однозубые фрезы или летучие резцы, состоящие из режущего кольца, соединенного с центральной бурильной трубой через три или более распорки. Насадки могут быть расположены либо в кольце, либо в распорках. Плоское долото может также монтироваться на кольце и распорках для механической защиты и выемки грунта.

Для твердых скальных пород используются раздвижные буровые расширители, состоящие из твердосплавных шарошек, установленных вокруг центральной стабильной бурильной трубы. Струйные насадки, смонтированные на расширителях, очищают шарошки и транспортируют буровой шлам к выходу из скважины.

Д.3.2.3 Для обеспечения необходимого расширения скважины следует использовать цилиндрические расширители увеличивающегося диаметра, при этом передняя секция последующего расширителя должна быть равна максимальному диаметру предыдущего. Цилиндрические расширители должны быть снабжены стабилизаторами для фиксации и предотвращения качания буровой колонны в скважине во время расширения.

Д.3.2.4 В качестве вспомогательного оборудования буровой колонны, применяют переходники и переводники для соединения штанги с буром, римером, вертлюгом. Вертлюг предотвращает скручивание протягиваемого трубопровода.

Д.3.2.5 Буровые штанги, амортизатор, буровая головка, расширители и ножи относятся к сменной оснастке (быстроизнашивающиеся части). Срок службы сменной оснастки рекомендуется принимать:

- буровых штанг – 1год;
- амортизаторов – 4 мес.;
- буровых головок – 6 мес.;
- расширителей – 4 мес.;
- ножей – 3 мес.

Д.4 Оборудование для приготовления, подачи и регенерации бурового раствора

Д.4.1 В состав оборудования должны входить: поддон (бункер) для складирования компонентов бурового раствора и дополнительных реагентов, смесительная установка, баки для бурового раствора, насос высокого давления, установки очистки и обогащения раствора для его повторного использования. С установками классов Миди и Макси целесообразно использовать два бака: для подготовительного рабочего раствора и для перемешивания.

Технологическая схема блока приготовления бурового раствора включает: емкость для перемешивания компонентов бурового раствора, оснащенную гидравлическим и/или механическим перемешивателем; гидроэжекторный смеситель, оснащенный загрузочной воронкой; центробежный насос.

Д.4.2 Буровые установки классов Мини и Миди могут укомплектовываться компактными смесителями непрерывного действия. Для обеспечения эффективной работы такого рода смесителей необходимо использовать компоненты бурового раствора, не требующие длительного перемешивания и разбухающие в форсунке буровой головки.

Д.4.3 Для очистки бурового раствора от шлама следует использовать комплекс механических устройств: вибрационные сита, гидроциклонные шламоотделители (песко- и илоотделители), сепараторы, центрифуги, блоки химического усиления центрифуги. Для повышения эффективности работы очистных устройств возможно использование флокулянтов и коагулянтов.

Д.4.4 Оборудование, входящее в состав циркуляционной системы очистки, устанавливается по следующей технологической цепочке: блок грубой очистки от шлама (вибросита) – блок тонкой очистки от шлама (песко- и илоотделители, сепаратор) – блок регулирования содержания твердой фазы, т.е. плотности бурового раствора (центрифуга) – блок химического усиления центрифуги, позволяющий разделить твердую и жидкую фазы бурового раствора (БХУЦ) – блок коагуляции и флоккуляции (БКФ).

Д.5 Системы локации

Д.5.1 При проходке пилотной скважины должен осуществляться постоянный контроль за положением бурового инструмента при помощи специализированных систем локации, позволяющих отслеживать: глубину бурения, угол наклона трассы к горизонту, крен бурового инструмента (положение скоса буровой лопатки или иного инструмента «по часам»), азимут скважины (при необходимости), отклонение в плане, другие условия и характеристики технологического процесса. Для получения и обработки данных рекомендуется использовать сертифицированное программное обеспечение, поставляемое производителем локационной системы или другими производителями.

Д.5.2 Переносная локационная система, как правило, состоит из приемника-локатора, удаленного дисплея (повторителя) и работающего от батарей излучателя-зонда, помещаемого непосредственно за буровой головкой или в ее корпусе. Типовая схема действия электромагнитной системы подземной локации приведена на рисунке Д.2. На точность измерений влияют помехи от посторонних источников и физические свойства грунтов.

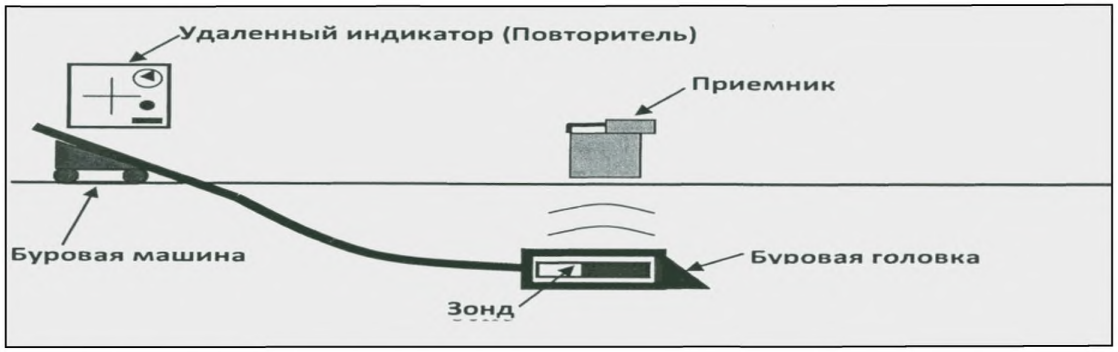


Рисунок Д.2 – Схема действия электромагнитной системы подземной локации

Д.5.3 При наличии значительных помех, снижающих точность электромагнитного способа локации, при проходке скважин большой протяженности (когда может не хватить заряда аккумуляторных батарей), а также в условиях местности, не позволяющих точно размещать приемник над излучателем, целесообразно использовать кабельный способ локации. При этом способе данные о положении буровой головки в текущий момент времени от измерительного зонда, размещаемого за буровой головкой, передаются на управляющий компьютер по кабелю, который продевается внутри каждой штанги при проходке пилотной скважины. Поэтому же кабелю осуществляется электропитание погружного измерительного зонда.

Д.5.4 Погрешность прибора для измерений глубины должна находиться в пределах 5 %. При работе в зонах с высоким уровнем помех, искажающих результаты измерений глубины, а также при необходимости высокоточных измерений следует вести контроль проходки пилотной скважины по показаниям уклона буровой головки. Погрешность измерений продольного уклона для высокоточной прокладки должна быть не более 0,1 % (1 мм по вертикали на 1 м по горизонтали).

Примечание – К объектам, для которых необходимы высокоточные измерения, в первую очередь относятся самотечные водопроводные и канализационные коммуникации.

Д.6 Дополнительное оборудование для протягивания трубопровода

Д.6.1 В качестве дополнительного оборудования, обеспечивающего проведение работ по протягиванию в сложных инженерно-геологических условиях, а также при большой длине и диаметре прокладываемого трубопровода, могут быть применены гидравлические доталкиватели труб или усилители тяги.

Д.6.2 Доталкиватель труб монтируется в месте выхода скважины и сборки трубопровода. Технология работ с использованием доталкивателя на первых этапах не отличается от 8.5 – 8.7: проводится пилотное бурение и выполняется требуемое количество предварительных расширений диаметра скважины. На стадии протягивания трубопровода доталкиватель применяется в дополнение к силе тяги буровой установки и должен обеспечить проталкивающие усилия в направлении буровой установки. За счет использования объединенной мощ-

ности установки ГНБ и доталкивателя достигается оптимальное распределение усилий на различных стадиях протяжки.

Д.6.3 Усилитель тяги используется как дополнительное навесное оборудование для увеличения тягового усилия на буровых штангах при совместной работе с установкой ГНБ. При этом установка ГНБ должна обеспечивать вращение штанг, расположенных внутри узла зажима установки. Применение установки усилителей тяги рекомендуется при выполнении работы по прокладке труб большого диаметра более легкими установками.

Примечание – Такой способ целесообразно применять при работе в стесненных условиях.

Приложение Е

(рекомендуемое)

Составы типовых комплектов оборудования и производственной бригады

Е.1 Рекомендуемые составы типовых комплектов основного и дополнительного оборудования, а также технического и инфраструктурного оснащения в зависимости от класса используемой буровой установки ГНБ приведены в таблице Е.1

Таблица Е.1 – Рекомендуемый состав оборудования, элементы технического и инфраструктурного оснащения, необходимые для производства работ по технологии ГНБ

Оборудование	Установки ГНБ			
	Мини	Миди	Макси	Мега
Установка ГНБ в комплекте с буровым инструментом и контрольной локационной системой	1ед.	1ед.	1ед.	1ед.
Установка для приготовления и подачи бурового раствора (растворный узел)	1ед.	1ед.	1ед.	1ед.
Полевой набор-лаборатория для подбора и контроля состава бурового раствора	1 компл.	1 компл.	1 компл.	1 компл.
Установка для регенерации бурового раствора	---	1ед.	1ед.	1ед.
Спецтранспорт для подвоза воды, вакуумной экскавации и перевозки бурового шлама (илососные машины)	1ед.	1-2ед.	2-4ед.	2-5ед.
Грузовой трейлер для транспортировки установки ГНБ и основного оборудования	1ед.	1-2ед.	2-5ед.	5-10ед.
Грузовой автотранспорт для перевозки дополнительного оборудования и элементов технического оснащения, бентонита и полимеров	2ед.	2ед.	2-4ед.	5-8ед.
Бытовое помещение с биотуалетом	1ед.	1ед.	1ед.	1ед.
Контейнер-мастерская (укомплектованный слесарным и электроинструментом, бензопилой, шанцевым инструментом, комплектами запасных частей и расходных материалов и т.п.)	1ед.	1ед.	1ед.	1ед.
Автокран либо кран-манипулятор	1ед.	1ед.	1ед.	2ед.

Экскаватор	1ед.	1ед.	2ед.	2ед.
Передвижная дизельная электростанция (ПЭС) мощностью 16кВт и более	1ед.	1ед.	1-2ед.	3ед.
Передвижная электростанция (ПЭС) мощностью до 16кВт	1ед.	1ед.	1ед.	1ед.
Электро- и газосварочное оборудование	По 1-му компл.	По 1-му компл.	По 1-му компл.	По 1-му компл.
Оборудование для стыковой и муфтовой сварки полимерных трубопроводов	По 1-му компл.	По 1-му компл.	По 1-му компл.	По 1-му компл.
Гидравлические ключи	1 компл.	1 компл.	1 компл.	1 компл.
Водяной насос	1шт.	1шт.	2шт.	2шт.
Шламовый насос	1шт.	1шт.	2шт.	2шт.
Примечание – Для решения производственных задач по конкретному объекту возможно использование дополнительных единиц спецтехники и оборудования (плавсредств при пересечении водных преград, болотоходной спецтехники, трубоукладчиков, установки для вертикального бурения, грейфера, водолазного оборудования, доталкивателя труб и усилителя тяги, компрессорного оборудования, оборудования для геолокации, трассоискателя и др.).				

Е.2 Рекомендуемый типовой состав бригады для производства работ в одну смену по прокладке инженерных коммуникаций методом ГНБ, в зависимости от класса используемой буровой установки, приведен в таблице Е.2

Таблица Е.2 – Состав бригады участка ГНБ

Оборудование	Установки ГНБ			
	Мини	Миди	Макси	Мега
Начальник строительного участка	1чел.	1чел.	1чел.	1чел.
Производитель работ	1чел.	1чел.	1чел.	1чел.
Маркшейдер-геодезист	1чел.	1чел.	1чел.	1чел.
Специалист по подбору и контролю состава бурового раствора	1чел.	1чел.	1чел.	1чел.
Оператор установки ГНБ	1чел.	1чел.	1чел.	1чел.
Оператор растворного узла	1чел.	1чел.	1чел.	1чел.
Водитель-оператор илососной машины	1чел.	1-2чел.	2-4чел.	2-5чел.
Оператор установки для регенерации бурового раствора	1чел.	1чел.	1чел.	1чел.
Крановщик	1чел.	1чел.	1чел.	2чел.

Экскаваторщик	1чел.	1чел.	2чел.	2чел.
Разнорабочий	2-3чел.	3-4чел.	4-6чел.	6-12чел.
Водитель грузового автотранспорта, в т.ч. с правом управления автомобилем с прицепом	3чел.	3-4чел.	4-9чел.	10-18чел.

Примечания

1 - Работы в зависимости от объемов, сложности, организационных и технологических особенностей объекта могут быть организованы по одно-, дву-, трех- сменному вариантам.

2 - Для решения производственных задач по конкретному объекту возможно привлечение дополнительной рабочей силы и квалифицированных специалистов (операторов спецтехники, водолазов, геолокаторщиков, операторов компрессорного оборудования и др.).

Приложение Ж

(справочное)

Характеристики и типоразмеры труб и соединительных элементов из ВЧШГ

Ж.1 Характеристики и типоразмеры труб и соединительных элементов из ВЧШГ для прокладки трубопроводов методом ГНБ приведены в таблицах Ж.1 и Ж.2.

Таблица Ж.1 – Механические свойства труб и фасонных частей

Показатель	Трубы	Фасонные части
Временное сопротивление разрыву, МПа	420	420
Условный предел текучести, МПа	300	300
Относительное удлинение, %	10	5
Твердость, НВ	230	250

Таблица Ж.2 – Основные размеры и масса труб под соединения «RJ»

Наружный диаметр раструбно-замкового элемента, мм	Наружный диаметр трубы, мм	Масса раструба, кг	Масса 1 м трубы без раструба (с цементным покрытием), кг	Расчетная масса трубы с раструбом, кг			
				Длиной 5800 мм		Длиной 6000 мм	
				без покрытия	с цементным покрытием	без покрытия	с цементным покрытием
156	98	5,4	14,1	76,0	87,0	78,5	90,0
176	118	6,9	17,5	95,0	108,0	98,0	112,0
205	144	8,8	21,7	118,0	135,0	122,0	139,0
230	170	10,7	26,2	143,0	163,0	148,0	168,0
288	222	16,8	35,3	194,0	222,0	200,5	229,0
346	274	23,2	46,0	255,0	290,0	264,0	299,0
402	326	29,6	57,5	323,0	363,0	334,0	375,0
452	378	35,7	75,4	401,0	473,0	415,0	488,0
513	429	44,5	90,3	480,0	568,0	497,0	586,0
618	532	62,8	122,9	666,0	776,0	689,0	800,0

Приложение И

(справочное)

Максимальные усилия протягивания труб

Таблица И.1 – Допустимые усилия протягивания (кН) полиэтиленовых труб из ПЭ 80 и ПЭ 100 по ГОСТ 18599

Средний наружный диаметр трубы, мм	Размерное отношение наружного диаметра к толщине стенки (SDR)			
	17	13,6	11	9
40	3	3	4	5
50	4	5	7	8
63	7	9	10	13
90	14	18	21	25
110	22	26	32	38
125	27	34	41	49
140	34	42	51	61
160	45	55	67	80
180	57	70	84	109
200	70	86	104	125
225	89	109	132	158
250	109	134	162	195
280	137	168	203	245
315	174	213	257	310
Примечание – При расчетном сопротивлении для полиэтилена R_p=0,5 $\sigma_т$*≈10 МПа.				

Таблица И.2 – Допустимые усилия протягивания труб из ВЧШГ

Наружный диаметр трубы, $d_н$, мм	Допустимые усилия протягивания, $P_{ГП}$, кН
100	44,5
150	89,0
200	133,4
250	200,2
300	266,9
350	288,0
400	376,0
500	589,0

* $\sigma_т$ – предел текучести материала труб.

Приложение К

(рекомендуемое)

Форма протокола бурения скважины

Протокол бурения скважины методом горизонтального направленного бурения

(заполняется на каждую скважину)

Название строительной организации, юридический адрес, контактные телефоны	
Объект (название, шифр)	
Адрес производства работ (уточненное географическое месторасположение в конкретном регионе, населенный пункт, улица, номера строений в непосредственной близости)	
Название перехода методом ГНБ (текстовое наименование, пикеты, литерные обозначения, нумерация или обозначения скважины)	
Вид прокладываемой методом ГНБ коммуникации (название коммуникации, обозначения технических характеристик трубопровода(ов) по ГОСТ, СТО, ТУ, их количество в скважине)	
Фирма-производитель и название установки ГНБ	
Длина одной буровой штанги, м	
Система локации, тип зонда	
Должность, Ф.И.О. лица, ответственного за составление протокола бурения	
Должность, Ф.И.О. руководителя буровых работ	

Таблица К.1

№ п. п.	Длина пилотной скважины, м	Угол наклона буровой головки, %	Глубина нахождения буровой головки, см	Примечания (фиксирование ориентиров по профилю бурения)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

№ п. п.	Длина пилотной скважины, м	Угол наклона буровой головки, %	Глубина нахождения буровой головки, см	Примечания (фиксирование ориентиров по профилю бурения)
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				

Примечания

1 Номера п. 1 – 50, как правило, соответствуют номерам шланг. Допускается определение характеристик с увеличенной частотой.

2 Ориентирами по профилю бурения должны служить стенки рабочего и приемного котлованов, существующие инженерные коммуникации, края дорожного полотна, урезы воды, наземные и подземные объекты инфраструктуры. Их краткие обозначения в протоколе бурения скважины дают возможность четкой корреляции с плановым положением створа прокладываемого (ых) впоследствии трубопровода (ов).

3 В случае если количество штанг (точек фиксирования положения буровой головки по профилю бурения) более 50, необходимо дополнить границы таблицы до требуемого количества без изменения общей структуры протокола бурения скважины методом ГНБ.

Характеристики скважины:

Количество расширений пилотной скважины _____

Диаметр окончательного расширения, мм _____

Длина проложенного(ых) в скважину трубопровода(ов), м _____

Координаты точки входа _____

Координаты точки выхода _____

Дата начала работ – дата окончания работ _____

Подпись лица, ответственного за составление протокола бурения _____

Подпись руководителя буровых работ _____

М.П.

Приложение Л

(рекомендуемое)

Форма акта приемки трубопровода

Акт №
приемки трубопровода (пакета труб) для протягивания перехода ГНБ

Строительство (ремонт)_____
Объект_____

Участок от ПК/км_____ до ПК/км_____
от «_____» _____201 г.

Комиссия в составе представителей:
организации-производителя работ _____
(должность, организация, ФИО)

генерального подрядчика_____
(должность, организация, ФИО)

технического надзора заказчика_____
(должность, организация, ФИО)

проектной организации_____
(должность, организация, ФИО)

произвела освидетельствование работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной организации)

по подготовке для протягивания трубопровода (участка трубопровода, передового звена трубопровода, пакета труб).

Комиссии предъявлены:
1. Проектная документация на устройство перехода ГНБ №_____ , разработчик _____
2. Сертификаты качества (другие документы) материалов и изделий, использованных при сборке трубопровода.
3. Исполнительные стандартизированные формы контроля качества по сборке трубопровода.
4._____
5._____

Комиссия, ознакомившись с представленными документами и проверив выполнение работ в натуре, установила:_____
Подготовленный к протягиванию трубопровод (участок трубопровода, передовое звено трубопровода, пакет труб) общей длиной _____м собран из труб по ГОСТ (ТУ) _____ длиной _____м.
Соединение труб выполнено сваркой (муфтами, замковыми элементами, др. способом) по ГОСТ (ТУ) _____ в соответствии с проектом.
Трубы имеют (не имеют) защитное покрытие типа _____.
Передовое звено соединено с окончательным расширителем диаметра _____мм.

На основании рассмотренных данных решили:
1. Подготовленный к протягиванию трубопровод (участок трубопровода, пакет труб) соответствует проекту.
2. Повреждений изоляции не обнаружено, сварочно-монтажные и изоляционные работы, а также испытания выполнены в полном объеме.
3. Разрешить протягивание трубопровода с усилием тяги не более _____тс.

Подписи_____
_____

Приложение М

(справочное)

Единицы измерений показателей расчета буровых растворов

М.1 Показатели свойств бурового раствора, единицы их измерения и коэффициенты перевода в единицы измерения, применяемые в США, приведены в таблице М.1.

Таблица М.1

Показателей свойств бурового раствора	Единицы измерения	Единицы измерения (API)	Коэффициент перевода единиц измерения
Плотность	г/см^3	фунт/фут^3	1 г/см^3 = 62,43 фунт/фут^3
Условная вязкость	с	с	–
Показатель фильтрации	см^3/30 мин	мл	–
Толщина фильтрационной корки	мм	мм	–
Пластическая вязкость	мПа · с	сПз	1 мПа · с = 1 сПз
Эффективная вязкость	мПа · с	сПз	1 мПа · с = 1 сПз
Статическое напряжение сдвига СНС	Па	фунт/100фут^2	1 Па = 0,511 фунт/100фут^2
Динамическое напряжение сдвига	Па	фунт/100фут^2	1 Па = 0,511 фунт/100фут^2
Содержание песка	мас. %	мас. %	–
Показатель активности ионов водорода	-lg [H$^+$]	-lg [H$^+$]	–

Приложение Н

(справочное)

Измерение параметров буровых растворов

Н.1 Измерение плотности бурового раствора проводится с помощью пикнометра, рычажных весов, ареометра. Плотность бурового раствора, выходящего из скважины и содержащего частицы выбуренной породы, не должна превышать 1,4 г/см^3.

Н.2 Условная вязкость бурового раствора определяется временем истечения заданного объема бурового раствора через воронку, оснащенную стандартной вертикальной трубкой. Условная вязкость бурового раствора косвенно характеризует гидравлическое сопротивление течению.

Н.3 Для определения реологических показателей буровых растворов необходимо использовать ротационный вискозиметр. Существуют различные модели вискозиметров, отличающиеся приводом (ручной, электрический), числом частот вращения наружного цилиндра, а также диапазоном скоростей сдвига и способами регистрации измеряемых величин. С целью получения значений всех реологических параметров рекомендуется использовать шестискоростные (3, 6, 100, 200, 300 и 600 мин$^{-1}$) вискозиметры, позволяющие определять значения непосредственно по данным об углах поворота шкалы прибора при стандартных частотах вращения.

Реологические свойства бурового раствора характеризуют следующие параметры:

- пластическая вязкость - условная величина, показывающая долю эффективной вязкости, которая возникает вследствие структурообразования в потоке бурового раствора;

- эффективная вязкость - величина, косвенно характеризующая вязкостное сопротивление бурового раствора при определенной скорости сдвига;

- динамическое напряжение сдвига – величина, косвенно характеризующая прочностное сопротивление бурового раствора течению;

- статическое напряжение сдвига – характеризует прочность тиксотропной структуры и интенсивность упрочнения во времени.

Н.4 Показатель фильтрации бурового раствора определяется с помощью фильтр-пресса по количеству отфильтрованной жидкости за определенное время при пропускании бурового раствора через бумажный фильтр ограниченной площади. Показатель фильтрации косвенно характеризует способность бурового раствора отфильтровываться через стенки ствола скважины.

Н.5 Толщина фильтрационной корки определяется по толщине твердого слоя на поверхности в бумажном фильтре после определения уровня фильтрации.

Н.6 Процентное содержание песка (частиц размером более 74 микрон), как правило, определяется для чистых буровых растворов с помощью сита с ячейками менее 74 микрон (200 меш). Данный показатель характеризует абразивность бурового раствора.

Н.7 Измерение показателя активности ионов водорода (pH) буровых растворов осуществляется калорическим методом с помощью индикаторных тест-полосок и потенциометрическим методом с помощью милливольтметра. Диапазон измерений индикаторных тест-полосок должен быть от 0 до 14 ед. pH с шагом не более 1 ед. pH.

Н.8 Определение жесткости воды и содержание хлоридов осуществляют с помощью индикаторных тест-полосок.

Приложение О

(рекомендуемое)

Форма журнала контроля параметров бурового раствора

Журнал

контроля параметров бурового раствора

Строительство (ремонт)_____

Объект _____

Показатель активности ионов водорода воды: ед. pH.

Состав бурового раствора на 1 м^3:

реагент для подготовки воды, кг;

бентонит, кг;

полимеры, кг (л);

специальные добавки, кг(л).

Дата, время	Место отбора пробы раствора	Параметры бурового раствора								Исполнитель: Ф.И.О. подпись
		Плотность, г/см^3	Условная вязкость, с	Показатель фильтрации, см^3	Толщина фильтрационной корки, мм	Пластическая вязкость, мПа·с	ДНС, Па	СНС$_{10сек}$, Па	СНС$_{10мин}$, Па	
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Приложение П

(рекомендуемое)

Порядок сдачи работ

П.1 Проложенные методом ГНБ трубопроводы сдаются приемочной комиссии. При приемке дается оценка комиссии о соответствии выполненных работ согласованным проектным решениям либо согласованным в установленном порядке изменениям первоначальных проектных решений.

П.2 Для сдачи работ должны быть подготовлены и представлены следующие документы:

- проект производства работ;

- акты приемки, сертификаты качества, технические паспорта использованных материалов и изделий;

- исполнительная производственная документация, включая: журнал производства работ, журнал параметров бурового раствора (приложение О);

- протокол бурения скважины (приложение К);

- акт приемки трубопровода для протягивания (приложение Л);

- исполнительные чертежи планового положения и продольного профиля трубопровода, проложенного методом ГНБ;

- исполнительные документы по установленным формам для данного вида коммуникаций (протоколы испытаний, журналы и акты контроля сварных соединений, изоляции, герметичности прочностных показателей и др.).

Примечания

1 Акт приемки трубопровода для протягивания составляется в обязательном порядке для нефте- и газопродуктопроводов, а также по требованию технического заказчика для сборных трубопроводов диаметром свыше 500 мм.

2 Для ЗП сооружаемых установками класса «Макси» и «Мега» порядок приемки работ должен быть поэтапным: пилотное бурение, каждое расширение и протаскивание должно быть принято комиссионно Заказчиком, Генподрядчиком, страховщиком, производителем работ, проектировщиком.

П.3 Обязательность предоставления тех или иных документов определяется приемочной комиссией в зависимости от типа и предназначения проложенных методом ГНБ трубопроводов. Исполнитель работ обязан в рабочем порядке ознакомить всех членов приемочной комиссии с оформленными документами, выполнить их правомочные требования.

П.4 В случае принятия всеми членами приемочной комиссии решения о соответствии выполненных работ по прокладке трубопровода методом ГНБ и их документального оформления установленным требованиям (см. 11.5.1 – 11.5.10) осуществляется приемка работ. По

результатам составляется Акт приемки подземного перехода трубопровода, выполненного методом ГНБ, по форме, приведенной в приложении Р.

П.5 В случае принятия приемочной комиссией решения о несоответствии выполненных работ по прокладке трубопровода методом ГНБ и их документального оформления установленным требованиям (см. 11.5.1 – 11.5.10) исполнитель работ в минимальный срок обязан устранить выявленные недостатки.

Если проложенные методом ГНБ трубопроводы имеют грубые технические несоответствия, которые влекут за собой невозможность их дальнейшей эксплуатации, приемочная комиссия принимает отрицательное решение по приемке работ. Данное решение оформляется документально в виде акта произвольной формы, в котором фиксируются параметры и показатели выявленных на построенном объекте нарушений со ссылками на соответствующие требования проекта, настоящего свода правил или обязательных требований нормативно-технических документов. К акту прикладываются оформленные в установленном порядке протоколы испытаний, иные формы технических заключений, подтверждающие факты несоответствия выполненных работ эксплуатационным требованиям. Несоответствующие эксплуатационным параметрам трубопроводы подлежат перекладке.

Приложение Р

(рекомендуемое)

Форма акта приемки подземного перехода трубопровода

Акт
приемки подземного перехода трубопровода, проложенного методом ГНБ

Строительство (ремонт)_____

Объект_____

АКТ №_____

Участок от ПК/км_____ до ПК/км_____

от «_____» _____201 г.

Комиссия в составе представителей:

организации-производителя работ _____
(должность, организация, ФИО)

генерального подрядчика_____
(должность, организация, ФИО)

технического надзора заказчика_____
(должность, организация, ФИО)

проектной организации_____
(должность, организация, ФИО)

эксплуатирующей организации_____
(должность, организация, ФИО)

произвела освидетельствование работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной организации)

по прокладке методом ГНБ подземного трубопровода

_____
(наименование объекта)

Комиссии предъявлены:

1. Проектная документация на устройство перехода ГНБ №_____, разработчик _____
2. Проект производства работ.
3. Протокол бурения скважины.
4. Акт* приемки трубопровода (пакета труб) для протягивания перехода ГНБ.
5. Исполнительная производственная документация и стандартизованные формы контроля качества для данного вида коммуникации.

* Акт приемки трубопровода (пакета труб) для протягивания составляется в обязательном порядке для нефте- и газопродуктопроводов, а также по требованию заказчика для сборных трубопроводов диаметром свыше 500 мм.

6. Исполнительные чертежи планового положения и продольного профиля трубопровода.

Комиссия, ознакомившись с представленными материалами, установила:_____

Трубопровод длиной _____м, диаметром _____мм комиссии проложен методом ГНБ с использованием буровой установкой типа _____

Начало работ_____

Окончание работ_____

При выполнении работ применены:

_____

_____

_____

_____

(наименование материалов, конструкций, изделий со ссылкой на сертификаты или другие документы подтверждающие качество)

При выполнении работ отсутствуют (допущены) отклонения от проектной документации

_____

_____

(при наличии отклонений указывается, кем они согласованы, номера чертежей и дата согласования)

Решение комиссии:

Работы выполнены в соответствии с проектной документацией, нормативно-техническими документами и отвечают требованиям их приемки.

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (прокладке, монтажу).

_____

_____

(наименование работ и конструкций)

Подписи

Представители: Организации - производителя работ_____

Генерального подрядчика_____

Технического надзора заказчика_____

Проектной организации_____

Эксплуатирующей организации_____

Приложение С

(справочное)

Основные буквенные обозначения величин

$d_н$ - наружный диаметр трубы;

$l_г$ - длина трубы прокладываемого трубопровода;

l - расчетная длина скважины по профилю перехода;

δ - возможное увеличение фактической длины бурового канала (перебур);

a - участки трубопровода вне бурового канала;

$d_р$ - наибольший диаметр расширения скважины (бурового канала);

$h_с$ - глубина заложения свода скважины от поверхности;

φ - угол внутреннего трения вмещающего грунта;

S - расчетная деформация основания;

$S_п$ - предельное значение деформации основания и сооружения;

t - номинальная толщина стенки трубы;

$d_с$ - диаметр пилотной скважины;

$K_р$ - коэффициент увеличения расхода бурового раствора на единицу объема скважины;

$K_н$ - корректирующий коэффициент для производительности подающего насоса, снижающийся с увеличением вязкости бурового раствора;

$П_н$ - производительность подающего насоса;

$l_ш$ - длина буровой штанги;

$l_т$ - длина секции трубопровода;

$R_{пер}$ - радиус перегиба;

$к_1$ - коэффициент запаса по тяге буровой установки;

Рт - сила тяги;

$Р_{(б)}$ - расчетное значение общего усилия протягивания трубопровода при неблагоприятных условиях;

$к_2$ - коэффициент запаса по мощности буровой установки;

М - крутящий момент для проходки пилотной скважины или расширения канала;

$V_{бр}$ - объем бурового раствора;

$K_р$ - коэффициент расхода бурового раствора;

$m_к$ - масса (объем) компонента бурового раствора;

$c_к$ - концентрация компонента бурового раствора;

Rg - радиус трассировки;

ρ - плотность бурового раствора;

$\sigma_{пр.N}$ - продольное осевое растягивающее напряжение в стенке трубы от протягивания трубопровода;

R_p - расчетное сопротивление растяжению материала труб и стыковых соединений;

$P_{ГП}$ - усилие протягивания трубопровода;

E - модуль упругости материала трубы;

R_u - минимальный радиус изгиба трубопровода по трассе перехода.

Библиография

[1]*	Стандарт Международной организации по стандартизации ISO 4179-2005	Трубы и фитинги из чугуна с шаровидным графитом для напорных и ненапорных трубопроводов. Футеровка цементным раствором.
[2]*	Стандарт Международной организации по стандартизации ISO 8179-1:2004	Трубы из чугуна с шаровидным графитом Наружное цинковое покрытие. Часть 1. Покрытие металлическим цинком с отделочным слоем
[3]*	Стандарт Международной организации по стандартизации ISO 8179-2:2004	Трубы из чугуна с шаровидным графитом. Наружное цинковое покрытие. Часть 2. Покрытие краской с большим содержанием цинковой пыли и отделочный слой
[4]*	Стандарт Международной организации по стандартизации ISO 8180:2006	Трубопроводы из чугуна с шаровидным графитом. Полиэтиленовая оплетка для применения на месте
[5]*	Стандарт Международной организации по стандартизации ISO 10414-1:2008	Промышленность нефтяная и газовая. Полевые испытания буровых растворов

ОКС 91.100.30

Ключевые слова: освоение подземного пространства, прокладка подземных инженерных коммуникаций, метод горизонтального направленного бурения

gost.e-ecolog.ru