

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл, Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием. Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству . Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем. Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

ПРОЦЕССЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.

Из книги: Б.Ф. Белецкий, "Технология и механизация строительного производства" М. 2003

Содержание статьи:

- [1. Виды и назначение земляных сооружений. Основные свойства грунта.](#)
- [2. Обеспечение устойчивости земляных сооружений. Способы крепления их откосов.](#)
- [3. Определение размеров котлованов и траншей.](#)
- [4. Подсчёт объёмов земляных работ.](#)
- [5. Подготовительные и вспомогательные работы.](#)
- [6. Разбивка сооружений, котлованов и траншей на местности.](#)
- [7. Организация водоотвода, водоотлива и искусственного понижения уровня грунтовых вод.](#)
- [8. Способы искусственного закрепления и замораживания грунтов.](#)
- [9. Выбор одноковшового экскаватора для устройства выемок.](#)
- [10. Расчёт транспортных средств для отвозки грунта.](#)

1. ВИДЫ И НАЗНАЧЕНИЕ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ.

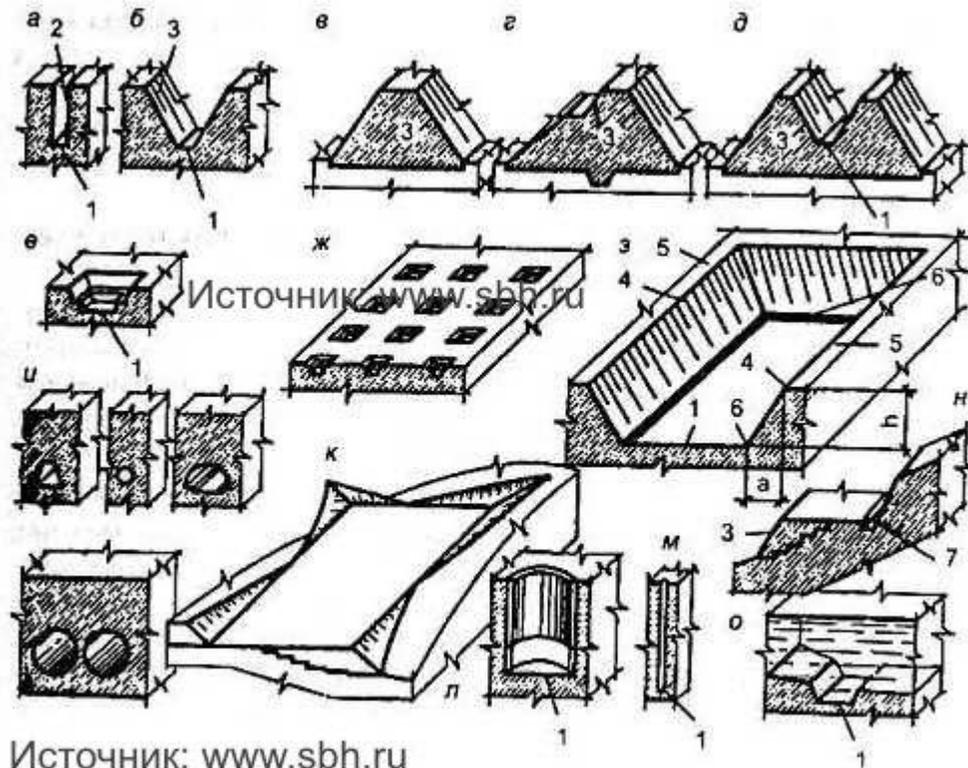
Строительство сетей и сооружений систем водоснабжения и водоотведения обычно сопряжено с необходимостью выполнения больших объёмов земляных работ.

Земляными называют работы по разработке грунта в выемках, его транспортированию (перемещению) и укладке в насыпи. Выемки и насыпи представляют собой земляные сооружения (рис. 11.1), которые в зависимости от их назначения и срока эксплуатации могут быть постоянными и временными. Постоянные земляные сооружения - плотины, дамбы, каналы, водохранилища, шламонакопители и т.п. - предназначены для длительной эксплуатации. Временные земляные сооружения устраивают как необходимый элемент для последующих строительного-монтажных работ. К ним относятся котлованы и траншеи. **Котлованами** называются выемки, ширина которых мало отличается от длины, а **траншеями** - выемки, имеющие малые размеры поперечного сечения и большую длину. Котлованы необходимы для строительства сооружений, а траншеи - для прокладки трубопроводов. Наклонные боковые поверхности выемок и насыпей называют **откосами**, а горизонтальные поверхности вокруг них - **бермами**. Остальными элементами земляных сооружений являются: **дно выемки** - нижняя горизонтальная земляная поверхность выемки; **бровка** - верхняя кромка откоса; **подошва** - нижняя кромка откоса; **крутизна** (или коэффициент) откоса $m=h/a$, где h - глубина выемки или высота насыпи; a - заложение откоса (см. рис. 11.1, з).

К земляным сооружениям относятся также резервы и кавальеры. **Резервы** - это выемки, из которых берут грунт для устройства насыпи, а **кавальеры** - это насыпи, образуемые при отсыпке ненужного грунта, например для временного его хранения, используемого затем вновь для засыпки траншей или пазух котлованов. Земляные сооружения при их эксплуатации не должны изменять своей формы и основных размеров, давать просадок, размываться под действием текущей воды и

поддаваться влиянию атмосферных осадков.

Поскольку земляные сооружения устраиваются в грунтах или из грунтов, необходимо знать их основные свойства.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 11.1. Виды земляных сооружений:

а, б - траншеи с вертикальными стенками и откосами; в - дамба; г - плотина; д - канал в насыпи; е - котлован под фундамент; ж - система котлованов под фундаменты колонн сооружения; з - котлован под сооружение; и - подземные выработки (для штольни, трубы, канализационного коллектора, тоннеля); к - площадка; л - выемка для опускного колодца; м - буровая скважина; н - полувыемка-полунасыпь; о - подводная траншея; 1 - дно (траншеи, канала, котлована, опускного колодца); 2 - боковая стенка траншеи; 3 - боковой откос (канала, дорожной выемки, котлована, насыпи, плотины); 4 - бровка; 5 - берма; 6 - подошва; 7 - водоотводной кювет

Скальные грунты характеризуются высокой прочностью связей между зернами. Нескальные грунты делятся на связные и несвязные.

Несвязными называют грунты, обладающие только силами сухого трения. Это крупнообломочные (гравелисто-галечные) и песчаные грунты. Грунты, характеризующиеся наличием сил сцепления между частицами, носят название *связных*. К таким грунтам относятся глины и суглинки. Промежуточное положение занимают так называемые *малосвязные* грунты. Наряду с силами трения они обладают слабо выраженными силами сцепления. К этой группе грунтов относятся супеси.

По степени влагосодержания различают грунты *сухие* (с содержанием воды до 5%), *влажные* (от 5 до 30%) и *мокрые* (более 30%).

Основные физические свойства грунтов: плотность, влажность, водопроницаемость, пористость, угол естественного откоса и внутреннего трения; механические свойства - прочность, деформативность, твердость, пластичность, сопротивляемость сдвигу, размываемость, разрыхляемость, уплотняемость и др.

В зависимости от трудности их механизированной разработки все грунты разделены на группы (см. ЕНиР), что следует учитывать при выборе и определении выработки землеройных механизмов. Всего групп четыре: сравнительно легкоразрабатываемые грунты (песчаные, лёссовые, супеси) относятся к I-II группам, а тяжелоразрабатываемые (суглинки, глины и др.) - к III и IV группам.

2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ. СПОСОБЫ КРЕПЛЕНИЯ ИХ ОТКОСОВ.

Обеспечение устойчивости земляных сооружений является важнейшим требованием, предъявляемым к ним. Чтобы её обеспечить, земляные сооружения возводят с откосами необходимой крутизны. *Крутизна откоса* выемки или насыпи зависит главным образом от угла естественного откоса грунта. Её принимают в зависимости от глубины выемки или высоты насыпи, свойств грунта, их влажности, характера сооружений (постоянные или временные) и других факторов. *Наибольшая допустимая крутизна откосов* котлованов и траншей глубиной до 5 м, отрываемых в нескальных грунтах выше уровня грунтовых вод (УГВ) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, регламентируемого СНиПами (см. табл. 11.1).

При напластовании различных видов грунтов (кроме растительного) крутизну откоса для всех пластов назначают по более слабому грунту (с меньшей крутизной).

Для отрывки выемок глубиной более 5 м крутизна откоса устанавливается по расчету исходя из значений угла внутреннего трения (сигма) и удельного сцепления грунта (с) с учётом нагрузки на берме откоса.

Таблица 11.1 НАИБОЛЬШАЯ КРУТИЗНА ОТКОСОВ

Грунт	Угол между направлением откоса и	Крутизна откоса	Угол между направлением откоса и	Крутизна откоса	Угол между направлением откоса и	Крутизна откоса
-------	----------------------------------	-----------------	----------------------------------	-----------------	----------------------------------	-----------------

	горизонталью, град.		горизонталью, град.		горизонталью, град.	
	При глубине выемки, м, до					
	1,5		3		5	
Насыпной	56	1 : 0,67	45	1 : 1	38	1 : 1,25
Песчаный и гравийный влажный (ненасыщенный)	63	1 : 0,5	45	1 : 1	45	1 : 1
Глинистый: супесь суглинок	76	1 : 0,25	56	1 : 0,67	50	1 : 0,85
	90	1 : 0,0	63	1 : 0,5	53	1 : 0,75
Глина	90	1 : 0	76	1 : 0,25	63	1 : 0,5
Лёсс и лёссовидный	90	1 : 0	63	1 : 0,5	63	1 : 0,5
Моренный: песчаный, супесчаный суглинистый	76	1 : 0,25	60	1 : 0,57	53	1 : 0,75
	78	1 : 0,2	63	1 : 0,5	57	1 : 0,65

Ориентировочно крутизну откоса таких выемок в непереувлажнённых грунтах для средних значений (σ) и (С) можно принимать по табл. 11.2. При необходимости отрывки выемок ниже УГВ, где будут обводнённые грунты, крутизну и откосов принимают по табл. 11.3.

Таблица 11.2 РАСЧЕТНАЯ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КРУТИЗНА ОТКОСОВ

Группа грунта	Грунт	При глубине выемки, м			
		5-6	6-8	8-10	10-14
I	Песок (влажный ненасыщенный)	1 : 1,25	1 : 1,5	1 : 1,75	1 : 2
II	Супесь	1 : 1	1 : 1,25	1 : 1,5	1 : 1,75
I, II	Суглинок	1 : 0,85	1 : 1	1 : 1,25	1 : 1,5
III, IV	Тяжелый суглинок, глина	1 : 0,75	1 : 1	1 : 1,25	1 : 1,5

Таблица 11.3 ДОПУСТИМАЯ КРУТИЗНА ОТКОСА В ОБВОДНЁННЫХ ГРУНТАХ

Грунт	При глубине выемки, м	
	до 2	более 2
Песок: мелкозернистый средне- и крупнозернистый	1 : 1,5 1 : 1,25	1 : 2 1 : 1,5
Суглинок	1 : 0,67	1 : 1,25
Гравелистый и галечниковый (гравия и гальки свыше 40%)	1 : 0,75	1 : 1
Глина	1 : 0,5	1 : 0,75
Разрыхлённый скальный	1 : 0,25	1 : 0,25

Однако не всегда имеется возможность отрывки котлована или траншей с наклонными откосами необходимой крутизны, чтобы обеспечить их устойчивость. Такое, в частности, может быть при отрывке выемок в стеснённых условиях городской застройки и тогда приходится их отрывать с вертикальными откосами.

Для предотвращения обрушения вертикальных стенок необходимо устраивать их временное крепление. При этом необходимо иметь в виду, что без креплений вертикальных стенок траншей и котлованов, расположенных выше УГВ, допускается при глубине их не более, м:

в песчаных и крупнообломочных грунтах	1,0
в супесях	1,25
в суглинках и глинах (кроме очень прочных)	1,5
в очень прочных суглинках и глинах	2,0

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

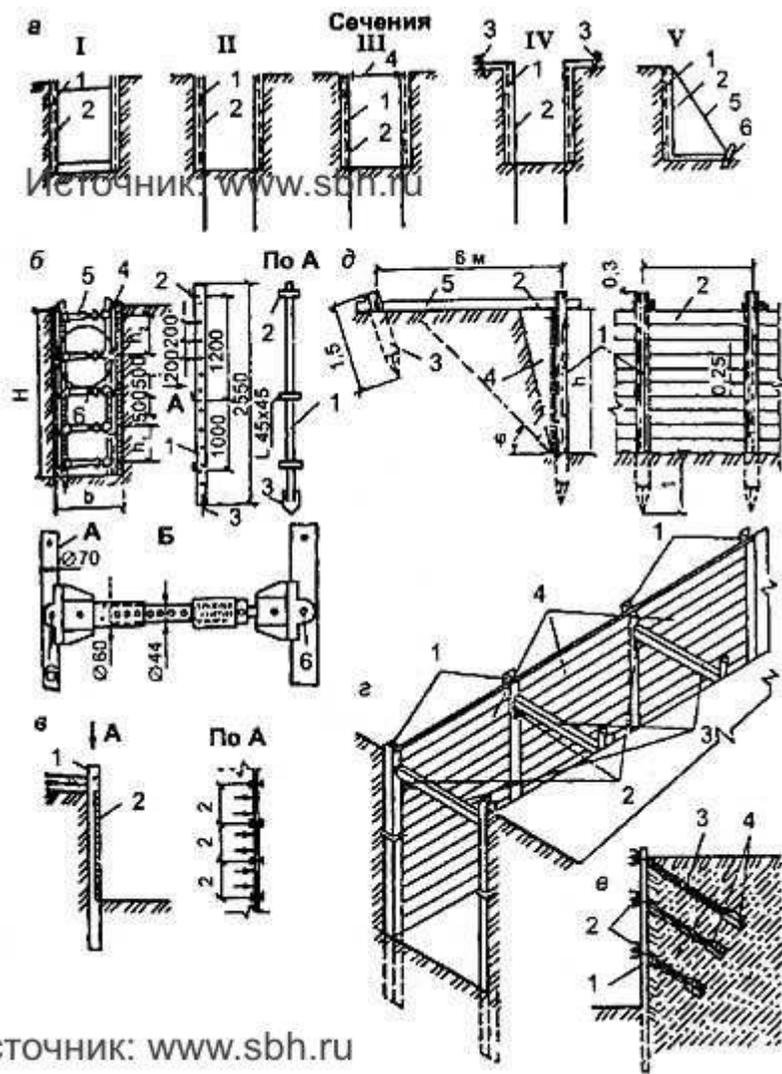
Способы и конструкции креплений вертикальных стенок котлованов и траншей зависят от их глубины и размеров, физических и гидрогеологических свойств грунтов, наличия динамических нагрузок у краёв выемки (от машин и механизмов) и принятых способов последующих работ (монтажа строительных конструкций, труб и т.п.).

В зависимости от конструктивного решения различают крепления следующих типов: распорные, консольные, консольно-распорные, консольно-анкерные, подкосные (рис. 11.2, а). Тип крепления выбирают в зависимости от назначения и размеров выемки, свойств грунтов, величины притока грунтовых вод и условий производства работ.

По характеру конструктивного исполнения и степени оборачиваемости крепление может быть инвентарным и стационарным (из отдельных элементов), сплошным или с прозорами.

[Распорные крепления](#) наиболее распространены. Они применяются для траншей глубиной [до 3 м](#)

и состоят из щитов (сплошных или с прозорами), стоек (или прогонов), раздвижных винтовых распорок или рам. На рис. 11.2, б приведен инвентарный вариант исполнения крепления. Такое крепление состоит из деревянных щитов 2 x 0,5 м, вертикально соединённых брусьев 80 x 150 мм, металлических стоек из труб диаметром 70 мм с отверстиями для крепления разжимных телескопических распорок. Крепление стен производят сразу же после отрывки траншеи.



Источник: www.sbh.ru

рис. 11.2 Крепление вертикальных стен выемок:

а - схемы типов конструктивных решений креплений стенок траншей и котлованов: I - распорное; II - консольное; III - консольно-распорное; IV - консольно-анкерное; V - подкосное: 1 - щиты; 2 - стойки (сваи); 3 - анкера; 4 - распорки; 5 - подкосы; 6 - упоры;
б - инвентарное распорное крепление: 1 - металлические стойки; 2 - уголок; 3 - заострение; 4 - щиты; 5 - распорки телескопической конструкции; 6 - болт;
в - консольный тип: 1 - стойки; 2 - щиты и пластины;
г - консольно-распорный тип крепления: 1 - двутавровые балки; 2 - поддерживающие стальные уголки; 3 - деревянные распорки; 4 - доски ограждающего элемента крепления (забирка);
д - консольно-анкерный тип: 1 - стойки; 2 - забирка; 3 - свая-анкер; 4 - засыпка; 5 - тяжи;
е - шпунтовое ограждение с внутренним анкерным креплением: 1 - [шпунтовая](#) стенка; 2 - балки; 3 - тяги; 4 - анкера.

Консольные (рис. 11.2, в) и *консольно-распорные* (рис. 11.2, г) крепления используются при глубинах отрывки 3 м в слабых водонасыщенных грунтах. Конструктивными элементами креплений этого типа являются: металлические стойки-сваи, сплошная забирка из досок и распорки между стойками.

Консольно-анкерные крепления (рис. 11.2, д) в отличие от консольных имеют анкера, состоящие из якорей и тяжей к стойкам. Якоря обычно устанавливают от бровки на расстоянии не менее 1,5 h (где h - глубина выемки), а их количество определяют по расчёту.

Шпунтовые ограждения стен являются разновидностью консольных ограждений и устраиваются при глубоких котлованах, большом боковом давлении грунта, сложных гидрогеологических условиях. Шпунтовые ограждения представляют собой сплошные стенки из предварительно погруженных в грунт стальных или деревянных [шпунтин](#) с замковыми соединениями. Существует три варианта исполнения шпунтовых ограждений: консольное, [распорное](#) и анкерное (рис. 11.2, е).

Подкосные крепления используются для крепления стен котлована и состоят из забирки, стойки, подкоса, лежня и упорного якоря. Крепления такого типа затрудняют работы в котловане и поэтому применяются редко.

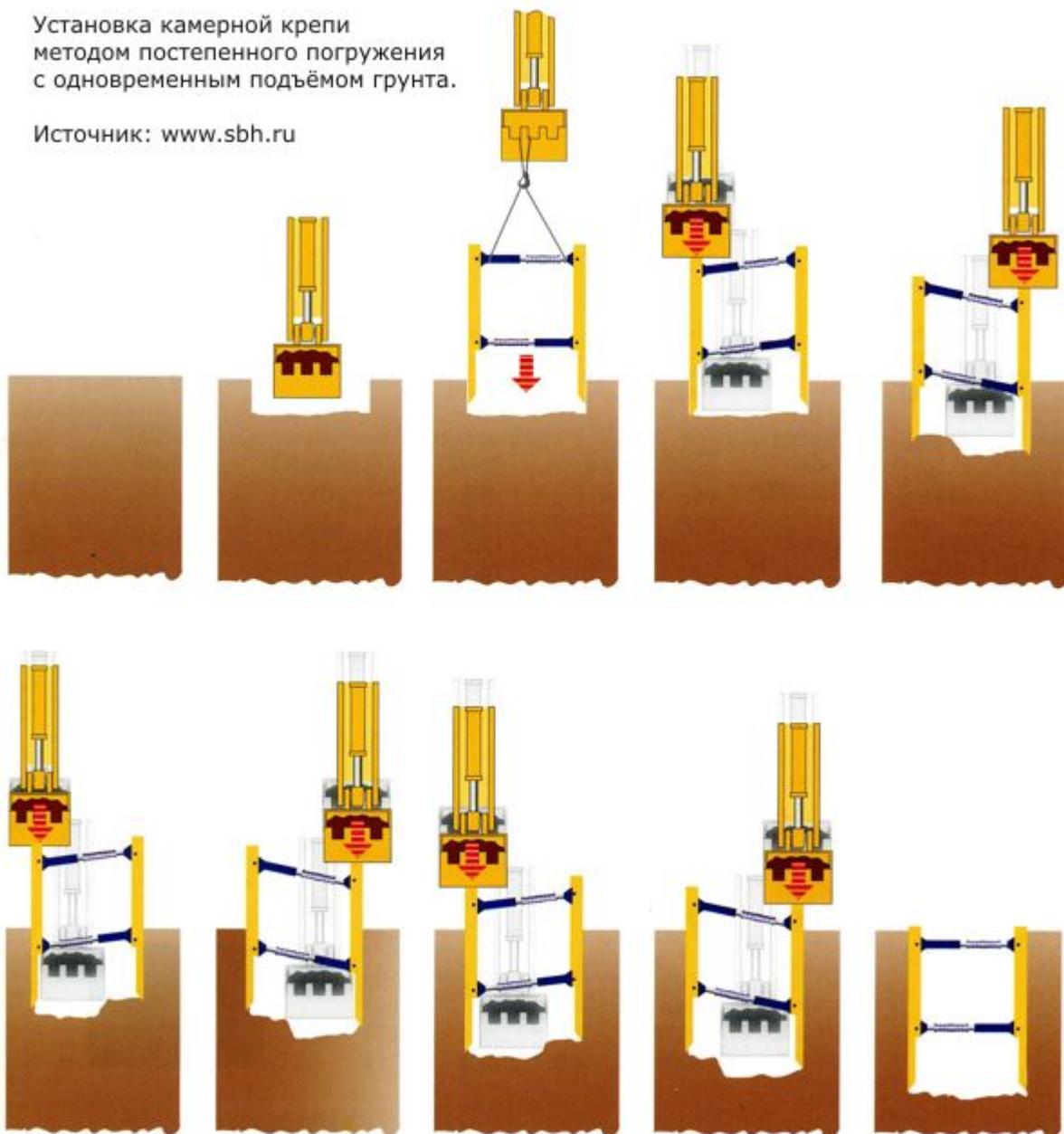
Абзац добавлен компанией SBH СОТРАНС и не являлся частью оригинала.

Современные распорные крепления изготавливаются полностью из стали. В их конструкции не используются дерево, деревянные брусья, уголки, металлические стойки из труб или деревянные щиты - как морально устаревшие и ненадежные. Устаревшие крепления иногда собираются вручную из подручных материалов и используются ограниченными в финансах строительными фирмами или на объектах с недостаточным финансированием в качестве работ.

Современные инвентарные крепления позволяют вести укрепление траншей методом постепенного погружения с одновременным подъёмом грунта - что увеличивает безопасность работ, позволяет работать в максимально узкой выемке и иногда - в плывунах - является единственным возможным методом укрепления стенки выемки максимально быстрым способом.

Установка камерной крепи
методом постепенного погружения
с одновременным подъёмом грунта.

Источник: www.sbh.ru



Полностью стальная гибкая конструкция позволяет использовать современные распорные крепления в траншеях до глубины 6 метров, а тяжелые крепы SBH - до 12 метров, что полностью обеспечивает укрепление выемок на любых объектах, где идет прокладка коммуникаций открытым способом.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОТЛОВАНОВ И ТРАНШЕЙ.

Чтобы определить объёмы земляных работ по устройству под водопроводно-канализационные сооружения или траншеи для прокладки сетей водопроводов и коллекторов, необходимо знать их основные размеры - ширину, длину и глубину.

Размеры котлованов определяют исходя из общих размеров сооружений в плане, глубины его заложения, крутизны откосов, а также принятых методов выполнения основных производственных процессов. При этом важно учесть: схему возведения будущего сооружения, определяющую схему движения кранов и других машин при монтаже сборных или возведении монолитных сооружений: схемы доставки и раскладки конструкций в монтажной зоне, установки опалубки, лесов и подмостей.

Поскольку при устройстве систем водоснабжения и водоотведения строят заглубленные и чаще всего ёмкостные сооружения прямоугольной или круглой в плане формы, которые фактически отличаются друг от друга только своими размерами и внутренними конструктивными элементами, то независимо от их назначения и принадлежности (но учитывая общие размеры сооружений) можно выделить следующие четыре основные схемы их возведения:

Схема I (кольцевая) - кран и транспортные средства при возведении сооружения перемещаются вокруг него по берме котлована, не заезжая на его дно; *схема II* - механизмы движутся по дну котлована за пределами сооружения, по его периметру; *схема III* - механизмы в процессе строительства сооружения перемещаются непосредственно по его днищу; *схема IV* предусматривает монтаж сооружения одновременно, т.е. параллельно работающими двумя кранами, при котором конструкции крайних стен и примыкающего пролёта сооружения монтируется первым краном с передвижением его и транспортных средств по берме котлована, а конструкции внутри сооружения - вторым краном, предвигающимся по днищу сооружения.

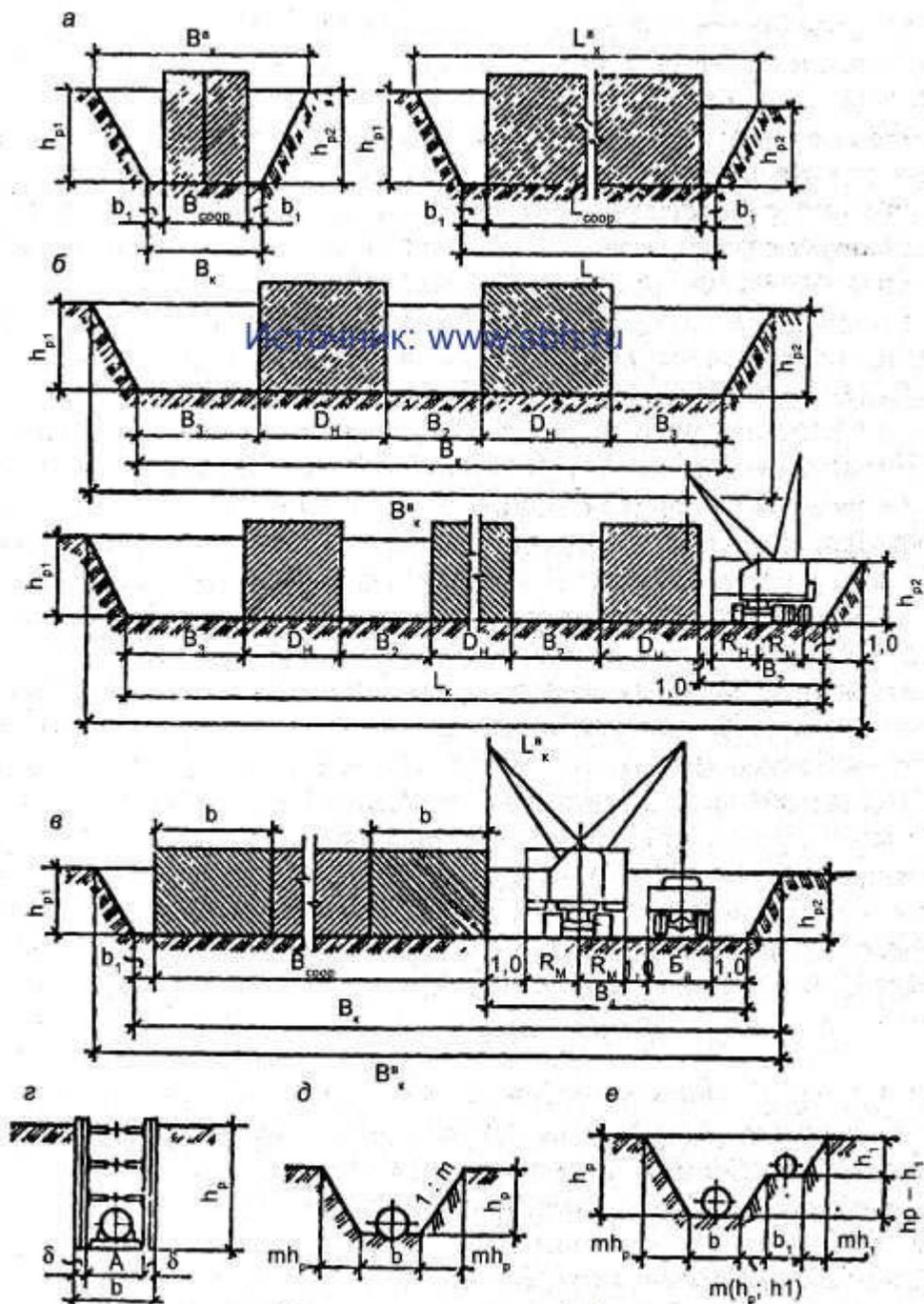
По схеме I возводят обычно небольшие сооружения, ширина которых в плане или диаметр не превышают 15 м ($V_{\text{соор}} < 15$ м). Размеры котлована (ширина V_k и длина L_k) при этом определяются исходя из внешних размеров сооружения с небольшим уширением его дна с каждой стороны для удобства выполнения работ (рис. 11.3, а):

$$V_k = V_{\text{соор}} + 2b_1; L_k = L_{\text{соор}} + 2b_1,$$

где $V_{\text{соор}}$, $L_{\text{соор}}$ - ширина и длина возводимого сооружения по наружному периметру; b_1 - ширина свободного пространства между подошвой откоса выемки и выступающей частью днища

сооружения (принимается по условиям техники безопасности и удобства работ не менее 0,5 м).

По схеме II возводят сооружения средних габаритов, размеры которых в плане превышают 15 м ($V_{\text{соор}} > 15$ м) при значительном их заглублении и большой массе монтажных элементов. Размеры котлована при этом должны быть достаточными для размещения сооружений, а также для проезда кранов и транспорта вокруг них по дну выемки (рис. 11.3, б) и для раскладки сборных конструкций по фронту работ:



Источник: www.sbh.ru

Рис. 11.3. Схема для определения размеров котлованов и траншей:

6. Разбивка сооружений, котлованов и траншей на местности.

Для выноса на натуру главных разбивочных осей или для построения внешних разбивочных сетей зданий и сооружений на стройплощадке в начале создают разбивочную сеть с размерами сторон 50, 100, 200 м.

Главные разбивочные оси сооружений с продолжительностью строительства до 5 месяцев и внутриплощадочные инженерные сети закрепляются геодезическими знаками в виде металлического стержня длиной 57 см, забиваемой в грунт на 50 см.

Для сооружений с продолжительностью строительства более 5 месяцев устанавливают в грунт ниже глубины промерзания круглые бетонные столбы с металлической трубой в центре и пластиной в верхней части.

Заказчик поэтапно по акту с приложением к нему разбивочных схем передает подрядчику на местности геодезическую разбивочную основу не позднее, чем за 10 дней до начала выполнения строительных работ. Строительная организация должна обеспечивать сохранность всех геодезических знаков в ходе земляных работ. Для этой цели она производит разбивку контуров земляных сооружений и закрепление главных осей.

До начала производства земляных работ представители строительной организации совместно с представителями заказчика проверяют правильность разбивки сооружений в натуре и составляют соответствующий акт с приложением к нему разбивочных схем.

Разбивку котлована на местности начинают с закрепления кольями контуров его бровки и дна, используя для этого взаимно перпендикулярные крайние или центральные главные оси сооружения по разбивочной геодезической схеме и геометрические размеры котлована. После этого вокруг будущего котлована на расстоянии 2-3 метров от бровки устанавливают *обноска*, состоящие из врытых в грунт металлических или деревянных стоек и прикрепленных к ним строго по одному уровню реек-досок. На верхнюю кромку досок выносят створы осей и закрепляют их гвоздями или рисками. Периодически натягивая по обноске осевые проволоки, с помощью отвесов контролируют точность отрывки котлована, в дальнейшем осевые проволоки используют для устройства основания сооружения.

Разбивку траншей для прокладки трубопроводов производят на основании геодезической разбивочной схемы, продольного и поперечного профилей. Закрепление на местности оси трассы производят вехами (длина 2-2,5 м), забиваемыми в грунт через 10 м на прямых и 5 м на кривых участках, а также в углах поворота трассы и местах расположения колодцев. В процессе отрывки уровень дна траншеи между смежными обносками контролируют с помощью *ходовой визирки*.

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией "СВН СОТРАНС"

7. Организация водоотвода, водоотлива и искусственного понижения уровня грунтовых вод.

Водоотвод необходим для защиты котлованов и траншей от затопления их ливневыми и талыми водами. Для водоотвода обычно используют расположенные с нагорной стороны резервы, кавальеры, а также специально устанавливаемые оградительные обвалования, водоотводящие каналы, лотки и системы дренажей. Каналы или лотки устраивают с продольным уклоном 0,002-0,003, а их размеры и виды креплений принимают в зависимости от расхода ливневых или талых вод и предельных значений неразмывающих скоростей их течения. Воду из всех водоотводящих устройств, а также от резервов и кавальеров отводят в пониженные места, удаленные от возводимых и существующих сооружений.

Водоотлив. Предварительное осушение часто осуществляется при устройстве котлованов и траншей, поскольку большинство

сооружений и сетей водоснабжения и водоотведения возводят либо в непосредственной близости от водоемов, либо в условиях обводненных и неустойчивых грунтов. Выемки (котлованы и траншеи) при небольшом притоке грунтовых вод разрабатывают с применением открытого водоотлива, а если приток значителен и толщина водонасыщенного слоя, подлежащего разработке, большая, то до начала производства работ уровень грунтовых вод (УГВ) искусственно понижают с использованием различных способов закрытого, т.е. грунтового, водоотлива, называемого еще строительным водопонижением.

Работы по строительному водопонижению во многом зависят от принятого метода механизированной разработки котлованов и траншей. Соответственно устанавливают очередность работ как по монтажу водоотливных и водопонижительных установок, их эксплуатации, так и по разработке котлованов и траншей. Например, если котлован размещен на берегу, в пределах поймы реки, то разработку его начинают только после монтажа водопонижительного оборудования, причем так, чтобы понижение уровня грунтовых вод опережало заглубление котлована на 1-1,5 м. Если котлован расположен непосредственно в русле реки (при строительстве, например, водозабора или насосной станции первого подъема), то до работ по водопонижению котлован ограждают со стороны воды специальными дамбами (перемычками). Работы по осушению при этом складываются из удаления воды из отгороженного котлована и последующей откачки воды, фильтрующей в котлован.

Начальное осушение котлованов требуется после ограждения их перемычками. При этом объем воды, подлежащий откачке,

$$W = V + qt$$

где V - объем воды в котловане, м³; q - приток воды в котловане, м³/ч; t - продолжительность осушения котлована, ч.

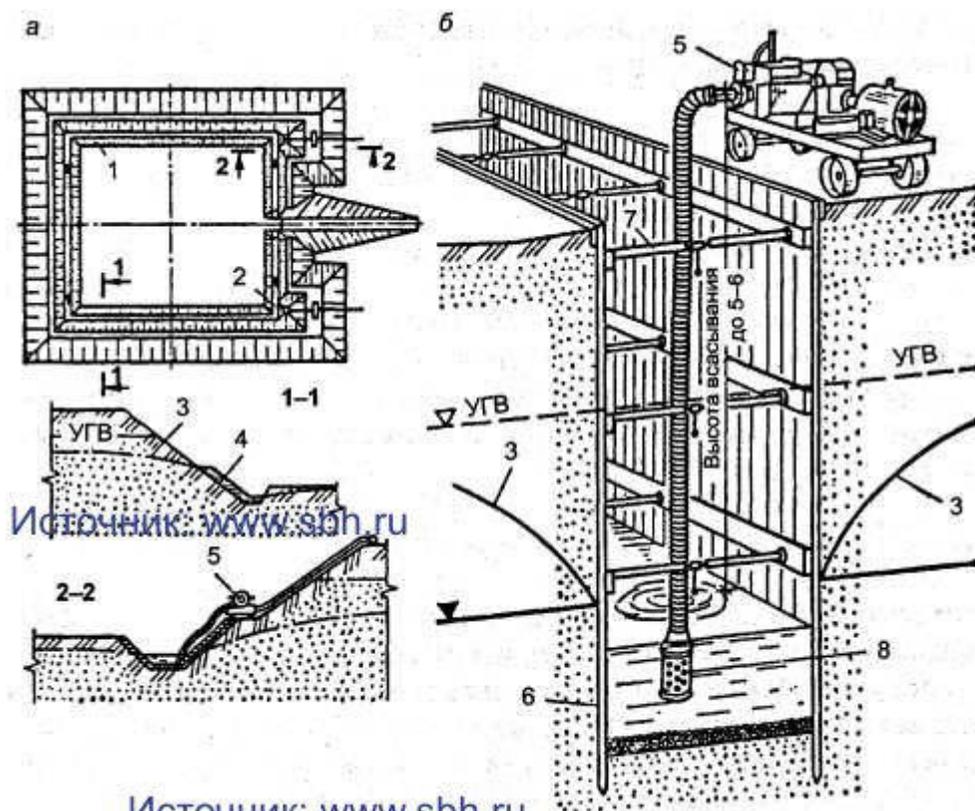
По величине объема начального водоотлива подбирают тип и количество насосных агрегатов. Обычно для откачки воды из неглубоких котлованов, когда глубина воды в них не превышает высоты всасывания, применяют стационарные центробежные насосы, в том числе консольного типа К, размещаемые на перемычке, а при больших глубинах используют плавучие или передвижные насосные установки.

В процессе осушения котлована очень важно правильно выбрать скорость откачки воды, так как очень быстрое осушение может вызывать повреждение перемычек, откосов и дна котлована. Опыты показывают, что в первые дни откачки интенсивность понижения уровня воды в котлованах из крупнозернистых и скальных грунтов не должна превышать 0,5-0,7 м/сут, из среднезернистых - 0,3-0,4 и в котлованах из мелкозернистых грунтов 0,15-0,2 м/сут. В дальнейшем откачку можно увеличить до 1-1,5 м/сут, но на последних 1,2-2 м глубины откачку воды следует замедлить.

Открытый водоотлив предусматривает откачку притекающей воды непосредственно из котлована или траншей. Способ применим в скальных, обломочных, галечниковых и гравийных грунтах, устойчивых против фильтрационных деформаций.

При открытом водоотливе грунтовая вода, просачиваясь через откосы и дно котлована, поступает в водосборные канавы и по ним в приемки (зумпфы), откуда ее откачивают насосами (рис. 11.6, а). Размеры приемков в плане в целях удобства их очистки принимают 1х1 или 1,5х1,5 м, а глубину от 2 до 5 м, в зависимости от требуемой глубины погружения водоприемного рукава насоса. Минимальные размеры приемка назначают из условия обеспечения непрерывной работы насоса в течение 10 мин. Приемки в устойчивых грунтах крепят деревянным срубом из бревен (без дна), а в оплывающих - шпунтовой стенкой и на дне его устраивают обратный фильтр. Примерно также крепят траншеи в неустойчивых грунтах при использовании открытого водоотлива (рис. 11.6, б). Число приемков зависит от расчетного притока воды к котловану и производительности насосного оборудования.

Приток воды к котловану (или дебит) рассчитывают по формулам установившегося движения грунтовых вод.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 11.6. Открытый водоотлив из котлована (а) и траншеи (б):

1 - дренажная канава; 2 - приямок (зумпф); 3 - пониженный уровень грунтовых вод; 4 - дренажная пригрузка; 5 - насос; 6 - шпунтовое крепление; 7 - инвентарные распорки; 8 - всасывающий рукав с сеткой (фильтром)

Для совершенных котлованов (когда их дно доходит до водоупора) приток воды (м³/сут) при безнапорном режиме рассчитывают по формуле Дюпюи

$$Q = 1,37kH^2 / \lg \frac{R + r_0}{r_0}$$

где k - коэффициент фильтрации водонасосного пласта, м/сут; H - толщина безнапорного водонасосного пласта, м; R - радиус депрессии, м; r₀ - приведенный радиус котлована, м.

Значение приведенного радиуса для котлованов, имеющих в плане прямоугольную форму,

$$r_0 = \eta(L + B) / 4$$

где η - коэффициент, зависящий от соотношения В/L (В и L - ширина и длина котлована, м).

В/L	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
η	1	1,12	1,16	1,18	1,18	1,18

Для котлованов неправильной формы

$$r_{\kappa} = \sqrt{\frac{F}{\eta}}$$

где F - площадь реального котлована, м².

Когда котлован не доходит до водоупора (несовершенные котлованы), приток воды в напорных условиях определяют по формуле В.М. Шестакова

$$Q = 2,73kmS / \lg \frac{R + r_0}{r_0} + 0,2 \frac{m}{r_0}$$

где m - толщина напорного водоносного пласта, м; S - заглубление дна котлована относительно неподвижного уровня грунтовых вод, м.

В случае притока к несовершенному котловану безнапорных вод его величину вычисляют по вышеприведенным формулам, рассматривая приток выше дна котлована как безнапорный к совершенному котловану, а поступающий через дно - как напорный.

Коэффициенты фильтрации отдельных слоев грунта определяют, как правило, в процессе инженерных гидрогеологических изысканий, но для предварительных расчетов можно воспользоваться следующими ориентировочными значениями k, м/сут.: для галечника - 200; гравия - 100-200; песка крупного и гравелистого - 50 - 100; среднезернистого - 1- - 25 и мелкозернистого - 2 - 10; супеси - 0,2 - 0,7; суглинка - 0,005 - 0,4; глины - 0,005 и менее. Определив приток воды к котловану, уточняют тип и марку насосов, их количество. При глубине выемок более 7 м применяют как напорные центробежные насосы, так и специальные напорные погружные насосы типа "Гном", способных откачивать загрязненные воды. Насосы этого типа с герметически закрытым двигателем, опущенные на дно приямков, могут работать непрерывно практически без обслуживания и смазки.

Количество насосов или насосных установок для водоотлива

$$N_{н.у} = Q\phi / \Pi$$

где Q - расчетный приток воды к котловану, м³/ч; ϕ - коэффициент резерва мощности насосных установок, равный 1,5; Π - производительность насосной установки.

Системой насосных установок качают воду в водосборный коллектор и по нему отводят ее за пределы котлована. Открытый

водоотлив довольно эффективный и простой способ осушения котлованов и траншей. Однако возможно разрыхление или разжижения грунтов в основании и унос части грунта фильтрующей водой.

Поэтому на практике во многих случаях чаще применяют различные способы искусственного понижения уровня грунтовых вод, т.е. грунтового водоотлива, исключаяющего просачивание воды через откосы и дно котлована.

Искусственное понижение уровня грунтовых вод предполагает устройство системы дренажей, трубчатых колодцев, скважин, использование иглофильтров.

Среди остальных средств водопонижительного оборудования широко используются легкие иглофильтровые установки (ЛИУ), эжекторные водопонижительные установки (ЭВУ), системы скважин (СС) с артезианскими и глубинными насосами и установки вакуумного водопонижения (УВВ). Все перечисленные средства предусматривают забор воды из грунта через цепь расположенных скважин с трубчатыми водоприемниками, соединенных коллектором, насосами (насосными станциями) для откачки воды и отводящим трубопроводом.

Способы водопонижения и тип применяемого оборудования выбирают в зависимости от глубины разработки котлована (траншеи), инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки, сроков строительства, конструкции сооружения и технико-экономических показателей. Для такого выбора можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в табл. 11.7.

Расчет водопонижительных установок, расположенных по контуру котлована, начинают с определения притока воды к котловану q . Приток воды (м³/сут) совершенных колодцев по периметру котлована в безнапорных водах

$$q = 1,37k(H^2 - h_k^2) / \lg \frac{R + r_0}{r_0}$$

где k - коэффициент фильтрации, м/сут; H - толщина безнапорного водоносного пласта или высота непониженного пьезометрического уровня над водоупором, м; h_k - высота понижения уровня грунтовых вод в центре осушаемого участка, считая от нижнего водоупора, м.

Глубина воды в колодцах, м

$$h_0 = \sqrt{h_k^2 - 0,73 \frac{Q}{nk} \lg \frac{r_0}{nr_0}}$$

где n - число колодцев (скважин).

Таблица 11.7 Выбор способов водопонижения

Характеристика грунта	Коэффициент фильтрации k , м/сут	Рекомендуемые способы водопонижения при глубине понижения уровня грунтовых вод, м		
		до 4 - 5	до 18 - 20	свыше 20
Глина	---	Электроосушение		
Суглинок	0,005 - 0,4	Легкие одноярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	Многоярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	---
Супеси	0,2 - 0,7			
Песок: мелкозернистый	1,2 - 2,0	Одноярусные ЛИУ	Многоярусные ЛИУ и эжекторные	Буровые колодцы с артезианскими погружными насосами

мелкий средний крупный гравелистый	2,0 - 10,0 10,5 - 25,0 25,0 - 75,0 50 - 100	Буровые скважины с центробежными насосами	иглофильтры ---	
Гравий: с песком чистый	75 - 150 100 - 200	Поверхностный водоотлив	Буровые скважины с погружными насосами	

Аналогично, общий дебит совершенных колодцев, расположенных по периметру котлованов, разрабатываемых в напорных пластах,

$$Q = 2,73km(H - h_k) / \lg \frac{R + r_0}{r_0}$$

где m - толщина напорного водоносного слоя, м.

Глубина воды в колодцах при этом

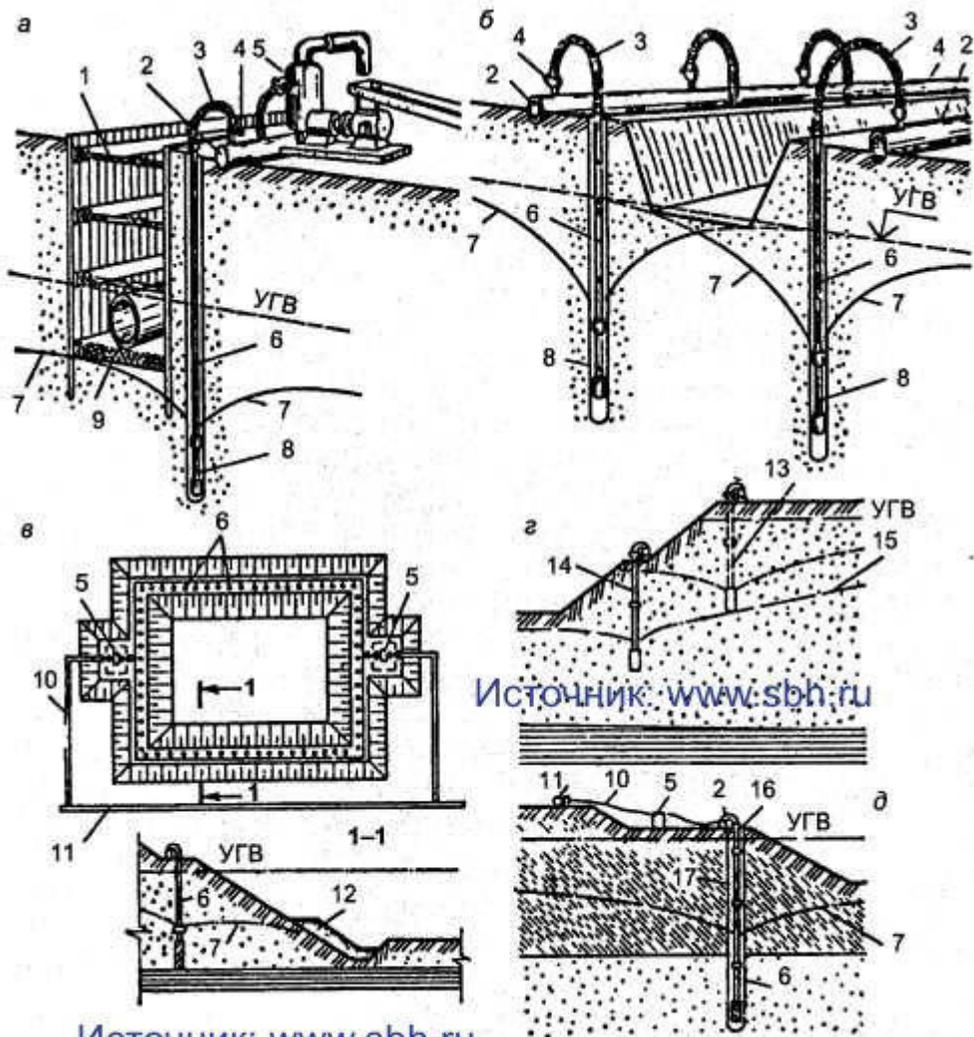
$$h_0 = h_k - 0,37 \frac{Q}{km} \lg \frac{r_0}{nr_0}$$

Далее задачу расчета контурной водопонижительной установки решают методом подбора. Вначале задаются некоторым числом скважин n и понижением уровня вод в них. По вышеприведенным формулам определяют общий дебит Q и каждой скважины $Q' = Q/n$. Затем по формулам для h_0 находят высоту пониженного уровня в центре котлована или траншеи. Варьируя числом скважин и понижениями, выбирают такую схему, при которой в центре осушаемого участка достигается заданное положение уровня грунтовых вод.

Грунтовый водоотлив, или искусственное водопонижение осуществляют, когда осушаемые породы имеют достаточную водопроницаемость, характеризующуюся коэффициентами фильтрации (обычно не менее 1 - 2 м/сут). Применять его в грунтах с коэффициентами фильтрации менее 1 - 2 м/сут нельзя из-за малых скоростей движения грунтовых вод. В этих случаях используют вакуумирование или способ электроосушения (электроосмос).

Иглофильтровый способ предусматривает использование для откачки воды из грунта часто расположенных скважин с трубчатыми водоприемниками малого диаметра - *иглофильтров*, соединенных общим всасывающим коллектором с общей (для группы иглофильтров) насосной станцией. Для искусственного понижения УГВ на глубину 4 - 5 м в песчаных грунтах применяют *легкие иглофильтровые установки*. При этом для осушения траншей шириной до 4,5 м используют однорядные иглофильтровые установки (рис. 11.7, а), а при устройстве более широких траншей (например, для прокладки коллекторов) - двухрядные (рис. 11.7, б). Для осушения котлованов применяют замкнутые по контуру установки (рис. 11.7, в). При необходимости понижения уровня воды на глубину более 5 м применяют двух- и трехъярусные иглофильтровые установки (рис. 11.7, г).

В этом случае вначале вводят в действие первый (верхний) ярус иглофильтров и под его защитой отрывают верхний уступ котлована, после чего монтируют второй (нижний) ярус иглофильтров и отрывают второй уступ котлована и т.д. После ввода в действие каждого последующего яруса иглофильтров предыдущие можно отключить и демонтировать. Применение иглофильтров может оказаться эффективным и для водопонижения в слабопроницаемых грунтах, если под ними залегает более водопроницаемый слой. При этом иглофильтры заглубляют в нижний слой (рис. 11.7, д) с обязательной их обсыпкой.



Источник: www.sbh.ru

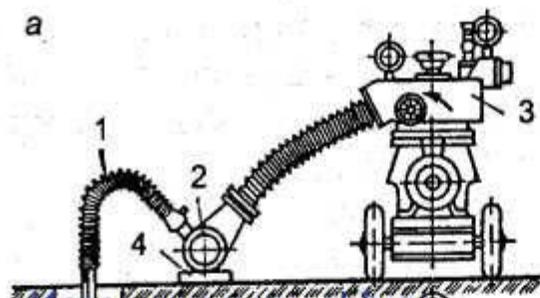
Рис. 11.7. Водопонижение легкими иглофильтровыми установками:

1 - траншея с креплениями; 2 - всасывающий коллектор; 3 - соединительные патрубки (шланги); 4 - кран или вентиль; 5 - насосный агрегат; 6 - иглофильтры; 7 - пониженный уровень грунтовых вод; 8 - водоприемное фильтровое звено иглофильтра; 9 - проложенный трубопровод в траншее; 10 - напорный трубопровод; 11 - сборный трубопровод; 12 - дренажная пригрузка; 13 - иглофильтры верхнего яруса; 14 - то же, нижнего яруса; 15 -

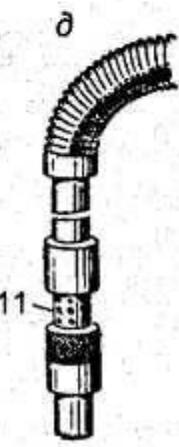
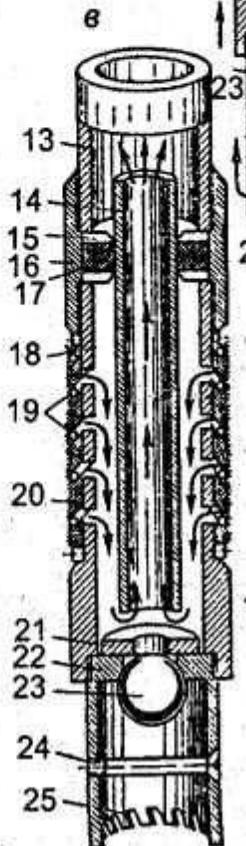
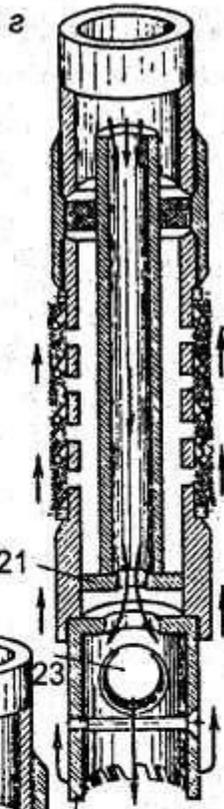
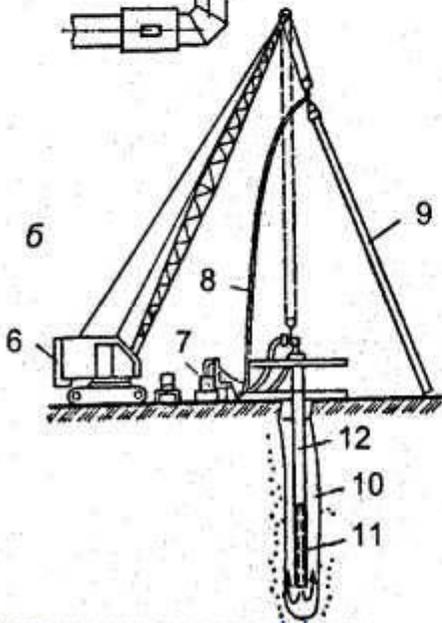
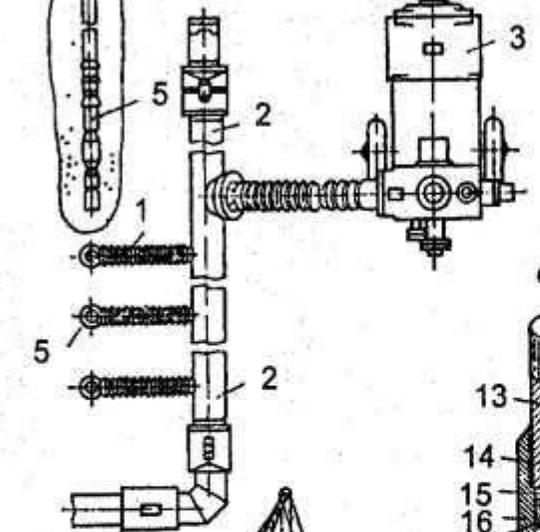
конечное положение депрессионной поверхности грунтовых вод; 16
- глиняный тампон; 17 - песчано-гравийная обсыпка

Легкие иглофильтровые установки (рис. 11.8, а) помимо иглофильтров включают также водосборный коллектор, объединяющий их в одну водопонижительную систему, центробежные насосные агрегаты и отводящий трубопровод. Иглофильтр (см. рис. 11.8, в) состоит из фильтрового звена, через которое из грунта поступает вода, надфильтровой колонны (трубы) и наконечника с зубчатой коронкой. К надфильтровой стальной трубе диаметром 50 мм и длиной 7-8,5 м внизу присоединяют фильтровое звено, а сверху - гибкий рукав. Фильтровое звено длиной 1,25 м состоит из двух труб (рис. 11,8, в,г): внутренней сплошной диаметром 38 мм и наружной диаметром 50 мм с отверстиями. Наружная труба обернута фильтрующей и защитной сеткой и выполнена внизу в виде гидрогеологических условиях применяют искусственное замораживание грунтов. наконечника, внутри которого размещается

кольцевой и шаровой клапаны.



Источник: www.sbn.ru



Источник: www.sbn.ru

а - общий вид иглофильтровой установки; б - погружение иглофильтров; в - водоприемное фильтровое звено иглофильтра в процессе откачки воды; г - то же, при гидравлическом погружении иглофильтра; д - иглофильтр в собранном виде; 1 - гибкое соединение иглофильтра со всасывающим коллектором; 2,3 - [насосный агрегат](#); 4 - опора; 5 - [иглофильтры](#); 6 - кран; 7 - коллектор; 8 - шланг; 9 - колонна для наращивания; 10 - скважина; 11 - фильтровое звено иглофильтра; 12 - надфильтровая труба; 13 - конец надфильтровой трубы; 14 - внутренняя труба; 15 - шайба; 16 - муфта; 17 - резиновое кольцо; 18 - наружная перфорированная труба; 19 - проволоочная обмотка; 20 - сетка; 21 - кольцевой клапан; 22 - седло клапана; 23 - шаровой клапан; 24 - ограничитель; 25 - наконечник с зубчатой коронкой

Погружают легкие иглофильтры на глубину 7-8 м чаще всего гидравлическим способом. При этом собранный иглофильтр с присоединенным к нему шлангом от насоса поднимают краном в вертикальное положение (см. рис. 11.8, б), после чего включают насос. Вода, нагнетаемая по внутренней трубе иглофильтра (см. рис. 11.8, г), отталкивает шаровой клапан 23 (кольцевой клапан 21 при этом закрывает доступ в пространство между наружной и внутренней трубами) и поступает к наконечнику 25, выйдя из которого с большой скоростью размывает грунт. В результате образуется скважина, в которую опускают иглофильтр. Расстояния между иглофильтрами принимают в зависимости от схемы их расположения (кольцевой или линейный), глубины водопонижения, типа насосного агрегата и гидрогеологических условий, но обычно эти расстояния равны 0,75; 1,5, а иногда и 3 м.

Откачку воды из системы с легкими иглофильтрами производят насосным агрегатом, состоящим из центробежного насоса, соединенного с вакуум-насосом или вихревым самовсасывающим насосом. при откачке воды шаровой клапан 23 иглофильтра (см. рис. 11.8, в) под влиянием вакуума поднимается, а кольцевой клапан 21 опускается, открывая грунтовой воде, поступающей во внутреннюю трубу через отверстия наружной трубы фильтра.

На практике применяют легкие иглофильтровые установки различных типов, но наибольшее распространение получили ЛИУ-3, ЛИУ-5 и ЛИУ-6 производительностью соответственно 60, 120 и 140 м³/ч с комплектом 60-100 иглофильтров.

Эжекторные иглофильтровые установки (рис. 11.9, а) откачивают воду из скважин с помощью водоструйных насосов-эжекторов, работающих по принципу передачи энергии одним потоком воды другому. ЭИУ используются для понижения УГВ одним ярусом на глубину от 8 до 20 м в грунтах с $k > 2-3$ м/сут. Установки состоят из иглофильтров с эжекторными водоподъемниками (рис. 11.9, б), распределительного трубопровода (коллектора) и центробежных насосов. Эжекторные водоприемники, помещенные внутри иглофильтров (рис. 11.9, в), приводятся в действие струей рабочей воды, нагнетаемой в них насосом под давлением 0,6-1,0 МПа

через коллектор.

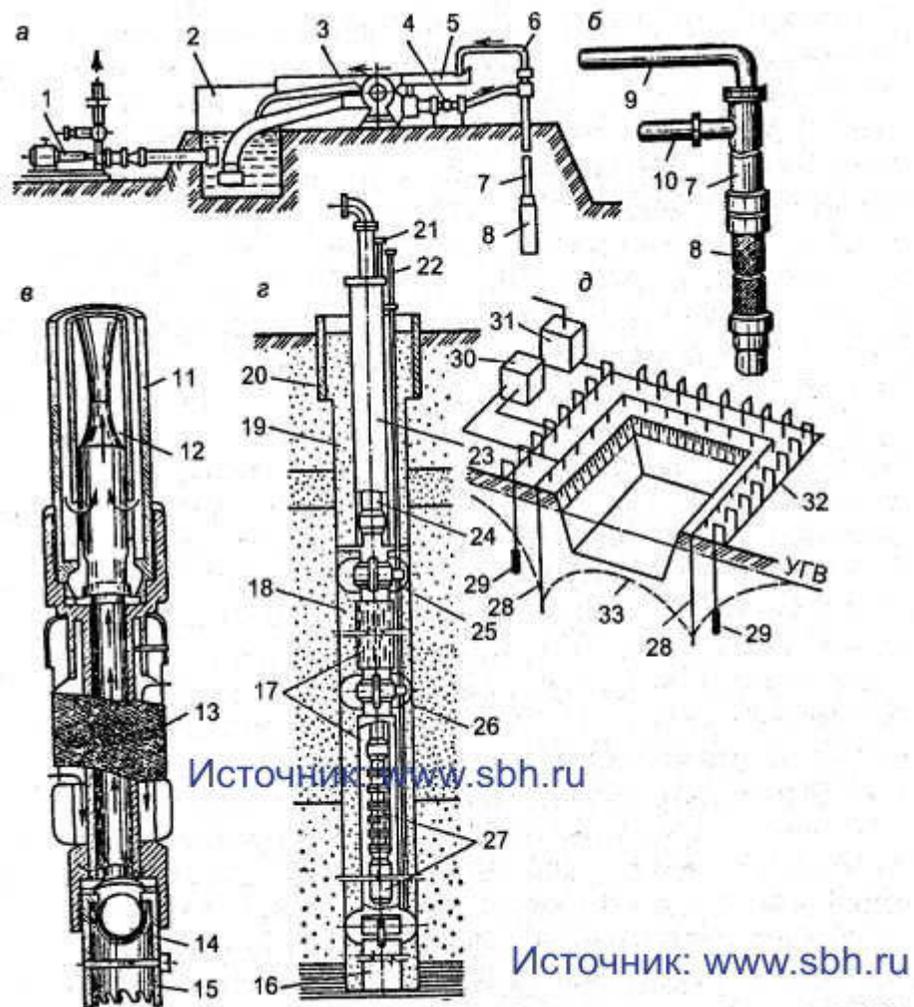


Рис. 11.9. Водопонижение эжекторными иглофильтрами, водопонижительными скважинами и электроосмотическим способом:

а - эжекторная иглофильтровая установка; б - эжекторный иглофильтр; в - его фильтровое звено; г - открытая водопонижительная скважина; д - схема электроосмотического водопонижения; 1 - низконапорный насос; 2 - циркуляционный резервуар; 3 - высоконапорный насос; 4 - распределительный трубопровод; 5 - сливной лоток; 6 - трубопровод; 7 - эжекторный иглофильтр; 8 - водоприемное фильтровое звено; 9 - водоотводящая

труба; 10 - труба от насоса; 11 - наружная труба; 12 - диффузор с насадкой; 13 - сетка; 14 - шаровой клапан; 15 - наконечник с зубчатой коронкой; 16 - отстойник; 17 - просеченный лист; 18 - песчано-гравийная обсыпка; 19 - местный песчаный грунт; 20 - кондуктор; 21 - пьезометр для замера уровня воды в скважине; 22 - то же, в обсыпке; 23 - надфильтровая труба; 24 - водоподъемные трубы; 25 - направляющие фонари; 26 - муфта; 27 - насосный агрегат; 28 - трубы-аноды; 29 - иглофильтры-катоды; 30 - двигатель-генератор; 31 - насосный агрегат; 32 - всасывающий коллектор; 33 - пониженный уровень грунтовых вод

Рабочая вода поступает в кольцевой зазор между внутренней и наружной колонной труб иглофильтра и далее к входному окну эжектора 12, состоящего из насадки, камеры смещения, горловины и диффузора. Рабочая вода, выходя из насадки с большой скоростью, вследствие внезапного расширения струи создает разрежение и подсасывает из внутренней трубы грунтовую воду, смешиваясь с ней, и подает ее вверх. Как видно из схемы эжекторной установки (см. рис. 11.9, а), вода, выбрасываемая из иглофильтров, поступает в лоток и затем сливается в циркуляционный резервуар, откуда часть воды вновь засасывается насосом, а остальная часть сбрасывается за пределы строительной площадки.

Эжекторный иглофильтр (см. рис. 11.9, б) состоит из надфильтровых труб диаметром 2,5 (ЭИ-2,5) или 4 дюйма (ЭИ-4), фильтрового звена (см. рис. 11.9, в), из внутренних колонн водоподъемных труб, к нижнему концу которых прикреплен эжекторный водоподъемник. Производительность эжекторных иглофильтров ЭИ-2,5 и ЭИ-4 при напоре рабочей воды 0,6-1 МПа составляет соответственно 0,1-1,8 и 2,9-5,1 л/с.

Погружают эжекторные иглофильтры, так же как и легкие, гидравлическим способом. Расстояние между иглофильтрами определяется расчетом, но в среднем оно равно 5-15 м.

Выбор оборудования иглофильтровых установок, а также типа и числа насосных агрегатов производят в зависимости от величины ожидаемого притока грунтовых вод Q и требований ограничения длины коллектора, обслуживаемого одним насосом.

Электроосмотическое водопонижение, или **электроосушение**, основано на использовании в целях усиления эффекта водоотдачи явления электроосмоса, т.е. способности воды двигаться под воздействием поля постоянного тока в порах грунта от анода к катоду. Его используют в слабопроницаемых (глинистых, илистых, суглинистых) грунтах, имеющих коэффициенты фильтрации менее 1 м/сут при ширине котлована до 40 м. при этом вначале по периметру котлована на расстоянии 1,5 м от его бровки и с шагом 0,75-1,5 м погружают иглофильтры-катоды соединенные с отрицательным полюсом источника постоянного тока, а затем с внутренней стороны контура этих иглофильтров на расстоянии 0,8 м от них с таким же шагом, но со смещением, т.е. в шахматном порядке, погружают стальные трубы или стержни-аноды, соединенные с положительным полюсом (см. рис. 11.9, д). причем и иглофильтры, и трубы (стержни) погружают на 3 м ниже необходимого уровня водопонижения. Рабочее напряжение системы, исходя из требований техники электробезопасности, не должно превышать 40-60 В.

при пропускании постоянного тока вода, заключенная в порах грунта, передвигается от анода к катоду, благодаря чему коэффициент фильтрации его возрастает в 5-25 раз, а уровень напора в массиве грунта снижается, что в целом значительно повышает эффективность работы иглофильтровой установки. Котлованы начинают разрабатывать обычно через трое суток после включения системы электроосушения, а в дальнейшем работы в котловане можно вести при работе этой системы.

Открытые (соединяющиеся с атмосферой) водопонижительные скважины, оборудованные насосами, применяют в тех случаях, когда требуются большие глубины понижения УГВ, а также когда использование иглофильтров затруднительно из-за больших притоков, необходимости осушения больших площадей и стесненности территории. Основным конструктивным элементом скважины-колодца является фильтровая колонна (см. рис. 11.9, г), состоящая из фильтра, отстойника, надфильтровых труб, внутри

которых размещен насос. Для откачки воды из скважин применяют артезианские турбинные насосы типа АТН, а также глубинные насосы погружного типа (с погружным электродвигателем).

Вакуумный способ водопонижения, при котором в зоне иглофильтра создается устойчивый вакуум, применяют для осушения мелкозернистых грунтов (пылеватых и глинистых песков, супесей, легких суглинков, илов, лессов), имеющих малые коэффициенты фильтрации (0,01-3 м/сут). при необходимости понижения УГВ до 7 м применяют установки вакуумного водопонижения (рис. 11.10) типа УВВ с легкими иглофильтрами, снабженными воздушными трубками, а при глубине понижения до 10-12 м - эжекторными иглофильтрами с обсыпкой. Эжекторные вакуумные водопонизительные установки типа ЭВВУ с вакуумными концентрическими скважинами позволяют достигать понижения уровня грунтовых вод до 20-22 м.

В установках УВВ для создания во всасывающем коллекторе устойчивого вакуума применяют водовоздушный эжектор, а для откачки воды - водоводяной эжектор. Они питаются рабочей водой, поступающей от центробежного насоса.

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией "СВН СОТРАНС"

Современное оборудование для водопонижения можно посмотреть и заказать на нашем сайте: <http://www.krepigrunt.ru>

8. Способы искусственного закрепления и замораживания грунтов.

Закрепление грунтов производится в целях повышения их прочности и устойчивости или придания им водонепроницаемости. Для этого используют способы цементации, глинизации, битумизации, силикатизации, смолизации и термического закрепления. В сложных гидрогеологических условиях применяют искусственное замораживание грунтов. гидрогеологических условиях применяют

искусственное замораживание грунтов.

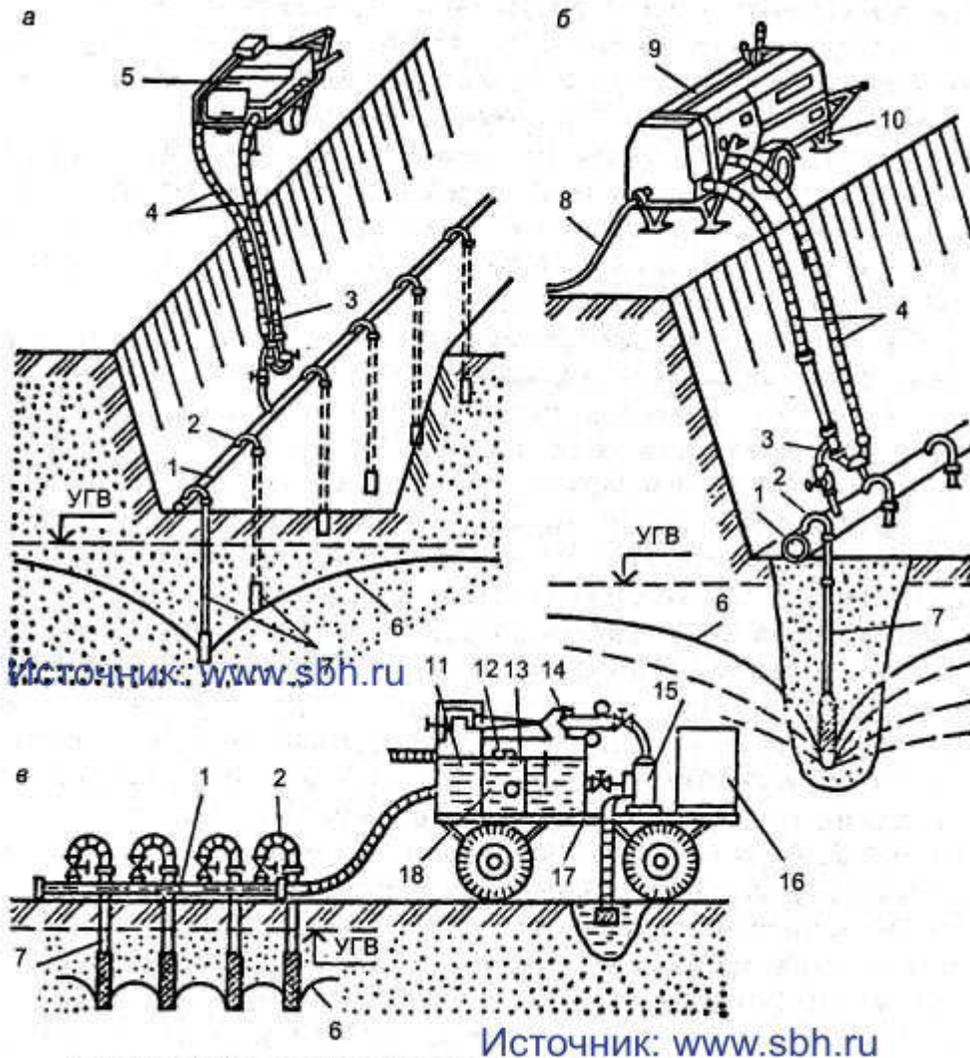


Рис. 11.10. Передвижные установки вакуумного водопонижения:

а - схема водопонижения с помощью установки ПУВВ-1М; б - то же, установки ПУВВ-3Д; в - установка ПУВВ-4; 1 - водосборный коллектор; 2 - соединительный рукав; 3 - водоструйный насос; 4 - рукава; 5 - передвижной насосный агрегат; 6 - кривая депрессии; 7 - иглофильтры; 8 - сбросной рукав; 9 - приводная станция; 10 - опоры; 11 - распределительная камера; 12 - датчик уровня; 13 -

вакуумная камера; 14 - агрегат водоструйного насоса; 15 - центробежный насос; 16 - двигатель внутреннего сгорания; 17 - ходовая часть; 18 - клапан

Цементацию, глинизацию, битумизацию трещиновых скальных, а также песчаных и гравелистых грунтов производят путем нагнетания в них заполняющих (тампонажных) растворов через инъекторы, установленные в пробуренных скважинах.

Для цементации применяют специальные составы цементных, цементно-песчаных или цементно-глинистых тампонажных растворов с использованием портландцемента марки не ниже 300, а для глинизации - глиносиликатные и бетонито-силикатные растворы. Нагнетают цементизированные и глинистые растворы под давлением до 10 МПа специальными насосами, а при давлении до 1,5 МПа - диафрагмовыми насосами.

Растворы в закрепляемые грунты нагнетают гидравлическими или пневматическими способами с использованием при первом из них насосов высокого давления, а при втором - компрессоров (нагнетание сжатым воздухом). Однако на практике чаще применяют гидравлический способ с нагнетанием раствора по циркуляционной и нажимной (бесциркуляционной) схемам. При циркуляционной схеме (рис. 11.11, а) раствор в скважину подают под давлением, часть которого поглощается трещинами, а избыток его возвращается из скважины в растворосмеситель. При нажимной схеме раствор в скважину попадает по мере его поглощения трещинами.

Битумизацию грунтов с нагнетанием горячего битума производят насосами в пробуренные скважины с помощью установленных в них инъекторов, обеспечивающих подогрев битума в стволе скважины. Битум нагнетают с постепенным увеличением давления, обычно в несколько циклов, с перерывами для остывания битума.

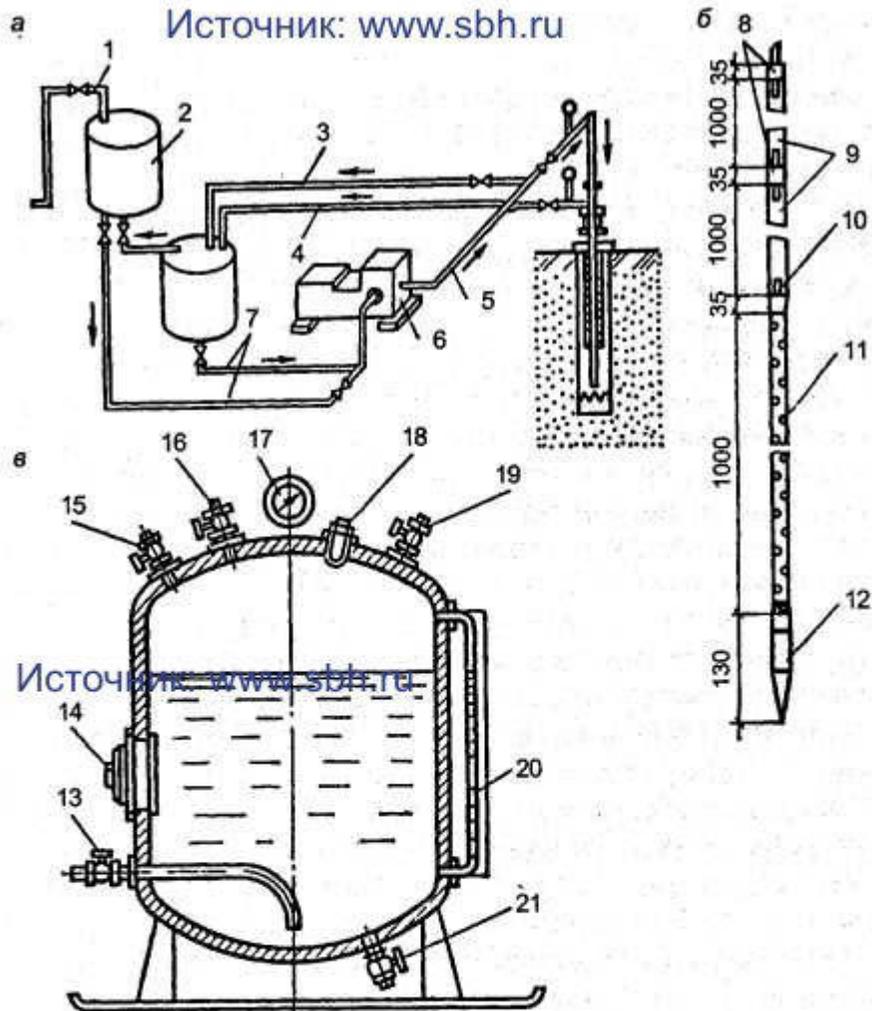
Силикатизацию и смолизацию грунтов производят путем нагнетания через систему инъекторов водных растворов силиката натрия или смолы с отвердителем.

Глубина нагнетания растворов зависит от способа погружения инъекторов, характера и степени однородности грунта. при силикатизации и смолизации песчаных грунтов растворы нагнетают вначале в первый ряд инъекторов, затем во второй и т.д., а в рядах нагнетание производят через один инъектор. При двухрастворной силикатизации жидкое стекло и раствор хлористого кальция нагнетают сначала в нечетные ряды инъекторов, а затем в четные. Каждый раствор нагнетают отдельным насосом; смешение их в баках, шлангах, насосах и инъекторах не допускается. Инъекторы после окончания работ извлекают из грунта гидравлическим домкратом или винтовым шарнирным станком.

Термическое закрепление грунтов осуществляют путем нагнетания в пробуренные скважины высокотемпературных газов. Способ применяют для упрочнения маловлажных посадочных грунтов. Максимальная температура в скважине не должна превышать

900-1000 град. С. При образовании трещин в грунте их заделывают местным грунтом с плотным утрамбовыванием.

Источник: www.sbh.ru



Источник: www.sbh.ru

Рис. 11.11. Искусственное закрепление и замораживание грунтов:

а - схема цементации грунтов; б - иньектор для силикатизации и смолизации грунтов; в - пневматическая установка непрерывного действия для силикатизации грунтов; г - схема замораживания грунтов; 1 - подача воды; 2 - растворосмеситель; 3 - возвратная труба при бесциркулярном способе нагнетания; 4 - то же, при циркулярном способе; 5 - нагнетательная труба; 6 - циркуляционный насос; 7 - всасывающие трубы; 8 - основной ниппель; 9 - глухое звено; 10 - переходный ниппель; 11 - перфорированное звено; 12 - наконечник; 13 - подача сжатого воздуха; 14 - люк; 15 - подача раствора к иньектору; 16 - вентиль регулирования давления; 17 - манометр; 18 - предохранительный клапан; 19 - подача рабочего раствора; 20 - водомерное стекло; 21 - контрольный вентиль; 22 - насос подачи рассола; 23 - испаритель; 24 - грязеуловитель; 25 - компрессор; 26 - маслоотделитель; 27 - манометрическая станция; 28 - конденсатор; 29 - замораживающая колонка; 30 - питающая труба; 31 - коллектор; 32 - распределитель; 33 - рассолопроводы

Искусственное замораживание грунтов заключается в создании искусственного прочного и водонепроницаемого ограждения в плане любой формы из замороженного грунта, препятствующего проникновению грунтовой воды или водонасыщенных неустойчивых грунтов в котлован при производстве строительных работ. Для замораживания грунтов по периметру котлована через толщу водоносных грунтов бурят скважины с заглублением на 2-3 м в водоупорный слой, а затем в скважины опускают замораживающие трубы (колонки), нижний конец которых герметически заварен в виде конуса. В колонку опускают трубы меньшего диаметра (питающие) с открытым нижним концом, не достигающим до дна на 40-50 см. Питающие трубы колонок подключают к специальным трубам - рассолопроводам, соединенным с замораживающей (холодильной) станцией. По трубам и колонкам циркулирует раствор хлористого кальция (рассол), обладающий способностью оставаться в жидком состоянии при отрицательных температурах (рис. 11.11, г). На замораживающей станции рассол охлаждают и насосом нагнетают в распределитель, откуда он равномерно распределяется по питающим трубам колонок. Достигнув дна колонки, рассол под давлением поднимается вверх по зазору между питающей трубой и замораживающей колонкой. при этом происходит теплообмен, т.е. рассол отнимает тепло у грунта, окружающего колонку, понижает его температуру и постепенно его замораживает. Затем рассол снова поступает в коллектор и на замораживающую станцию для нового охлаждения, и цикл повторяется. В результате вокруг каждой колонки образуется массив замороженного грунта в виде цилиндров, объем которых в процессе дальнейшего замораживания увеличивается, и они, смерзаясь, образуют сплошной и замкнутый массив замороженного грунта вокруг котлована. Чтобы он не размораживался, холодильная станция должна работать в течение всего периода строительства.

В качестве хладагента в холодильных станциях используют в основном аммиак, редко фреон или жидкий азот. Толщину стен и объем ледогрнтового ограждения, а также мощность холодильной установки (станции) определяют статическими и теплотехническими расчетами. Расстояние между замораживающими колонками по периметру котлована принимают при однорядном их расположении 1-1,5 м, а между рядами (при многорядном расположении) - 2-3 м.

9. Выбор одноковшового экскаватора для устройства выемок.

Выбор экскаватора производят в зависимости от вида земляных работ на объекте. Первоначально *тип экскаватора*, требуемый для конкретного случая, устанавливают после изучения вида, размера, конфигурации и объема выемки, основных характеристик грунтов и трудоемкости их разработки; наличия и характера грунтовых вод и рекомендуемого способа понижения их уровня; технологических особенностей и условий выполнения земляных работ, а также с учетом области применения (вид и условия работы) сменного оборудования одноковшовых экскаваторов. Если окажется, что для выполнения одной и той же работы равнозначно подходят два, три и более типов сменного оборудования, то предпочтительно делать выбор в следующем порядке: прямая лопата, драглайн, обратная лопата, погрузчик и др.

Далее, исходя из требований максимальной выработки механизма, определяют необходимый *объем ковша экскаватора*. Выработка механизма в основном определяется продолжительностью рабочего цикла и количеством грунта, разрабатываемого за один цикл. Следовательно, при выборе экскаватора объем ковша должен быть максимальным, а время для его наполнения - минимальным. Выполнение этих требований в конкретных условиях обеспечивается, когда ковш определенного объема в процессе выработки грунта в откосе будет за одно движение наполняться с верхом в момент выхода его из забоя на поверхность. Такое наполнение ковша будет в основном зависеть от его объема, трудоемкости разработки грунта и глубины копания. Эта взаимосвязь установлена опытным путем и приведена в табл. 11.8 и 11.9.

Таблица 11.8 Наименьшая высота забоя, $H_{з.м}$, обеспечивающая наполнение ковша с верхом

Тип лопаты	Группа грунта	При вместимости ковша, м ³							
		0,4	0,5	0,8	1,0	1,6	2,0	3,0	4,0
Прямая лопата	I, II	1,5	1,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
	III	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	4,5	5	5,5
	IV	3,0	3,5	5,5	6	6	6,5	6,5	7
Обратная лопата	I, II	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	3	---	---
	III	1,8	2	2	3	3,5	4	---	---

Таблица 11.9 Длина пути волочения ковша на откосе забоя, L_n , м обеспечивающая наполнение его с верхом

Вместимость ковша драглайна, м ³	Для групп разрабатываемого грунта		
	I-II	III	IV-V
0,4	3	4	4,5
0,8	4	5	5,5

1,0	4	5,5	6
1,5	5	6	6,5
2,5	5,5	7	8

Зная глубину разработки выемки (Н), группу грунтов и тип экскаватора, можно определить наибольшую вместимость ковша. Учитывая особенность разработки грунта и наполнения ковша экскаватора с гидравлическим приводом, наименьшую высоту забоя можно принять выше на 30-40%. В этом случае требуемую вместимость ковша экскаватора определяют по табл. 11.8, исходя из условий величины глубины разработки.

Для определения наибольшей емкости ковша экскаватора-драглайна можно воспользоваться данными табл. 11.9.

Сначала длину откоса L_n находят в зависимости от глубины выемки (Н), и угла естественного откоса для конкретной группы грунта. Затем для полученного значения L_n по табл. 11.9 выбирают ковш наибольшей вместимости. После этого в зависимости от типа экскаватора и вместимости ковша по справочникам выбирают марку экскаватора с учетом требований к радиусу и высоте выгрузки грунта и условий проходимости экскаватора.

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

10. Расчет транспортных средств для отвозки грунта.

Для транспортировки грунта на расстояние свыше 0,5 км в комплекте с экскаватором могут быть использованы автосамосвалы, тракторы с прицепами и полуприцепами.

Необходимая грузоподъемность транспортных средств определяется в зависимости от объема ковша экскаватора, расстояния перевозки и объема разработки грунта.

При этом стремятся, чтобы вместимость кузова выбранного автосамосвала была равна 3-6 ковшам грунта.

Количество автосамосвалов или автопоездов N, необходимое для бесперебойной работы экскаватора,

$$N = P_э / (GnT)$$

где $P_э$ - эксплуатационная производительность экскаватора, м³/смен; G - объем грунта, перевозимого автосамосвалом за один рейс, м³; T - число часов работы экскаватора в смену; n - число рейсов в час;

$$n = 1/t_p = 1 / \frac{2l}{v_r + v_n} + t_n + t_{раз}$$

где 1 - один час; t_p - продолжительность рейса; l - расстояние от забоя до места выгрузки, км; v_r , v_n - скорость соответственно груженого и порожнего автосамосвалов, км/ч; t_n , $t_{раз}$ - время погрузки и разгрузки с учетом маневровых операций, ч.

Источник: Б.Ф. Белецкий, "Технология и механизация строительного производства" 2003
Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["SBH СОТРАНС"](#)

Содержание статьи:

- [1. Виды прокладки трубопроводов.](#)
- [2. Подготовка траншей. Устройство естественных и искусственных оснований под трубопроводы.](#)
- [3. Выбор кранов для прокладки трубопроводов.](#)
- [4. Подбор грузозахватных приспособлений.](#)
- [5. Способы прокладки трубопроводов по заданному направлению и уклону.](#)
- [6. Совмещенная прокладка трубопроводов.](#)
- [7. Прокладка трубопроводов в зимних условиях.](#)
- [8. Требования к качеству прокладки трубопроводов и основные правила охраны труда.](#)

1. ВИДЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ.

При устройстве современных систем водоснабжения и водоотведения прокладывают самотечные и безнапорные (самотечные) трубопроводы из различных видов труб.

Расположение трубопроводов в плане в целях экономии труб должно быть оптимально. По возможности их необходимо прокладывать по кратчайшему направлению при минимальном количестве искусственных сооружений (переходов, дюкеров), с тем, чтобы трубопроводы было легче эксплуатировать и ремонтировать. При прокладке подземных водоводов и сетей необходимо соблюдать установленные минимальные расстояния как между ними (при параллельной укладке), так и до других подземных и надземных сооружений и коммуникаций.

Расположение трубопроводов в профиле и виды их прокладки.

Расположение трубопроводов в профиле, т.е. по высоте или глубине, зависит от принятого вида их прокладки - открытого, скрытого или закрытого. *Открытым способом* трубы укладывают по существующим или специально возводимым конструкциям (стенам, опорам, эстакадам) или в проходных и в полупроходных каналах и коллекторах. Доступ для осмотра таких труб возможен как в процессе прокладки, так и их эксплуатации. *Скрытая прокладка труб* осуществляется в траншеях и непроходных каналах. Доступ к трубам возможен только в период строительства, а при эксплуатации — после разрытия грунта или вскрытия конструкций каналов. *Закрытым способом* трубы укладывают без разработки грунта — прокалыванием, продавливанием, горизонтальным бурением, щитовой или штольневой проходкой.

Технология строительства трубопроводов во многом зависит от их назначения и вида прокладки, от материала труб, их длины, диаметра, толщины стенок, наличия и вида изоляции, а также от обеспеченности строительства монтажными элементами (трубными секциями, плетями) и др. *Особенности монтажа трубопроводов* состоят в том, что их монтируют из отдельных элементов (труб) сравнительно небольшой длины,

в связи с чем приходится устраивать большое количество стыков (от 60 до 500 на 1 км трубопровод), что увеличивает трудоемкость и стоимость работ. Для снижения этих показателей осуществляют предварительное укрупнение труб в отдельные изолированные звенья или секции из двух, трех и большего числа труб. При этом трудоемкость монтажных работ сокращается в 2-4 раза. Монтаж трубопроводов сопряжен с необходимостью соединения труб или их секций в непрерывную нитку. Соединения труб бывают: сварные, клеевые, раструбные, фланцевые и муфтовые. Сваркой соединяют стальные, пластмассовые и стеклянные трубы, обеспечивая высокопрочные, плотные и жесткие стыки. Пластмассовые и стеклянные трубы соединяют также склеиванием. Раструбные соединения применяют для чугунных, керамических, железобетонных и пластмассовых труб. На фланцах (надвижных или приваренных) болтами соединяют различные трубы с прокладкой между фланцами резины, паро-нита и др. На муфтах соединяют металлические и неметаллические трубы. Общим недостатком устройства раструбных, фланцевых и муфтовых соединений является их высокая трудоемкость при больших затратах ручного труда.

Процесс прокладки трубопроводов заключается в установке и сборке на трассе монтажных узлов — труб (или их секций, плетей), фасонных частей, компенсаторов и арматуры - в проектное положение. При этом чем крупнее монтажный узел, тем меньше монтажных стыков и легче сборка трубопровода. Узлы комплектуют и испытывают на трубозаготовительных заводах или базах, где их покрывают изоляцией или окрашивают.

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

2. ПОДГОТОВКА ТРАНШЕЙ. УСТРОЙСТВО ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ПОД ТРУБОПРОВОДАМИ

Перед укладкой трубопровода проверяют глубину и уклоны дна траншеи, а также крутизну откосов. Если траншея устроена с [креплениями](#), то проверяют правильность их установки, обращая особое внимание на плотность прилегания щитов к стенкам траншей.

Необходимым условием для надежной эксплуатации трубопровода является укладка его на проектную отметку с обеспечением плотного его опирания на дно траншеи по всей длине, а также сохранность труб и их изоляции при укладке. Поэтому подготовке траншей к укладке труб следует уделять особое внимание. При прокладке трубопроводов в городских условиях траншею часто пересекают действующие подземные коммуникации (трубопроводы, кабели). Если они находятся ниже строящегося трубопровода, то это не осложняет его прокладку, а если выше, то необходимо принимать меры по заключению их в специальные короба с надежным креплением. Пряжки в траншеях для заделки раструбных и муфтовых стыковых соединений, а также сварки неповоротных стыков стальных труб отрывают для труб диаметром до 300 мм непосредственно перед их укладкой, а для труб больших

диаметров — за 1—2 дня до их укладки.

Трубопроводы в системах водоснабжения и водоотведения укладывают на естественное или искусственное основание.

При естественном основании трубы укладывают непосредственно на грунт ненарушенной структуры, обеспечивая поперечный и продольный профиль основания по проекту.

При несущей способности грунтов оснований менее 0,1 МПа (1 кгс/см²) необходимо устраивать искусственные основания — бетонные или железобетонные, сборные ленточные, свайные. Для увеличения плотности грунтов оснований широко применяют метод уплотнения.

Несущая способность труб в значительной мере зависит от характера опирания их на основании. Так, трубы, уложенные в грунтовое ложе с углом охвата 120°, выдерживают нагрузку на 30—40 % большую, чем трубы, уложенные на плоское основание. При укладке труб на искусственное бетонное основание с углом охвата 120° несущая способность труб повышается в 1,7 раза и более.

Кроме того, величина угла охвата для одних и тех же условий влияет на несущую способность труб.

Угол опирания, град.	0	30	60	90	120	150	180
Увеличение несущей способности, раз	1	1,1	1,21	1,32	1,41	1,47	1,5

Как видно из этих данных, увеличение угла опирания трубы более 120° является нецелесообразным.

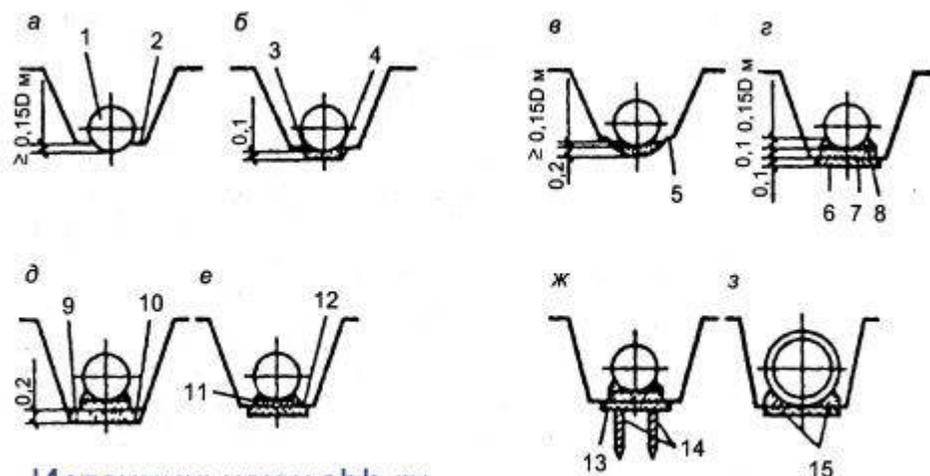
Таким образом, устройство основания — один из главных факторов, обеспечивающий долговечность и надежность эксплуатации трубопроводов. С увеличением диаметра трубопроводов это приобретает более важное значение, поскольку стоимость таких сооружений значительно возрастает.

При укладке железобетонных труб больших диаметров (1,5-3,5 м) в песчаных грунтах (рис. 18.1, а) устраивается ложе без нарушения естественной структуры грунта, которое должно охватывать 1/4 - 1/3 поверхности трубы. В глинистых грунтах (рис. 18.1, б) трубы укладывают на песчаные подушки толщиной 0,1—0,3 м. В тех случаях, когда трубопроводы прокладывают в твердых (скальных) грунтах (рис. 18.1, в), необходимо устройство песчаной подушки с тщательным уплотнением толщиной не менее 0,1 м над выступающими неровностями основания.

Для укладки труб в недостаточно устойчивых сухих грунтах на дно траншеи отсыпают слой из гравия, гравийно-песчаной смеси или песка толщиной не менее 0,1 м на всю ширину траншеи (рис. 18.1, г). На этом слое устраивают бетонную подливу в виде лотка высотой не менее 0,1 наружного диаметра трубы и толщиной в средней части ее не менее

0,1 м.

В водонасыщенных грунтах, хорошо отдающих воду, железобетонные трубы больших диаметров укладывают на бетонное основание,



Источник: www.sbh.ru

Рис. 18.1. Типы оснований под трубопроводы:

Рис. 18.1. Типы оснований под трубопроводы:

1 — труба; 2 — дно траншеи; 3 — ложе; 4 — песчаная подушка; 5 — скальное основание; 6— толь; 7— бетонная плита; 8— монолитный бетон; 9— щебеночное основание; 10— дренаж; 11 — железобетонная плита; 12— бетонное основание; 13 — плита ростверка; 14 — железобетонные сваи; 15 — сборная плита

располагаемое на гравийно-песчаной или щебеночной подготовке толщиной 0,20-0,25 м с устройством в ней дренажной линии (рис. 18.1, д). В грунтах и пльвунах, плохо отдающих воду, бетонное основание укладывают на железобетонные плиты, которые, в свою очередь, кладут на щебеночную подготовку (рис. 18.1, е).

Если водонасыщенные грунты содержат органические включения или являются слабыми и могут вызывать неравномерные осадки, устраивают жесткие основания в виде ростверков на сваях (рис. 18.1, ж).

Железобетонные трубы диаметром 2-3,5 м рекомендуется укладывать на сборные основания (лекальные блоки или плиты с подбетонкой стула). Кроме того, под такие трубы основания выполняются также из плит и брусьев, соединяемых между собой сваркой, с замоноличиванием стыка бетоном (рис. 18.1, з). При прокладке трубопроводов в сухих пучинистых грунтах искусственное основание под ними выполняют в виде песчаной подушки слоем 0,20-0,25 м на предварительно уплотненном пучинистом грунте.

В последнее время разработан ряд механизмов для устройства прямых и выкружки, сопряженных с базовой машиной, передвигающейся по дну траншеи.

Для прокладки железобетонных трубопроводов диаметром 1400— 2000 мм создана машина МВ-15 на базе трактора Т-130БГ-1, которая производит планировку дна, нарезку ложа и отрывку прямых глубиной 0,35 и 0,5 м, стыковку труб и протаскивание центратора.

Согласно СНиПу основание под трубопроводы должно быть принято заказчиком и оформлено актом на скрытые работы. В процессе устройства основания необходимо проверять соответствие продольного и поперечного уклонов проектным данным путем нивелирования дна траншеи. При устройстве ложа необходимо шаблоном проверять его глубину и угол охвата. При гравийно-щебеночном основании измеряют толщину его отдельных участков.

При устройстве бетонного основания проверяют все его элементы: толщину и высоту на уровне лотка трубы, марку бетона. В железобетонных монолитных основаниях контролируют укладку арматуры и соответствие ее проекту. При производстве работ в зимнее время необходимо следить, чтобы в момент укладки грунт не был проморожен.

3. ВЫБОР КРАНОВ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ

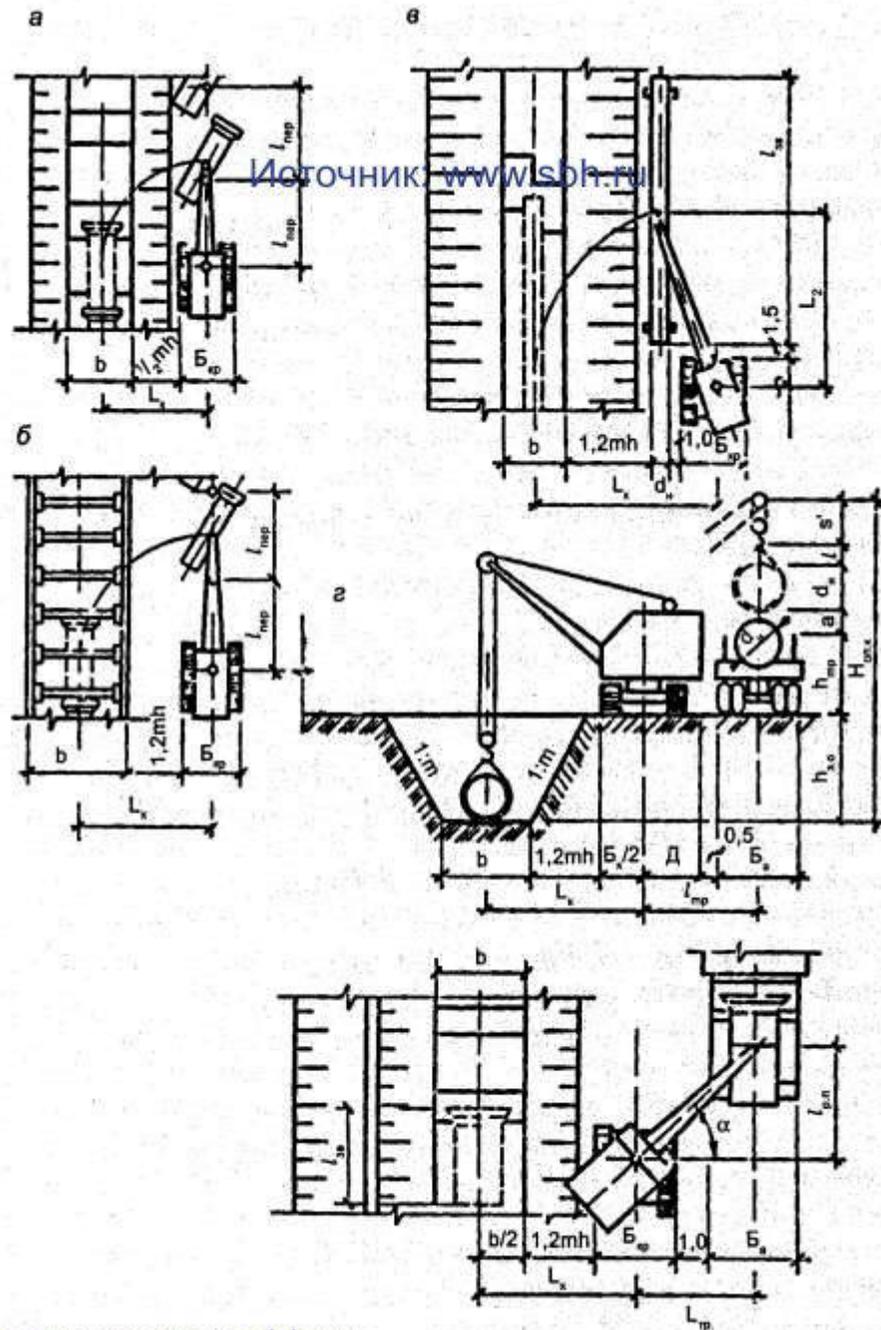
Как и в случае выбора кранов для монтажа строительных конструкций, краны для прокладки трубопроводов также выбирают в два этапа. Вначале, на I этапе выбирают несколько технически пригодных типов или марок кранов по вылету их крюка и грузоподъемности, а на II этапе по технико-экономическим показателям вариантов кранов выбирают наиболее экономичный, который и принимают для трубоукладочных работ.

Но еще до I этапа выбора кранов необходимо в принципе уточнить тип необходимых кранов, который определяют по способу прокладки труб. При этом следует иметь в виду, что для прокладки стальных магистральных трубопроводов, особенно больших диаметров, удлиненными секциями или плетями, целесообразно использовать краны-трубоукладчики, главной особенностью которых является жесткое крепление грузоподъемной стрелы сбоку. Такие краны являются неповоротными.

Для прокладки трубопроводов отдельными трубами из чугунных, а также железобетонных, керамических и асбестоцементных труб с раскладкой их на берме траншеи, когда в процессе их укладки требуется поворот стрелы крана с трубой к траншее, применять краны-трубоукладчики практически невозможно. В этом случае следует избирать мобильные стреловые краны — автомобильные, пневмоколесные или гусеничные нужной грузоподъемности. При выборе типа применяемых кранов необходимо также учитывать, что вылет крюка у кранов-трубоукладчиков по сравнению со стреловыми ограничен (5,0-7,5 м), что затрудняет их использование даже при прокладке стальных магистральных трубопроводов плетями при большой глубине траншей, когда требуются краны с большими вылетами крюка (до 10-14 м и более). Выбрав для каждого конкретного случая прокладки трубопроводов с учетом вышеуказанных рекомендаций тип кранов, переходят к I этапу их непосредственного выбора по техническим показателям.

Расчет рабочих параметров для выбора крана (I этап). Вначале определяют возможную

схему его работы, т.е. положение крана относительно траншеи, а затем минимальный вылет крюка, т.е. наименьшее расстояние от оси его вращения (для кранов-трубоукладчиков - от крайней гусеницы) до оси трубопровода.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 18.2. Схема определения рабочих параметров крана при прокладке труб;

Рис. 18.2. Схема определения рабочих параметров крана при прокладке труб;

Технология прокладки трубопроводов из неметаллических труб.

Источник: Б.Ф. Белецкий, "Технология и механизация строительного производства" 2003
Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["SBH СОТРАНС"](#)

Содержание статьи:

- [1. Виды неметаллических труб и преимущества их применения.](#)
- [2. Монтаж керамических трубопроводов.](#)
- [3. Монтаж асбестоцементных трубопроводов.](#)
- [4. Монтаж бетонных и железобетонных трубопроводов.](#)
- [5. Монтаж трубопроводов из полимерных \(пластмассовых\) труб.](#)

1. ВИДЫ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ И ПРЕИМУЩЕСТВА ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Для прокладки сетей водоснабжения и водоотведения рекомендуется в первую очередь использовать неметаллические трубы, учитывая их преимущества перед металлическими. Главным недостатком металлических, особенно стальных, труб является их недолговечность при эксплуатации вследствие их коррозии. Применяемые в настоящее время различные меры защиты труб от коррозии лишь замедляют этот разрушительный процесс, но полностью остановить его не могут. Скорость разрушения стенок стальных труб вследствие коррозии иногда достигает 1 мм толщины стенки в год и если иметь в виду, что для устройства систем водоснабжения и водоотведения используют трубы с толщиной стенки порядка 8—10 мм, то можно подсчитать довольно низкий срок службы стальных труб, что и подтверждается практикой. И это еще без учета воздействия на трубы электрокоррозии от воздействия блуждающих токов, образующихся вблизи трасс движения электротранспорта (электрифицированных железных дорог, трамвай, троллейбус и др.) или вблизи линий ЛЭП высокого напряжения. Указанные блуждающие токи вызывают так называемую «точечную» коррозию, в результате чего в трубе образуются сквозные отверстия, которые выводят водопроводы из строя за очень короткое время. Хотя имеются способы защиты труб от электрокоррозии, но не всегда удается полностью предотвратить подобное разрушение стальных труб.

Вторым не менее важным недостатком стальных труб при использовании их в системах водоснабжения является то, что при эксплуатации с течением времени они внутри «зарастают» отложениями, шероховатость внутренних стенок труб увеличивается и, соответственно, возрастают гидравлические сопротивления, а вследствие этого пропускная способность водоводов снижается. Попытка ее восстановления путем увеличения напора за счет замены насосов насосной станции на более мощные, приводит часто к порывам на сетях трубопроводов и отключению водопотребителей. На ликвидацию аварий расходуется много средств, труда и материальных ресурсов.

Кроме этого в случае применения стальных труб для систем водоснабжения, а иногда и водоотведения происходит нерациональное использование дефицитного металла, из которого можно было бы изготовить узлы и детали различных машин и механизмов, вместо того, чтобы в виде труб его закапывать в землю и обрекать на сравнительно быстрое разрушение грунтовой и электрокоррозией.

Учитывая все это, Госстрой РФ принял решение о преимущественном использовании для сетей водоснабжения и водоотведения различных видов неметаллических труб, не подвергающихся коррозии и не зарастающих внутри.

Сортамент неметаллических труб, используемых в водопроводном строительстве, включает различные их виды, в том числе: керамические, асбестоцементные, бетонные и железобетонные, полиэтиленовые, винипластовые и др. Поскольку сортамент неметаллических и металлических труб приводится в специальных справочниках (см. список литературы), в

данном учебнике он не приводится.

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

2. МОНТАЖ КЕРАМИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Керамические трубопроводы в основном служат целям водоотведения и являются безнапорными, т.е. самотечными. Поэтому при прокладке таких труб особую важность приобретают требования укладки их точно по проектному уклону.

Перед укладкой доставленные на строительство керамические трубы подвергают приемке и проверке их качества. При этом следят, чтобы трубы имели круглую форму сечения (овальность ствола и раструба трубы не должна превышать установленных пределов). Они по всей длине должны быть прямолинейными, не иметь трещин и отколов. Торцовые плоскости труб должны быть перпендикулярными. Трубы, имеющие трудноустраняемые дефекты, отбраковывают.

Укладка трубопровода. Монтаж керамических трубопроводов ведут как отдельными трубами, так и укрупненными звеньями (секциями) в две, три, пять труб при общей длине секции не более 8 м. Укладку трубопроводов производят сверху вниз по уклону, начиная от смотрового колодца раструбами против течения сточной жидкости (см. рис. 18.5).

Укладка трубопроводов отдельными трубами. Трубы укладывают на подготовленное и тщательно спланированное основание с соблюдением заданного уклона по ходовой визирке. Первую трубу укладывают на полушку (основание) смотрового колодца раструбом вверх, т.е. «от колодца». Закрепив надежно первую трубу, укладывают последующие, соединяя их с помощью раструбов. Правильность уклонов проверяют нивелиром, а прямолинейность оси в горизонтальной плоскости — шнуром. Лотки уложенных труб должны совпадать и не образовывать уступов. Опускаемую трубу заводят гладким концом в раструб уложенной трубы, оставляя зазор 5-6 мм для труб диаметром до 300 мм и 8-9 мм для труб большего диаметра. Стыковые соединения трубопроводов из керамических труб уплотняют пеньковой смоляной или битумизированной прядью с последующим устройством замка из асфальтовой мастики, цементного раствора или асбестоцементной смеси. Прядь обвивают вокруг трубы не менее двух раз, а затем уплотняют конопаткой (без ударов молотком). Она при этом должна занимать $1/3-1/2$ раструба (рис. 19.1, а), а остальную его часть заполняют мастикой. Доставленную на место работ мастику перед заливкой подогревают до температуры 160— 170°C. Для удобства заливки стыков к трубам крепят специальные металлические обоймы (рис. 19.1, б), состоящие из двух шарнирно соединенных половинок. Обойму смазывают тонким слоем глины (чтобы не прилипла мастика) и устанавливают на трубу вплотную к раструбу. Стык заливают без перерыва через летник с одной стороны, чтобы с другой выходил воздух. После остывания мастики в стыке обойму снимают. Пример стыка труб с заделкой цементным раствором показан на рис. 19.1, в.

Укладка трубопроводов звеньями. Для ускорения процесса укладки труб в траншею и заделки их стыков производят их предварительную укрупнительную сборку в звенья (секции) по две, три и пять труб. Укладка звеньев из двух-трех труб диаметром до 250 мм может быть осуществлена вручную. При укладке звеньев труб больших диаметров применяют стреловые краны и специальные траверсы, которые обеспечивают горизонтальное положение звеньев при опускании.

Для ускорения работ по заделке стыков при сборке звеньев на трассе или по укладке отдельных труб в траншею иногда к керамическим трубам приделывают заранее кольца конической формы из асфальтовой мастики на внутренней поверхности раструба и на внешней поверхности другого конца трубы (рис. 19.1, д). Перед стыкованием таких труб асфальтовые кольца в раструбе и на концах труб покрывают расплавленным горячим битумом или обильно смазывают каким-либо растворителем (бензином, бензолом), размягчающим поверхность мастиковых колец. Благодаря конической форме прилитых асфальтовых колец и размягченности их поверхности возможно свободное соединение труб так называемым холодным способом. После испарения растворителя и отверждения размягченной мастики получается прочный и герметичный стык труб. Общая схема

прокладки трубопровода из керамических труб приведена на рис. 19.2.

3. МОНТАЖ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Приемка и проверка качества труб. Трубы должны поставляться заводами-изготовителями комплексно с муфтами и резиновыми уплотнительными кольцами. Все трубы и муфты при поступлении на приобъектный склад должны быть тщательно проверены и при обнаружении дефектов отбракованы. К месту монтажа завозят только те трубы, муфты и другие соединительные части, которые прошли осмотр и приемку.

Раскладка труб вдоль траншеи перед монтажом производится на расстоянии не ближе 1 м от ее бровки. Трубы диаметром до 150 мм допускается раскладывать на трассе в штабеля высотой до 1 м, располагаемых друг от друга на расстоянии не более 100 м. Муфты также раскладывают в штабеля. Трубы больших диаметров доставляют непосредственно к месту укладки и раскладывают на берме траншеи таким образом, чтобы в процессе трубоукладочных работ не возникало необходимости в дополнительных их перемещениях вдоль траншеи.

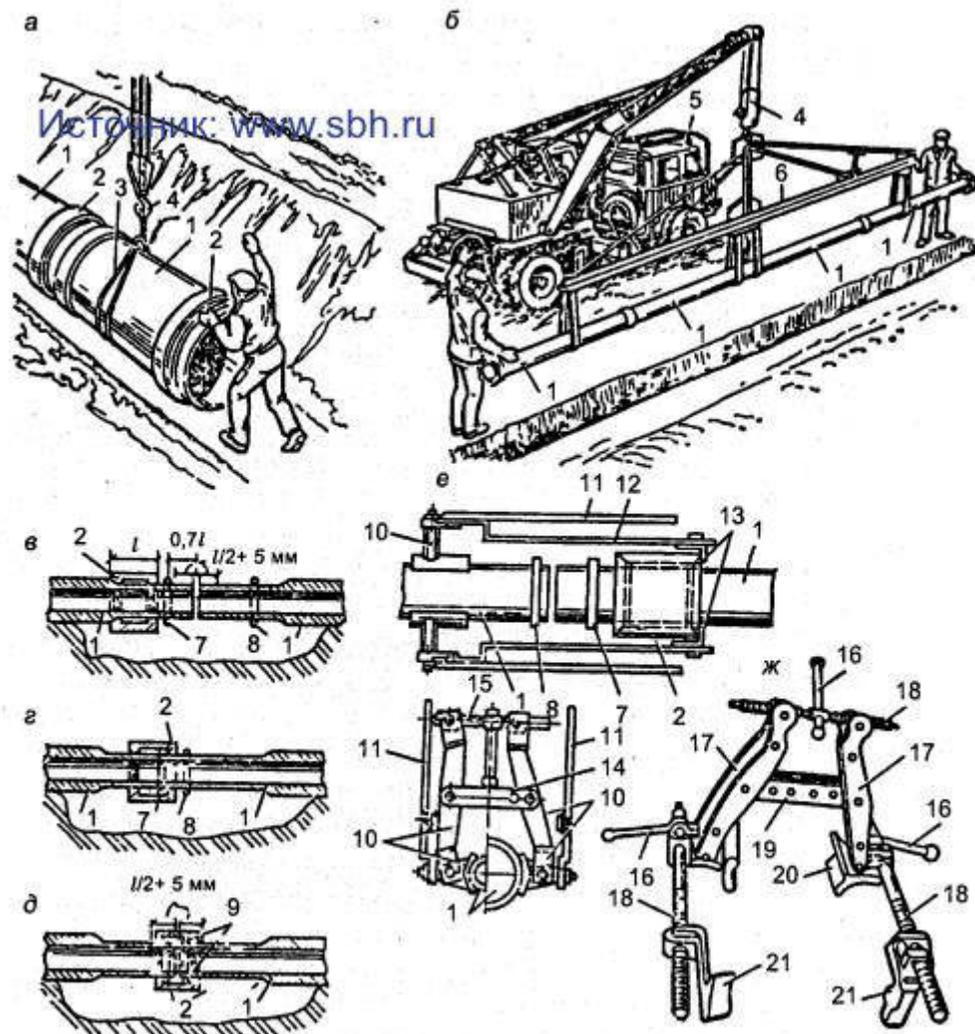
Монтаж напорных трубопроводов на рабочее давление до 0,6 МПа ведут с применением двухбуртных асбестоцементных муфт и с уплотнением их резиновыми кольцами круглого сечения, а на давление до 0,9 МПа - с применением таких же муфт и резиновых колец или чугунных фланцевых муфт с резиновыми кольцами. При монтаже асбестоцементных напорных трубопроводов на давление до 1,2 МПа трубы соединяют только на чугунных фланцевых муфтах с резиновыми кольцами.

Монтаж трубопроводов из труб малых диаметров (до 150 мм) ведут в основном вручную с опусканием их, а также соединительных частей на дно траншеи без всяких приспособлений, если глубина ее не превышает 3 м. При более глубоких траншеях, имеющих крепления, трубы опускают с помощью каната или мягкого троса, продетого в трубу. Трубы диаметром 200-300 мм переносят со штабелей и опускают на дно неглубокой траншеи на лямках, а при глубине траншеи более 3 м и креплениях - с помощью продетого через трубу каната или мягкого троса. Трубы диаметром более 300 мм укладывают по возможности ближе к бровке траншеи, после чего подкатывают к бровке и опускают с помощью автомобильных или пневмоколесных кранов (рис. 19.3, а). В целях ускорения монтажа труб малых и средних диаметров их до укладки укрупняют в секции по несколько штук (до четырех), а затем опускают их в траншею краном с помощью специальных траверс (рис. 19.3, б), исключающих возможность нарушения герметичности муфтовых стыковых соединений.

Монтаж трубопроводов на асбестоцементных двухбуртных муфтах с резиновыми кольцами круглого сечения производят в такой последовательности. Вначале на конец ранее уложенной трубы надевают муфту и резиновое кольцо, а на конец присоединяемой укладываемой трубы — второе резиновое кольцо. Муфту надевают так, чтобы ее более широкий край (с рабочим скошенным буртиком) был обращен к стыку. После того как муфта и резиновое кольцо надеты, укладываемую трубу вплотную придвигают к ранее уложенной (рис. 19.3, и) и производят их центрирование. Отцентрированные трубы фиксируют присыпкой грунтом в средней части, а затем на концах труб мелом намечают места установки колец до начала и после окончания монтажа стыка (рис. 19.3, в). Монтаж муфт производят с помощью специальных приспособлений — рычажного домкрата (см. рис. 19.3, е) или, если необходимо большее усилие, винтового домкрата и винтового натяжного устройства (см. рис. 19.3, ж). Основные этапы монтажа муфтового соединения труб показаны на рис. 19.3, в—д. Правильность положения резиновых колец после монтажа муфты проверяют шаблоном или линейкой. Кольца должны располагаться за рабочим буртиком.

Монтаж трубопроводов на асбестоцементных муфтах САМ с резиновыми самоуплотняющимися кольцами фигурного сечения получил в последнее время широкое распространение. Монтаж труб на муфтах САМ производят двумя способами. При первом (рис. 19.4, а, б) на укладываемую трубу надвигают муфту до сделанной на этой трубе отметки на расстоянии (L-

$C)/2$ от торца трубы, где L — длина муфты, C — размер зазора между трубами (рис. 19.4, а), после чего с помощью монтажного приспособления трубу вместе с муфтой придвигают в сторону уложенного трубопровода до тех пор, пока конец последней уложенной трубы не войдет в муфту на глубину $(L-C)/2$ (рис. 19.4, б). Для того чтобы в процессе монтажа муфта не сдвинулась, у ее торца устанавливают упорный (переносной) хомут. При втором способе (рис. 19.4, в, г) на укладываемую трубу муфту надвигают на всю ее длину (рис. 19.4, в), а затем трубу центрируют с ранее уложенной и с помощью монтажного приспособления муфту укладываемой трубы передвигают на уложенную до имеющейся на ней отметки $(L-C)/2$ (рис. 19.4, г).



Источник: www.sbh.ru

Источник: www.sbh.ru

Рис. 19.3. Способы монтажа трубопроводов из асбестоцементных труб:

Рис 19.3. Способы монтажа трубопроводов из асбестоцементных труб :
 а — монтаж отдельных труб ; б — монтаж секций из нескольких труб краном с помощью специальной траверсы ; в , г , д — этапы монтажа муфтового соединения труб (в — разметка стыка и начальное положение первого резинового кольца ; г — промежуточный этап монтажа и начальное положение второго кольца ; д — стык в смонтированном состоянии) ; е — рычажный натяжной домкрат ; ж — винтовой домкрат ; 1 — трубы ; 2 — двухбуртная муфта ; 3 — строп ; 4 — крюк крана ; 5 — кран ; 6 — траверса с мягкими полотенцами ; 7 — первое резиновое кольцо ; 8 — второе кольцо ; 9 — места заделки цементным раствором ; 10 — станина с зажимом ; 11 — рычаги ; 12 — тяги ; 13 — захваты ; 14

— распорная планка ; 75 —затяжной винт ; 16 — рукоятка ; 17 —корпус ; 18 — винты ; 19 — планка ; 20 — зажимы ; 21 — лапки

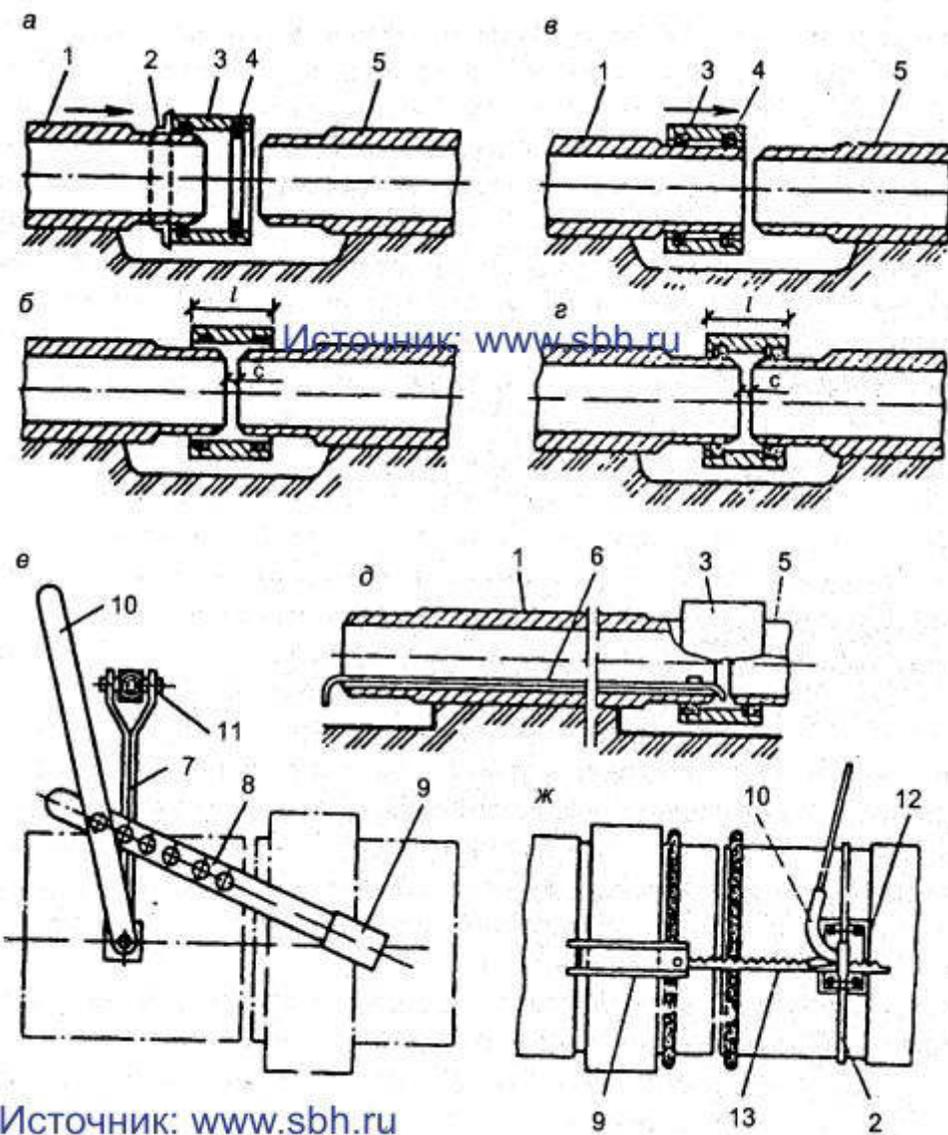


Рис. 19.4. Монтаж асбестоцементных труб на муфтах САМ с резиновыми самоуплотняющимися кольцами:

Рис. 19.4. Монтаж асбестоцементных труб на муфтах САМ с резиновыми самоуплотняющимися кольцами:

1 — укладываемая труба ; 2 — упорный хомут ; 3 — муфта САМ ; 4 — резиновое кольцо ; 5 — уложенный трубопровод ; 6 — переносная штанга ; 7 — корпус ; 8 — тяга ; 9 — захват ; 10 — рычаг ; 11 — стяжной винт ; 12 — упорный башмак ; 13 — рейка

При этих двух способах монтажа муфта может быть первоначально надета и на уложенную трубу. Для обеспечения требуемого зазора между соединяемыми трубами применяют переносную штангу (рис. 19.4, д), удаляемую из трубы после монтажа стыка. Для монтажа стыковых соединений асбестоцементных труб наряду с показанным на рис. 19.3, ж винтовым домкратом используют также рычажный домкрат (рис. 19.4, е) и рычажно-реечное приспособление (рис. 19.4, ж). В целях механизации данного процесса применяют также специальное устройство, выполняющее захват и опускание труб в траншею, а также стыковку их с помощью муфт САМ. Устройство является сменным навесным оборудованием к одноковшовому экскаватору и с его помощью можно вести монтаж труб диаметром 300-500 мм. Эффективным также является навесное оборудование к трактору «Беларусь» типа «механическая рука», которое захватывает трубу с надетой муфтой, опускает на дно траншеи, центрирует и надвигает муфту на ранее уложенную трубу.

Устройство для монтажа муфтовых и раструбных трубопроводов (рис. 19.5) выполнено в виде подвешенной к стреле крана рамы с размещенными в ее средней части торцовым управляемым цилиндром, торцовым захватом подачи трубы и по концам — челюстными захватами трубы и трубопровода. Каждый из захватов представляет собой шарнирно присоединенные к раме двуплечие рычаги и воздействующий на них силовой цилиндр.

На раме укреплены получающие движение от силовых цилиндров кривошипно-шатунные механизмы.

Для обеспечения центрирования к раме продольно снизу прикреплены центрирующие швеллеры, взаимодействующие с трубопроводом и трубой перьями своих полок. Для предварительной ориентации устройства с трубой относительно трубопровода предназначены кронштейны, укрепленные на раме.

Монтаж трубопроводов на чугунных муфтах с резиновыми кольцами круглого и трапециевидного сечения производят с соблюдением правил устройств фланцевых соединений, т.е. путем постепенного завинчивания гаек, расположенных на концах взаимно перпендикулярных диаметров, с тем, чтобы не произошло перекоса фланцев. После разметки на уложенную асбестоцементную трубу надевают один фланец, одно резиновое кольцо и втулку муфты. Перед укладкой следующей трубы на нее также надевают фланец и резиновое кольцо, а затем после укладки ее на дно траншеи переходят к сборке стыка. Степень уплотнения резины регулируется натяжением болтов при подтягивании гаек в установленном порядке.

Источник: www.sbh.ru

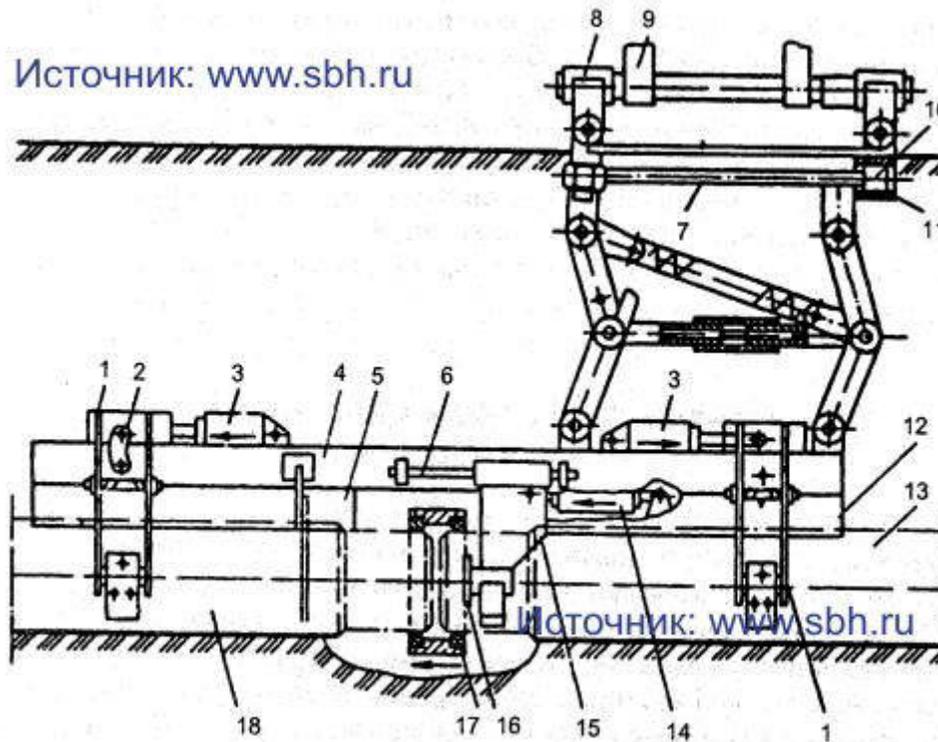


Рис. 19.5. Устройство для монтажа асбестоцементных труб:

Рис. 19.5. Устройство для монтажа асбестоцементных труб:

1 — челюстные захваты трубы; 2 — кривошип; 3 — силовой цилиндр; 4 — рама; 5, 12 — центрирующие швеллеры; 6 — направляющие; 7 — горизонтальный стержень; 8 — кронштейны; 9 — стрела крана; 10 — ролик; 11 — роликовая дорожка; 13 — труба; 14 — торцевой управляемый силовой цилиндр; 15 — торцевой захват; 16 — толкающие винты; 17 — муфта; 18 — трубопровод

Монтаж безнапорных трубопроводов ведут с применением безнапорных асбестоцементных труб и цилиндрических муфт. При этом вначале на ранее уложенную трубу надевают цилиндрическую муфту, предварительно сделав разметку фактического положения ее после сборки стыка, на каждом из концов соединяемых труб. Укладываемую трубу опускают в траншею и придвигают к уже уложенной, оставляя зазор как и при двухбуртных муфтах, после чего ее центрируют и выверяют по визирке, шнуру и отвесу. Далее на конец этой трубы устанавливают разъемный деревянный шаблон, на который надевают муфту, чтобы середина ее находилась на стыке, а шаблон заходил в муфту на половину ее длины. В зазор между муфтой и ранее уложенной трубой закладывают пеньковую смоляную прядь и уплотняют ее конопатками. Оставшуюся часть стыкового зазора заделывают асбестоцементным раствором. После заделки половины стыка снимают шаблон и заделывают вторую половину стыка со стороны вновь уложенной трубы. При прокладке безнапорных трубопроводов на цилиндрических муфтах трубы соединяют с заделкой асфальтовой мастикой или цементным раствором без чеканки, но для получения стыка повышенной прочности цементный или асбестоцементный раствор зачеканивают.

4. МОНТАЖ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Бетонные и железобетонные трубы укладывают на естественное или искусственное основание. Стыки напорных труб (раструбные или муфтовые) заделывают резиновыми уплотнительными кольцами, а безнапорных (раструбные или фальцевые) - смоляной или битумизированной прядью, асбестоцементным или цементным замком, а также асфальтовой мастикой. Перед укладкой труб в траншею их так же, как и муфты, в ходе приемки подвергают наружному осмотру для выявления дефектов и проверки размеров.

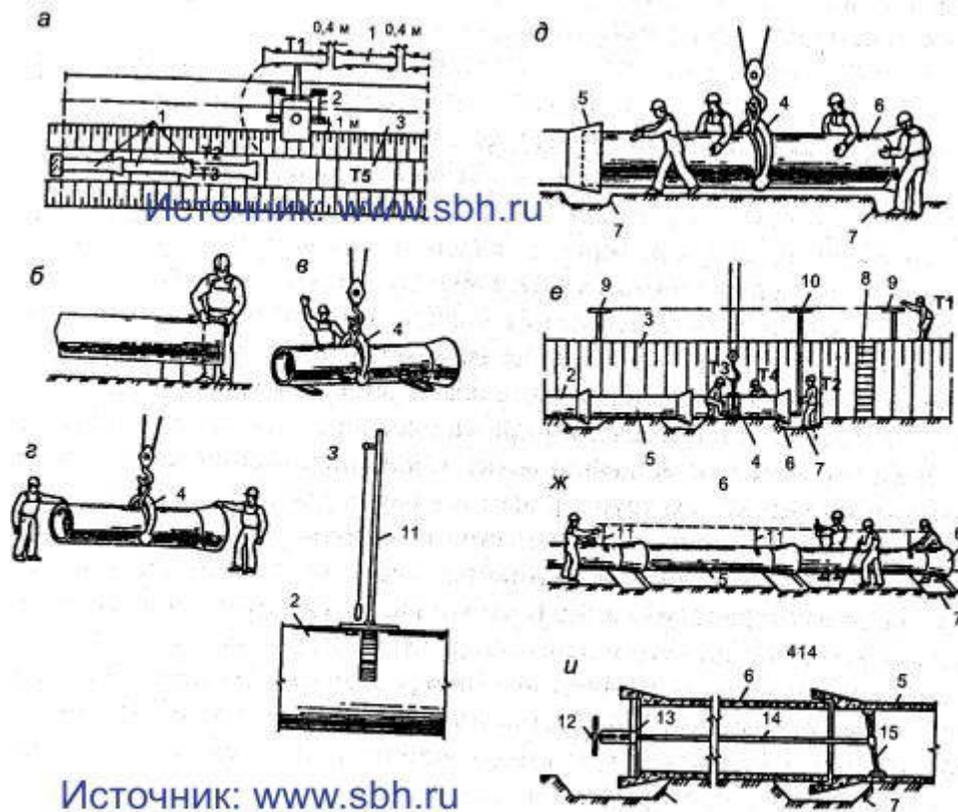
Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

Бетонные и железобетонные трубы раскладывают вдоль траншеи различными способами (перпендикулярно к траншее, под углом и др.), выбор которых зависит от типа и грузоподъемности применяемых монтажных кранов.

Монтаж напорных трубопроводов. Напорные трубопроводы монтируют из раструбных и гладких железобетонных напорных труб на муфтовых соединениях, что вносит разнообразие в технологию работ по их прокладке.

Монтаж трубопроводов из раструбных труб ведут в такой последовательности: доставка труб и раскладка их вдоль траншеи, подача их на место укладки, подготовка конца трубы и установка на него резинового кольца; введение его вместе с кольцом в раструб ранее уложенной трубы; придание уложенной трубе проектного положения- окончательная заделка стыка; предварительное испытание готового не засыпанного участка трубопровода (а при трубах больших диаметров только стыковых соединений); засыпка этого участка; окончательное его испытание.

Монтаж труб ведут стреловыми кранами, причем трубы с бермы траншеи подают раструбами вперед по ходу монтажа и обязательно против течения жидкости. Перед укладкой первой трубы в начале трассы устанавливают бетонный упор, обеспечивающий устойчивое положение первым двум-трем трубам при их соединении в раструб. Рекомендуемая схема расстановки механизмов, рабочих-монтажников и раскладки труб при монтаже трубопроводов показана на рис. 19.6, а. При укладке трубы вначале по шаблону отмечают на ее гладком конце глубину заводки его в раструб уложенной трубы. Установив кран посередине укладываемой трубы и застропив ее полуавтоматическим захватом (рис 19.6, г, в, д) или с помощью стропов, либо траверсы, трубу подают в траншею (рис. 19.6, д, е).



Источник: www.sbh.ru

Рис 19.6. Основные рабочие операции при монтаже трубопровода из железобетонных раструбных труб:

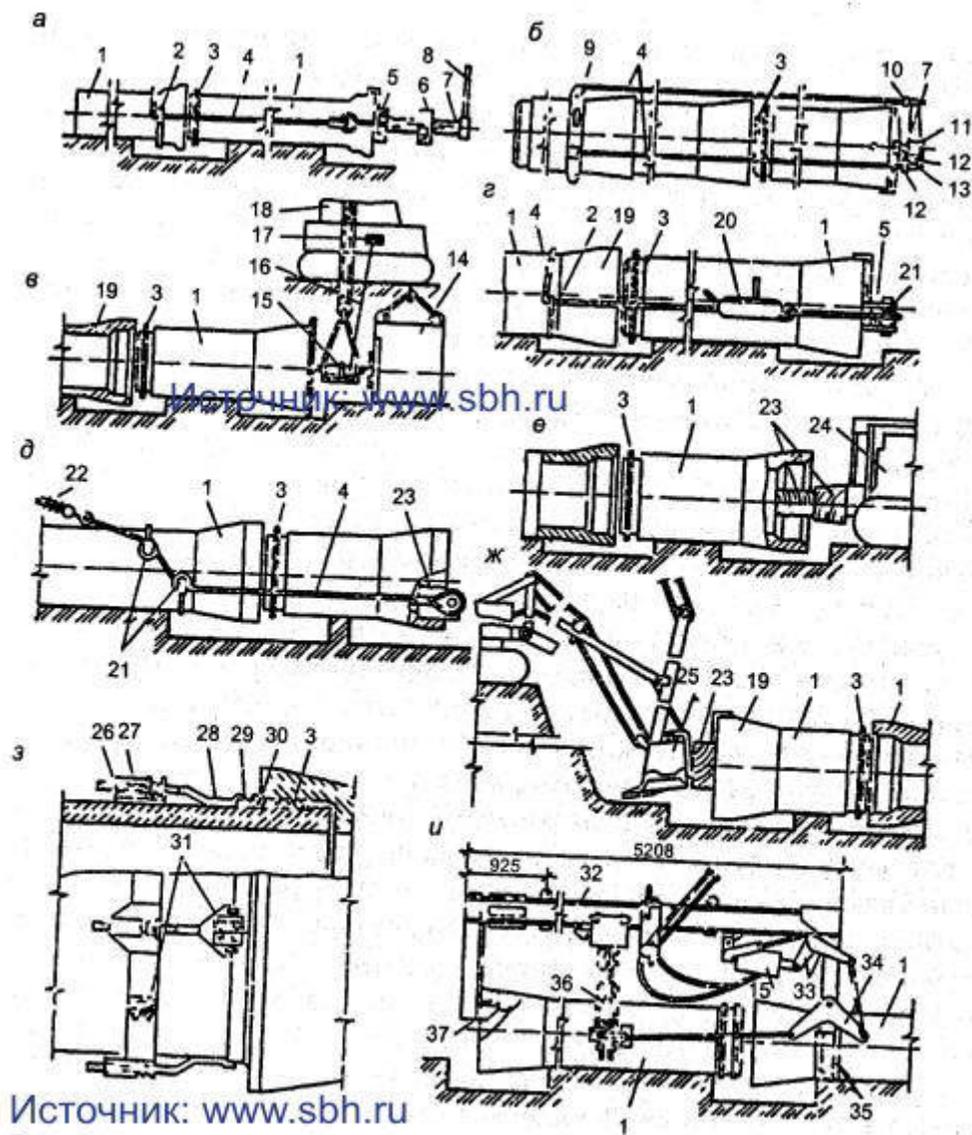
Рис 19.6. Основные рабочие операции при монтаже трубопровода из железобетонных раструбных труб:

а — общая схема организации работ (Т -1, Т -2, Т -3, Т -4, Т -5 — рабочие места трубоукладчиков); б — разметка гладкого (втулочного) конца трубы шаблоном ; а , г — строповка трубы и опускание ее в траншею с помощью клещевого захвата ; д — введение гладкого конца трубы в раструб ; е — выверка положения трубы в плане по вешкам ; ж — центрирование трубы ; з — инвентарная вешка с отвесом ; и — натяжное устройство ; 1 — трубы ; 2 — кран ; 3 — траншея ; 4 — клещевой захват ; 5 — уложенная раструбная труба ; 6 — укладываемая труба ; 7 — приямки ; 8 — лестница ; 9 — неподвижные визирки ; 10 — переносная (ходовая) визирка ; 11 — инвентарные вешки ; 12 — натяжной винт ; 13 — балка ; 14 — тяга ; 15 — распорка

На высоте 0,5 м от ее дна опускание трубы приостанавливают и на гладкий конец ее надевают резиновое кольцо, после чего заводят ее в раструб ранее уложенной трубы и опускают на подготовленное основание. При этом особое внимание уделяют центрированию втулочного конца вводимой трубы с резиновым кольцом относительно заходной фаски раструба ранее уложенной трубы.

Для выверки положения укладываемой трубы на ее лоток опирают ходовую визирку и затем следят, чтобы верх этой визирки находился на общей линии визирования с двумя неподвижными визирками на обносках (рис. 19.6, е, ж). После выверки трубы по вертикали с нее снимают захват, освобождают кран для монтажа следующей трубы и приступают к выверке положения трубы в плане. С этой целью устанавливают по отвесу инвентарные вешки (рис. 19.6, з): одну из них на конец укладываемой трубы, а другую - на ранее уложенную. По установленной в колодце или на смонтированном участке трубопровода неподвижной вешке проверяют правильность укладки трубы в плане (рис. 19.6, е). При необходимости ее смещают в нужную сторону.

В заключение с помощью натяжного приспособления (рис. 19.6, и) вводят гладкий конец трубы в раструб ранее уложенной, следя при этом за равномерностью закатывания резинового кольца в раструбную шель. При этом нельзя допускать, чтобы торец втулочного конца был задвинут в раструб до полного упора; между ними должен быть оставлен зазор (для чего и делается разметка), причем для труб диаметром до 1000 мм - величиной 15 мм, а для труб больших диаметров - 20 мм. Соединив трубы, снимают натяжное приспособление и подбивают трубу с боков грунтом на высоту $1/4$ ее диаметра с послойным его уплотнением ручными трамбовками.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 19.7. Способы монтажа раструбных напорных железобетонных труб и применяемые для этого приспособления:

Рис. 19.7. Способы монтажа раструбных напорных железобетонных труб и применяемые для этого приспособления:

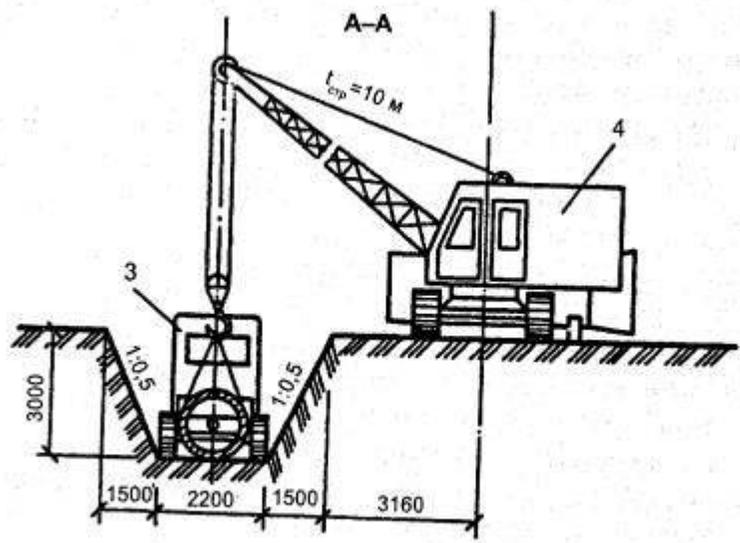
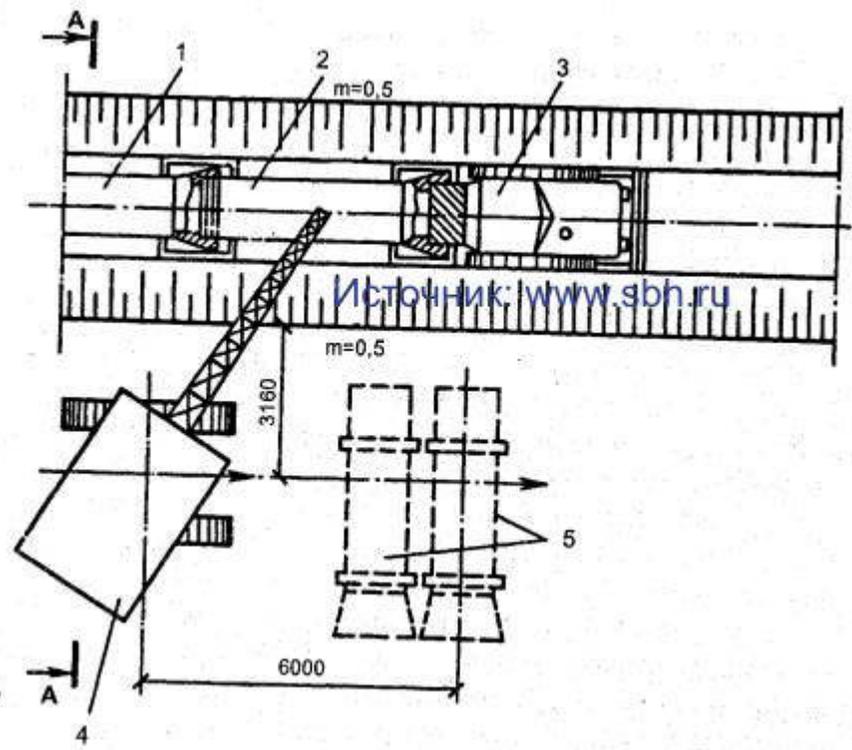
1 - уложенная и укладываемая труба; 2 - полухомут; 3 - резиновое кольцо; 4 - трос; 5,6 - упорная и рабочая балки; 7 - натяжной винт; 8 - фрикционно-храповое устройство; 9 - шарнирный хомут; 10 -

регулирующие винты; 11,12 - опорная и подвижная крепостовины; 13 - трещотка; 14 - бетонный упор; 15 - гидроцилиндры; 16 - маслопровод; 17 - насос; 18 - кран-трубоукладчик; 19 - раструб; 20 - рычажная лебёдка; 21 - блоки; 22 - трос к лебёдке; 23 - упорный брус; 24 - бульдозер или трактор; 25 - ковш экскаватора; 26,29 - съёмный и ремонтный хомуты; 27 - опорная обойма; 28 - толкатель; 30 - ремонтно-резиновое кольцо; 31 - болты; 32 - траверса; 33 - рычаги; 34 - пластина; 35 - зажимные колодки; 36 - захват для труб; 37 - крюк

При монтаже трубопроводов из раструбных железобетонных труб наиболее трудоёмкой операцией является введение втулочного конца трубы с резиновым кольцом в раструб ранее уложенной. Для облегчения ее применяют различные приспособления, устройства и механизмы. В частности, используют двух-трехтросовые наружные натяжные приспособления (рис. 19.7, а, б), реечные и гидравлические домкраты (рис. 19.7, в), внутренние натяжные приспособления, рычажные и шестеренчатые лебедки (рис. 19.7, г, д), бульдозеры и экскаваторы (рис. 19.7, е, ж).

Для монтажа труб диаметром 500, 700, 900 мм применяют также универсальное гидравлическое приспособление (рис. 19.7, и), которое закрепляют на трубе, а затем вместе с нею опускают в траншею. Проверив точность центрирования трубы и правильность расположения резинового кольца, трубу под действием хода гидроцилиндра стыкуют с трубопроводом.

При выборе способа монтажа труб учитывают наличие необходимого оборудования и механизмов, а также условия строительства трубопровода. Монтаж труб с помощью бульдозера (рис. 19.7, е) может производиться в том случае, если бульдозер используется при планировке (зачистке) дна траншеи, т.е. когда совмещаются эти две операции. Монтаж труб диаметром 1000—1200 мм в траншеях шириной по дну 2,2 м осуществляют с помощью бульдозера Д-159Б (рис. 19.8). Для монтажа труб небольших диаметров (до 500 мм) трестом Центроспецстрой изготовлен малогабаритный бульдозер на базе трактора Т-548 с шириной отвала 1,25 м. Способ монтажа трубопровода с помощью внутреннего натяжного устройства рекомендуется применять для труб диаметром 800 мм и более.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 19.8. Монтаж железобетонных труб диаметром 1000–1200 мм с помощью бульдозера:

ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ

Источник: Б.Ф. Белецкий, "Технология и механизация строительного производства" 2003
Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

Содержание статьи:

- [1. Монтаж чугунных трубопроводов.](#)
- [2. Укрупнительная сборка, сварка и изоляция стальных труб на трубозаготовительных базах.](#)
- [3. Сборка, сварка и изоляция труб и трубных секций.](#)
- [4. Способы укладки изолированных труб и секций в траншею.](#)
- [5. Комплексно-механизированная прокладка стальных трубопроводов.](#)

1. МОНТАЖ ЧУГУННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Доставленные на трассу строительства трубы подвергают приемке и проверке качества. Каждую трубу осматривают для обнаружения трещин, раковин, наростов и других дефектов. Трубы с такими дефектами, также издающие дребезжащий звук (из-за трещин, скрытых под изоляцией), к укладке не допускаются. При приемке труб проверяют наружный диаметр цилиндрической их части и внутренние диаметры раструбов.

Трубы вдоль траншеи раскладывают на расстоянии не менее 1- 1,5 м от бровки траншеи (рис. 20.1, а), располагая их в таком направлении, в каком они должны быть уложены в траншее (т.е. против движения жидкости по будущему трубопроводу).

В начале монтируемого участка трубопровода, особенно при заделке раструбных стыков самоуплотняющимися резиновыми манжетами, устраивают концевой бетонный упор для первых труб.- Легкие трубы (диаметром до 200 мм) опускают в траншею вручную. с помощью каната, который пропускают внутри трубы или которым обвязывают трубу у концов. Трубы диаметром более 200 мм укладывают обычно с помощью монтажных стреловых кранов или кранов-трубоукладчиков. Причем трубы в траншею укладывают стреловыми (автомобильными, пневмоколесными, гусеничными) кранами при такой их раскладке на берме, когда в процессе монтажа требуется после строповки трубы ее подъем и поворот (см. рис. 20.1, а), а кранами-трубоукладчиками - в том случае, когда трубы разложены таким образом (см. рис. 20.2), когда не требуется поворот крана.

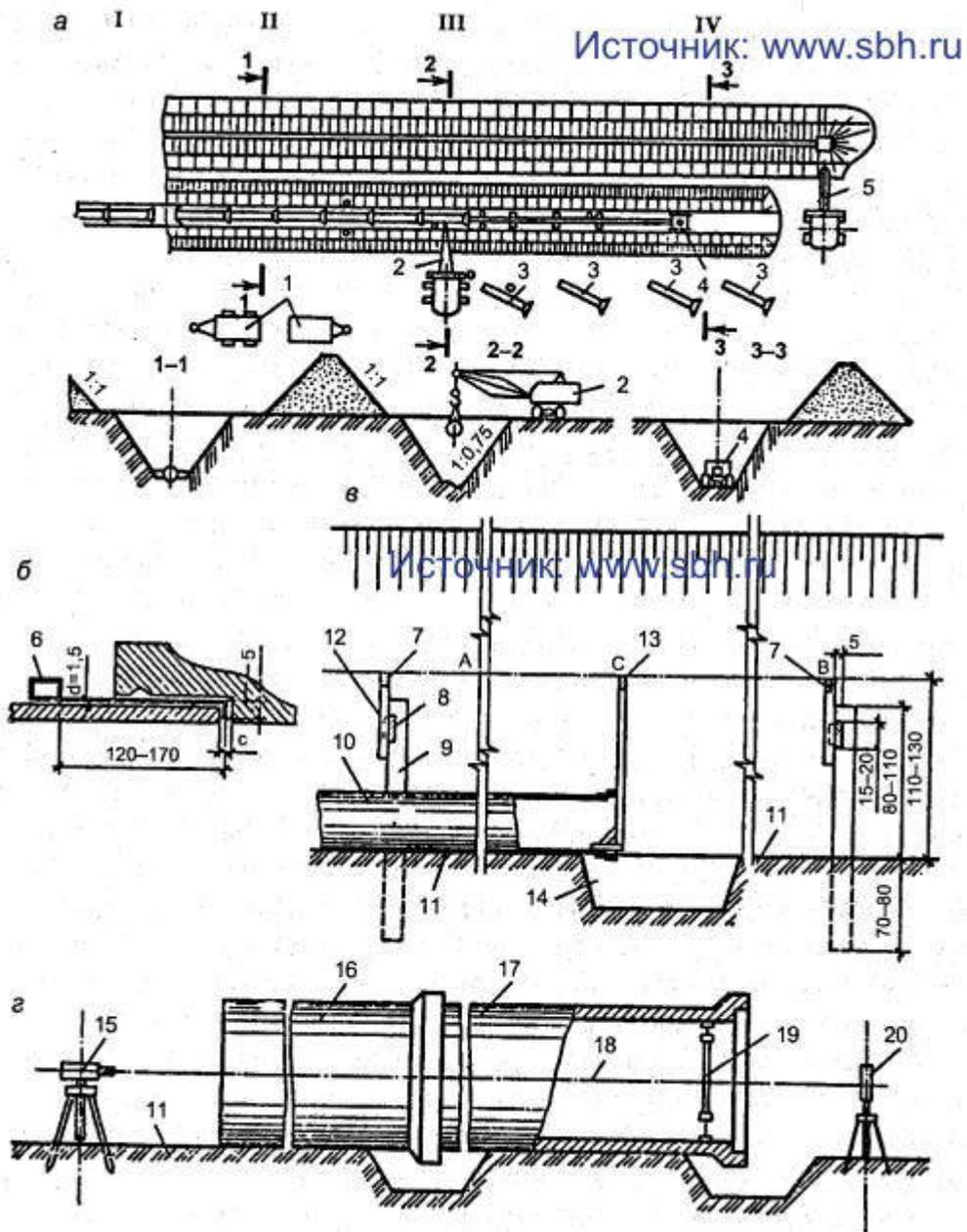


Рис. 20.1. Схема укладки чугунных труб в траншею:

Рис. 20.1. Схема укладки чугунных труб в траншею:

I — предварительное гидравлическое испытание ; II — присыпка грунтом до 0.5 диаметра с уплотнением ; III — укладка труб и монтаж ; IV — устройство профилированного основания ; 1 — передвижные временные здания ; 2 - — гусеничный кран ; 3 — трубы (раскладка) ; 4 — бульдозер ; 5 — экскаватор ; 6 — проволочный крюк - шаблон ; 7 — постоянная визирка ; 8, 9 —доска и столбы обноски ; 10 — труба ; 11 — дно Траншеи ; 12 — полочка ; 13 — ходовая визирка ; 14 — приямок для стыкования труб ; 15 — лазерный нивелир ; 16 — уложенная труба ; 17 — укладываемая труба ; 18 — ось трубопровода (луч лазерного нивелира) ; 19 — полупрозрачный экран для центрирования луча ; 20 — экран

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

Опущенную в траншею трубу заводят гладким концом в раструб ранее уложенной. При этом следят, чтобы он не доходил до упора раструба на расстояние, равное в зависимости от диаметра труб от 5 до 9 мм при заделке стыка прядью и от 5 до 10 мм при заделке резиновой манжетой. Для проверки наличия такого зазора применяют проволочный крюк-шаблон (рис. 20. 1, б), который после ввода в раструб поворачивают на 90°.

После заводки гладкого конца чугунной трубы в раструб ранее уложенной производят ее центрирование, затем приступают к центрированию раструбного конца укладываемой трубы по оси трубопровода в горизонтальном и вертикальном направлениях. В горизонтальном направлении трубы центрируют с помощью отвеса, подвешенного к тонкой проволоке, которую натягивают между обносками по оси трубопровода. Центрирование в вертикальном направлении часто необходимо для укладки труб по заданному уклону и поэтому положение раструбного конца укладываемой трубы проверяют или путем визирования, или с применением лазерного нивелира. При способе визирования в начале и конце укладываемого участка трубопровода устанавливают обноски (рис. 20.1, в), к которым прикрепляют постоянные визирки, верхние кромки которых А и В находятся на одинаковой высоте от трубы с учетом заданного уклона. Высота этих визирок должна быть примерно на уровне глаз. Таким образом, визирная ось АВ будет параллельна проектной оси трубопровода. Для проверки правильности укладки труб делают ходовую визирку длиной, равной расстоянию от лотка трубы до оси АВ. В процессе укладки каждой трубы на ее лоток устанавливают ходовую визирку (рис. 20.1, в). Взглядом с одной неподвижной визирки А на другую В проверяют положение ходовой визирки в точке С. Постоянные визирки в траншеях с откосами устанавливают непосредственно в траншее, а при укладке труб в траншеи с вертикальными откосами и креплениями — над траншеей.

При укладке труб по заданному уклону с помощью лазерного нивелира (рис. 20.1, г) его устанавливают в начале участка и налаживают так, чтобы его луч в точности совпадал с продольной осью трубопровода.

Схема организации работ при укладке труб кран ом-трубоукладчиком приведена на рис. 20.2.

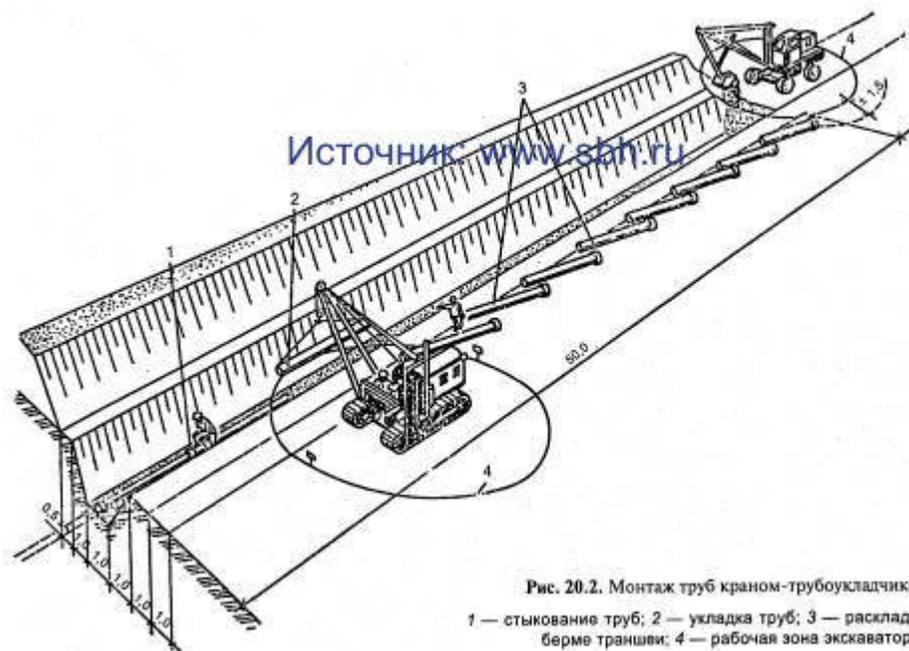


Рис. 20.2. Монтаж труб краном-трубоукладчиком:
 1 — стыкование труб; 2 — укладка труб; 3 — раскладка труб на
 берме траншеи; 4 — рабочая зона экскаватора

Герметичность и водонепроницаемость раструбных стыков чугунных трубопроводов достигается заделкой раструбной щели пеньковой просмоленной и битуминизированной прядью с последующим устройством замка из асбестоцементной смеси, удерживающего прядь от выдавливания гидравлическим давлением. В последнее время применяют мастики-герметики. При заделке стыков самоуплотняющимися резиновыми манжетами устройство замков не требуется.

Заделка раструбных стыков прядью. Пеньковую прядь вводят в раструбную щель до упора раструба на такую глубину, чтобы осталось место для устройства замка. Поскольку толщина жгута из пряди несколько превышает ширину раструбной щели, его проталкивают в стык с помощью конопатки. Сначала от руки, а затем сильными ударами молотка (при ручной чеканке) жгут вводят в кольцевой зазор. При механической чеканке жгут уплотняют пневматическим инструментом. Для создания требуемой герметичности стыка обычно закладывают в щель два-три жгута, причем так, чтобы захлесты их не совпадали по длине окружности. После заделки стыка прядью делают асбестоцементный замок.

Монтаж и устройство стыков на резиновых манжетах. При монтаже чугунных труб со стыковыми соединениями на резиновых манжетах стык уплотняется благодаря радиальному сжатию манжеты в раструбной щели. Трубы на стыках с самоуплотняющимися резиновыми манжетами монтируют следующим образом. Трубу краном подают в траншею по направлению укладки трубопровода на расстоянии 0,4 - 0,5 м от раструба уложенной трубы, удерживая ее на весу. Далее с помощью шаблона и мела размечают линии ограничения ввода гладкого

конца в раструб с учетом необходимого зазора (рис. 20.3, а), после чего в паз раструба закладывают резиновую манжету (рис. 20.3, б). Одновременно наружную поверхность гладкого конца трубы до линии ограничения и внутреннюю поверхность манжеты смазывают графитно-глицериновой смазкой (рис. 20.3, в), а затем монтируемую трубу центрируют и с помощью монтажного приспособления вводят в раструб ранее уложенной до ограничительной линии (рис. 20.3, г). Поскольку при монтаже стыков чугунных труб на резиновых манжетах требуются большие усилия, применяют различные приспособления и устройства, приведенные на рис. 20.3, д—л. После ввода втулочного конца трубы в раструб ранее уложенной центрируют раструбный конец укладываемой трубы и закрепляют положение ее подсыпкой грунта в пазухи с уплотнением до половины диаметра, оставляя не засыпанными приямки и стыковые соединения.

Основная задача при монтаже чугунных труб на резиновых манжетах - создание осевого усилия, необходимого для соединения труб. На практике получили распространение несколько типов приспособлений для стыковки труб (см. рис. 20.3). Основой простейшего из них является домкрат, расположенный между захватами укладываемой и ранее уложенной трубы.

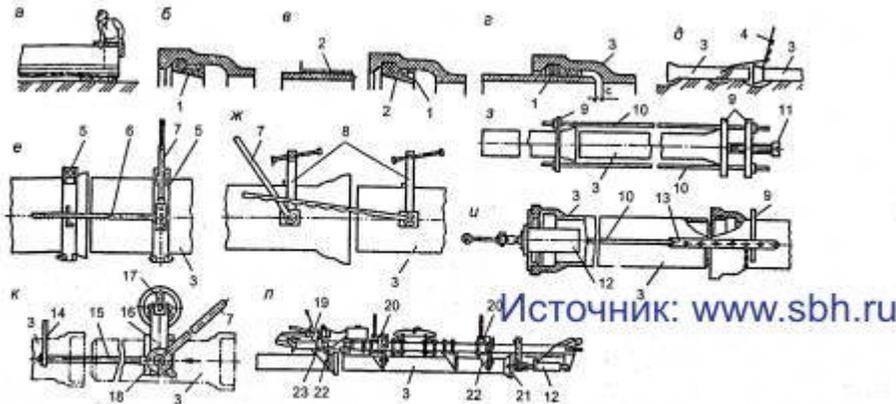


Рис. 20.3. Последовательность устройства стыков чугунных труб на резиновых манжетах и применяемые монтажные приспособления:

Рис. 20.3. Последовательность устройства стыков чугунных труб на резиновых манжетах и применяемые монтажные приспособления:

а - разметка линии ограничения ввода гладкого конца в раструб; б - закладка резиновой манжеты; в - смазка гладкого конца трубы; г - смонтированный готовый стык; д - рычажно-тросовое приспособление; е - реечное приспособление с зубчатой рейкой и двумя хомутами-захватами; ж - то же, с двумя винтовыми захватами; з - монтажное приспособление с центральным торцевым винтом; и - приспособление с гибкими тягами и гидроцилиндров; к - приспособление треста "Востокгидроспецстрой"; л - то же треста "Укрводстрой"; 1 - резиновая манжета; 2 - смазка; 3 - монтажная труба; 4 - рычажно-тросовое приспособление; 5 - хомуты; 6 - зубчатая рейка; 7 - рычаг; 8 - винтовые захваты; 9 - упоры; 10 - тяга; 11 - винт с ручкой; 12 - гидроцилиндр; 13 - регулировочные планки; 14 - скоба; 15 - трос; 16 - корпус приспособления; 17 - винт со штурвалом; 18 - колодки; 19 - гидрораспределитель; 20 - грузозахватные устройства; 21 - быстросъемные захваты; 22 - упорное седло; 23 - гидронасос

Однако в последние годы в целях ускорения и облегчения процесса монтажа чугунных труб на резиновых уплотнителях на практике созданы и применяются ряд новых более эффективных приспособлений в виде навесного оборудования. На рис. 20. 4, а представлено такое устройство для монтажа чугунных раструбных труб диаметром от 100 до 250 мм с резиновыми уплотнительными манжетами.

Применение указанного устройства позволяет повысить производительность труда и снизить трудоемкость монтажа трубопроводов.

Привод стыковочных устройств осуществляют от базовой машины, однако при производстве работ необходимо постоянное нахождение рабочих в траншее. Монтажные операции с бермы, т.е. без присутствия рабочих в траншее, выполняют навесным оборудованием, разработанным Тульским политехническим институтом и трестом Туласпецстрой (рис. 20.4, б).

Монтаж чугунных труб диаметром 300 мм на резиновых уплотнительных кольцах производят различными средствами, а зачеканку чугунных труб диаметром свыше 300 мм прядью - вручную.

В целях облегчения этого процесса разработано навесное оборудование для монтажа и зачеканки стыковых соединений чугунных труб волокнистыми материалами (рис. 20.4, в). Основным узлом этого навесного оборудования является стыковочный манипулятор.

Устройство с трубой опускают в траншею на место укладки так, чтобы торец щеки подвижного захвата уперся в торец раструба ранее уложенной трубы. Описанное устройство может быть использовано и на монтаже труб на резиновых уплотнительных кольцах.

В Главомскпромстрое разработан манипулятор для подачи, укладки и стыковки чугунных труб. Он применяется как навесное оборудование к экскаватору ЭО-3322А. Конструкция манипулятора представляет собой траверсу с двумя захватами.

Мастиками-герметиками заделывают стыковые соединения раструбных чугунных труб при прокладке напорных канализационных трубопроводов с максимальным рабочим давлением до 0,5 МПа. При этом чаще всего применяют полисульфидные герметики из герметизирующих и вулканизирующих паст с добавлением иногда асбестовой или резиновой крошки. Приготавливают мастики-герметики на месте работ за 30—60 мин до их использования. Стыки герметизируют с помощью шприцев с ручным или пневматическим выдавливанием мастики или с помощью пневматических установок.

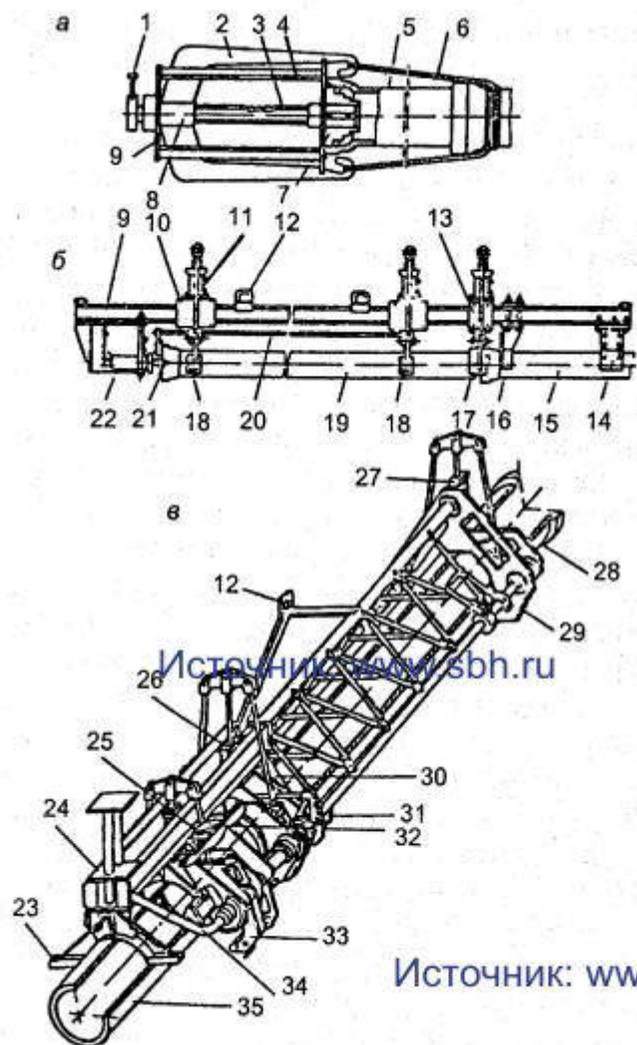


Рис. 20.4. Схемы устройств и навесного оборудования для монтажа чугунных труб:

Рис. 20.4. Схемы устройств и навесного оборудования для монтажа чугунных труб:

а — простейшее устройство для монтажа труб ; б — навесное оборудование конструкции Тульского политехнического института и треста Туласпецстрой ; в — навесное оборудование для монтажа и зачеканки чугунных труб ; 1 — вороток - 2 — рычаги ; 3 — винт ; 4 — стойки ; 5, 19 — монтируемые трубы ; 6 — гибкие тяги ' 7 - упорно - направляющий диск ; 8 - гайка ; 9 - траверсы ; 10 - каретки подвижные ; 11 - гидроцилиндры ; « - скоба ; 13 — каретка неподвижная ; 14- хомут - 15, 35 — ранее

уложенная труба ; 16 — упор ; 17 — захват конусный - « — захваты подвижные ; 20 - тяга ; 21 - диск нажимной ; 22 - гидродомкрат нажимной - 23 — вилка опорная ; 24 — рама ; 25 — прядь пеньковая ; 26 — гидроцилиндры подвижного и неподвижного захватов ; 27 — гидроцилиндр правого хвата ' 28 — труба укладываемая ; 29 — захват неподвижный ; 30 — упор правый ; 31 ~ гидроцилиндр перемещения чеканов ; 32 — чеканы ; 33 — схват подвижного захвата ; 34 — гидроцилиндр подачи трубы

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

2. УКРУПНИТЕЛЬНАЯ СБОРКА, СВАРКА И ИЗОЛЯЦИЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ НА ТРУБОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ БАЗАХ

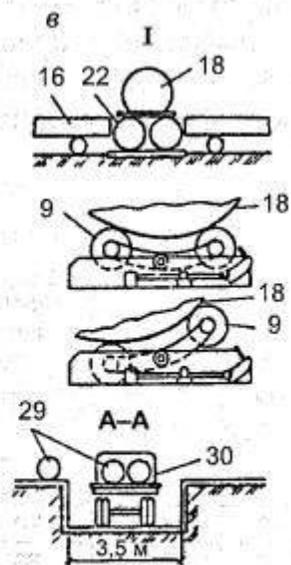
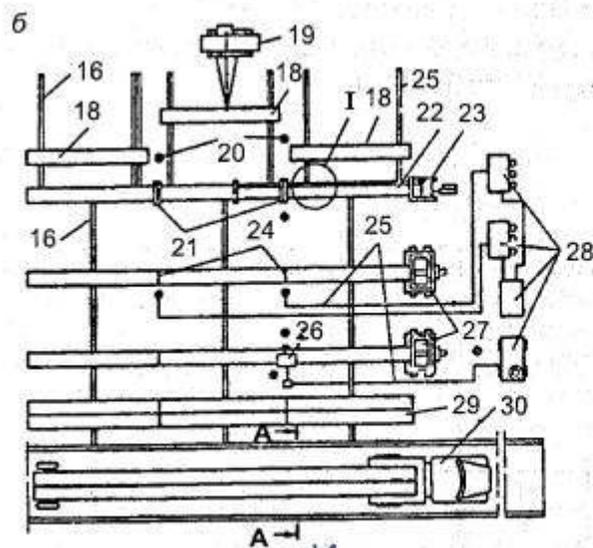
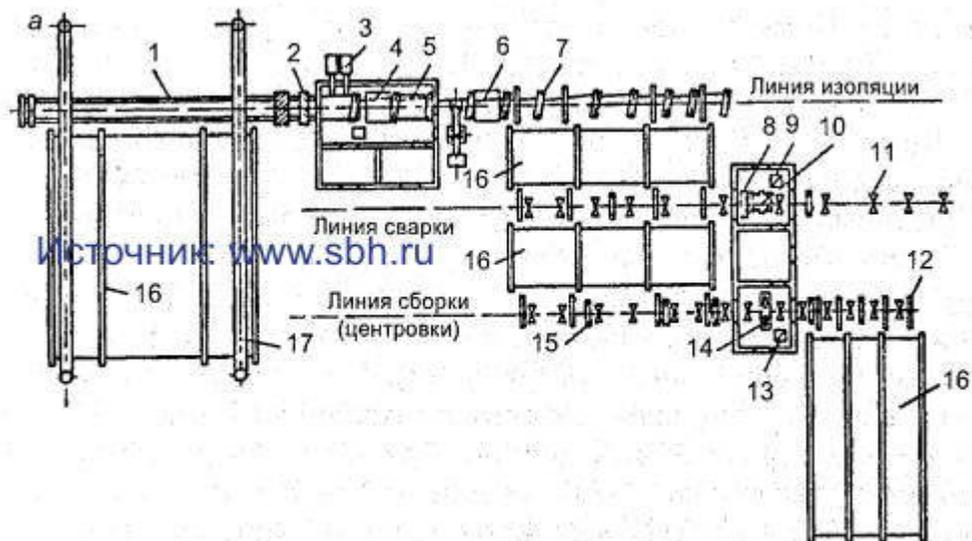
В целях индустриализации строительства трубопроводов и ускорения темпов производства работ в последние годы широко применяют метод предварительной укрупнительной сборки и сварки труб в секции (звенья) и их изоляции на трубосварочных и трубоизолирующих базах, после чего их транспортируют на трассу для укладки в траншею. Базы снабжены современным оборудованием для полуавтоматической и автоматической сварки поворотных стыков, а также устройствами для очистки и последующего нанесения на трубные секции противокоррозионных покрытий.

Базы практически состоят из трех основных технологических линий - сборки (центровки), сварки и изоляции (рис. 20.5, а). Они бывают стационарные, полустационарные и полевые.

Переработка труб на стационарных базах организуется следующим образом. Трубы краном укладывают на приемных стеллажах, откуда подают на линию сборки (центровки), где с помощью центратора собирают в секции длиной 18, 24 и 36 м. После сборки на каждом стыке вначале выполняют «прихватку», а затем полуавтоматическую сварку первого (корневого) слоя шва. Затем секцию через промежуточный стеллаж-накопитель подают на линию автоматической сварки последующих слоев. Сваренную секцию подают на линию изоляции, где производят операции сушки, грунтовки (праймирования) и изоляции. Готовую изолированную секцию перемещают под кран-перегрузатель, который подает ее на склад готовой продукции или на трубоплетевоз.

На стационарных и полустационарных базах сварку труб чаще всего выполняют под флюсом трубосварочными головками типа ПТ-56, а первый (корневой) шов сваривают полуавтоматически в среде углекислого газа плавящимся электродом (цельной сварочной проволокой) или без дополнительной защиты порошковой проволокой с помощью полуавтомата А-547 р. Для сборки и сварки труб в секции длиной 36—40 м в полевых условиях используют полевые трубосварочные базы (рис. 20.5, б). Такие базы располагают вдоль трассы строящегося трубопровода обычно через 15—30 км друг от друга. При их развертывании используют оборудование типовой базы БАС-1.

Изготовление криволинейных элементов. Сварные отводы изготовляют из отдельных секторов. Отвод с углом 90° состоит из четырех секторов: двух внутренних с углом 30° каждый и двух наружных с углом 15° каждый. Отвод с углом 60° можно выполнять из двух секторов с углом 30° каждый. Отводы больших диаметров (600 мм и выше) можно изготовить как из листового металла, так и из труб.



Источник: www.sbh.ru
 Рис. 20.5. Трубо сварочные и трубоизоляционные базы:

Рис. 20.5. Трубо сварочные и трубоизоляционные базы:
 а — стационарная база ; б — полевая база типа БАС -1 ; в — роликовые опоры при сварке труб и подаче сваренной трубной секции ; 1 — роликовый путь ; 2, 3 — приводная и промежуточная тележки ; 4 — битумоллавильный котел ; 5 — изоляционная ванна ; 6 — установка сушки грунтовки ; 7 — нанесение

грунтовок ; 8 — установка сушки секций перед очисткой ; 9 — роликовые опоры ; 10 — зачистные щетки ; 11 — стеллаж - накопитель ; 12 — вращатель ; 73 — пульт управления ; 14 — установка автоматической сварки труб ; 15 — ролик продольного перемещения трубы ; 16 — стеллажи ; 17 — кран - перегружатель ; 18 — - трубы ; 19 — кран - трубоукладчик ; 20 — сварщики , монтажники и машинисты ; 21 — центратор ; 22 — сварочный стенд ; 23 — лебедка ; 24 — корневые швы ; 25 — кабель ; 26 — окончателная сварка стыка ; 27 — торцовые вращатели ; 28 — сварочные установки СЧУ -2; 29 — готовые секции труб ; 30 — трубоплетевоз

При ручной резке труб на секторы применяют приспособления или шаблоны, а при изготовлении секторов из листового металла заготовки размечают по шаблонам, а затем вырезают и вальцуют.

Гнутье труб необходимо в тех случаях, когда естественный изгиб трубопроводов в вертикальной и горизонтальных плоскостях невозможен. Тогда кривые необходимого радиуса и угла получают путем сварки предварительно изогнутых колен, изготовленных способом холодного гнутья на трубогибочных станках типа ГТ для труб больших диаметров с применением дорнов. Причем трубы диаметром 273— 530 мм гнут на станке ГТ-531, диаметром 720-1020 мм - ГТ-102!, диаметром 1220 - ГТ-2121 и диаметром 1420 - на станке ГТ-1421. Для гнутья подбирают трубы с более толстыми стенками и с отклонениями от диаметра в сторону положительного допуска.

Минимально допустимые радиусы кривых при гнутье труб в холодном состоянии приведены в табл. 20.1.

Таблица 20.1 Минимально допустимые радиусы кривых вставок

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Наименьший радиус изгиба трубы, м, при толщине стенки		Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Наименьший радиус изгиба трубы, м, при толщине стенки	
		Минимальный	Максимальный			Минимальный	Максимальный
1420	12-20	70	40	630	6-11	25	15
1220	10-18	60	30	530	6-9	15	10
1020	9-16	50	25	426	6-9	10	8
820	8-12	35	25	300-400	4-8	8	5
720	7-12	30	20	200-300	4-7	5	3

Примечание: Допускается уменьшение величины наименьшего радиуса изгиба на 10%.

3. СБОРКА, СВАРКА И ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБ И ТРУБНЫХ СЕКЦИЙ

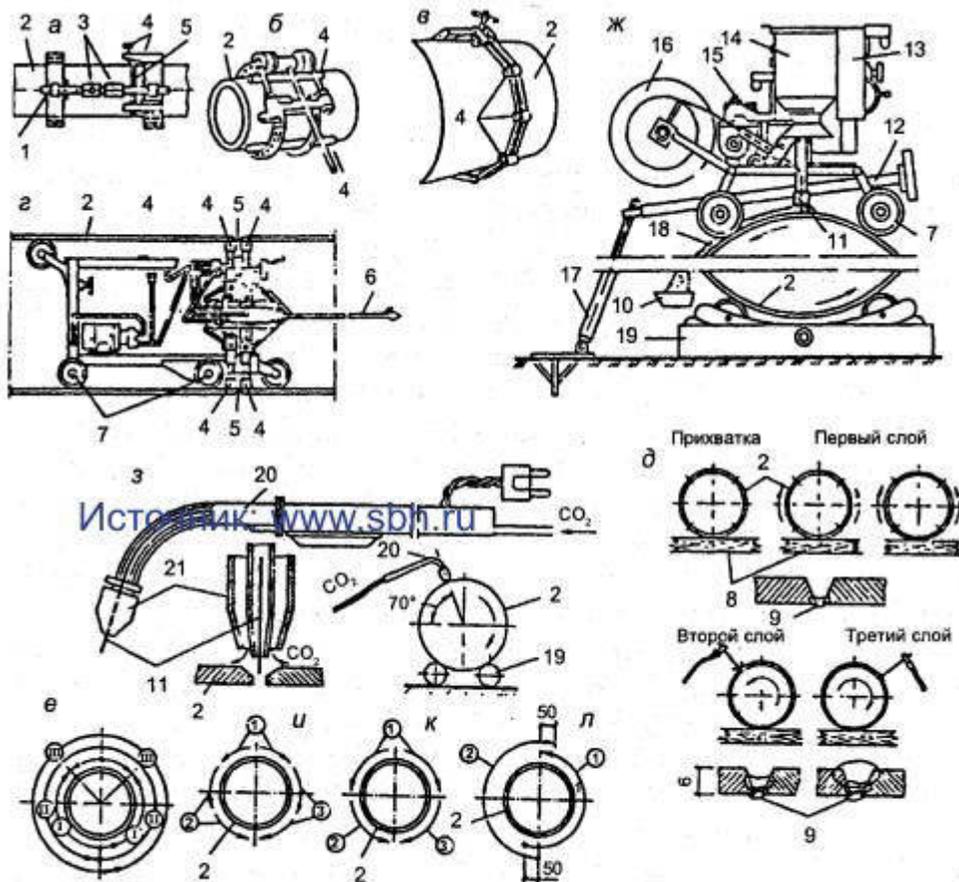
Стальные трубы соединяют между собой на сварке, а в местах установки арматуры (задвижек, кранов, вентилей и др.) — на фланцах.

Сварка труб включает следующие технологические операции: подготовка труб и кромок

их торцов к сборке; раскладка труб на сварочных подкладках (стеллажах или стендах); центровка и стягивание труб до достижения между кромками торцов нужного зазора; скрепление собранного стыка сварочными прихватами; сварка стыка. При подготовке труб очищают кромки шириной 10—15 мм соединяемых труб от грязи, ржавчины и особенно от масел, выравнивают вмятины и неровности торцов, выправляют овальность, чтобы разность диаметров торцов не превышала 1 — 1,25 % номинала. Толщина стенок соединяемых труб не должна иметь отклонения более 12—15 % стандартного размера.

Раскладка труб перед сборкой должна способствовать их беспрепятственной и удобной центровке — совмещению геометрических осей и кромок, труб при строгом соблюдении нормативных зазоров. Для этого применяют специальные зажимы - центраторы, которые бывают наружные (винтовые, эксцентриковые и цепные, рис. 20.6, *а—в*) и внутренние (гидравлические, рис. 20.6, *г*). Благодаря синхронному действию разжимных кулачков центраторы автоматически обеспечивают калибровку и центровку торцов труб. Дуговую сварку стальных труб (рис. 20.6, *д*) осуществляют с поворотом их вокруг своей оси (поворотные стыки) и без поворота (неповоротные или потолочные стыки). Неповоротные стыки сваривают в два или три слоя, начиная с нижней образующей трубы в 50 мм от вертикального диаметра труб (рис. 20.6, *е*). Первый слой, как уже указывалось, называют корневым, второй — заполняющим и последний - облицовочным. Трубы диаметром до 500 мм сваривают непрерывным швом, а трубы больших диаметров — прерывистым (как показано стрелками на рис. 20.6, *е*). Неповоротные стыки труб больших диаметров при необходимости ускорения производства работ сваривают одновременно два или три сварщика по схемам, приведенным на рис. 20.6, *и, к, л*.

Качество сварных соединений труб в значительной степени зависит от режима сварки, который определяют параметры и характер тока, его полярность, длина дуги, скорость сварки, амплитуда колебаний и вылег электродов, их размер и состав покрытия, температура основного материала труб в момент начала сварки. Так, увеличение силы тока и обратная полярность способствуют улучшению проплавления металла и увеличению глубины провара, а с увеличением силы тока повышается скорость сварки и т.д.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 20.6. Сборка и сварка стальных труб:

Рис. 20.6. Сборка и сварка стальных труб:

а, б — центраторы винтовой и эксцентриковые (для труб диаметром не более 350 мм); в — тоже ,
 наружный роликово - звеньевой (для труб 520-1020 мм); г — то же , внутренний гидравлический (для
 труб 520-1220 мм); д , е — последовательность операций при ручной электросварке стыков поворотным
 и неповоротным трехслойным швом ; ж — схема применения сварочной головки ПТ -56 для поворотной
 сварки стыков под слоем флюса ; з — то же , для сварки корня шва шланговым держателем
 полуавтомата А -547- р ; и , е — порядок наложения корневого слоя шва при сварке труб большого
 диаметра тремя сварщиками ; л — то же , для заполнения остальной части шва двумя сварщиками ; 1 —
 натяжной винт ; 2 — свариваемые трубы ; 3 — отверстие для воронки ; 4 — центрирующие элементы ; 5
 — стык трубы ; 6 — штанга ; 7 — ролики ; 8 — лежни под трубы ; 9 — корневой спой шва ; 10 —
 сборник для флюсов ; 11 — проволока для сварки ; 12 — регулировочный винт ; 13 - панель с реостатом
 , вольтметром и выключателями ; 14 — бункер для флюса ; 15 — подающий механизм с двигателем и

редуктором ; 16 — кассета со сварочной проволокой ; 17 — штатив ; 18— флюс ; 19 — штанговый держатель ; 20 — головка держателя ; 1, 2, 3 в кружках — позиции сварщиков ; I, II, III — последовательность наложения шва неповоротного стыка

Однако, поскольку ручная сварка неповоротных стыков очень трудоемка и часто сдерживает темп прокладки трубопровода, в последнее время все чаще применяют прогрессивную полуавтоматическую и автоматическую сварку таких стыков с помощью, например, сварочного автомата, состоящего из самоходной тележки, сварочной головки и пульта управления. В процессе сварки головка перемещается вокруг трубы по направляющему поясу и сваривает трубы электродной проволокой.

Для сварки труб диаметром 1420 мм с толщиной стенки 20 мм применяют комплекс оборудования "Дуга-2", включающий станок для обработки кромок, центратор-автомат для сборки труб и варки внутри первого (корневого) слоя шва, сварочные головки-автоматы для сварки наружных слоев, а также агрегат питания. Им можно сваривать до 38 стыков в смену при скорости сварки до 70 м/ч.

Особо эффективным в полевых условиях оказался новый способ электроконтактной стыковой сварки путем непрерывного оплавления торцов труб с помощью установки типа ТКУС (для сварки труб в секции) и типа ТКУП (для сварки секций в нитку трубопровода). Трубы диаметром 1420 мм сваривают установкой типа ТКУП, названной «Север- 1». В ее состав входят сварочная машина К-700 с внутренним гратоснимателем, передвижная дизельная электростанция, агрегаты для зачистки концов труб и снятия наружного грата. Все агрегаты установки оснащены системами автоматического управления процессом сварки. Им можно сваривать до 50-60 стыков труб такого диаметра в смену.

На сварочных базах (стационарных и полустационарных) сварку труб в секции чаще всего выполняют под флюсом с помощью сварочной головки, например, типа ПТ-56 (рис. 20.6, ж), корневой шов - под защитой углекислого газа с помощью полуавтомата А-547р (рис. 20.6, з). Для сборки и сварки труб в секции длиной до 40 м в полевых условиях оборудуют трубосварочные базы (ТСБ) вблизи трассы с плечом обслуживания 25—30 км.

Трубопроводы из стальных труб предназначены для длительной эксплуатации. Однако если их уложить в грунт без надежной изоляции, они сравнительно быстро разрушаются от воздействия почвенной коррозии и блуждающих электрических токов (электрокоррозия). Поэтому чтобы удлинить срок службы трубопроводов и обеспечить их безаварийную работу, необходимо их защитить от обоих видов коррозии.

Виды изоляционных покрытий. Покрытия должны обладать плотностью, обеспечивающей гидро- и электроизоляционные свойства, хорошей прилипаемостью к металлу (адгезией), устойчивостью к температурным изменениям и способностью сохранять свою форму в условиях окружающей среды (пластичностью), выдерживать значительные нагрузки в процессе укладки (механической прочностью).

Наиболее эффективной для обеспечения долговечности трубопровода является комплексная противокоррозионная его защита, включающая так называемую «пассивную» их защиту различными изоляционными покрытиями и "активную» (катодную, протекторную и

дренажную) защиту от воздействия блуждающих токов (электрокоррозии), ибо она часто бывает опаснее почвенной (гальванокоррозии).

Принцип действия катодной, протекторной и электродренажной защиты стальных труб от электрокоррозии заключается в следующем. Вблизи трубопровода оборудуют станцию катодной защиты (СКЗ), в состав которой входят источник постоянного тока, анодное заземление и дренажные кабели. Отрицательную клемму источника тока присоединяют к стальному трубопроводу, а положительную — к заземлению. В результате ток стекает с анодного заземления, подтекает к трубопроводу и возвращается к источнику по дренажному кабелю. Ток СКЗ создает отрицательный потенциал на трубопроводе и при его работе происходит разрушение анодного заземления, но при этом одновременно защищается стальной подземный трубопровод.

Протекторную защиту применяют для защиты стальных трубопроводов небольшой протяженности от коррозии блуждающими токами, если необходимое смещение потенциала трубопровода не превышает 0,3 В. Протектор изготавливают из металла с более отрицательным электродным потенциалом, чем металл подземного трубопровода. Установленный в грунт и приведенный в контакт с трубопроводом протектор вместе с ним образует гальваническую пару. Протектор (гальванический анод) при этом разрушается, а подземный трубопровод поляризуется до защитных потенциалов и не разрушается.

Электродренажная защита стальных трубопроводов заключается в отводе блуждающих токов, проникших в трубопровод, в сеть обратных токов электрического рельсового транспорта путем присоединения трубопровода через дренажное устройство с элементами этой сети (отрицательной шиной тяговой подстанции, отсасывающим пунктом или рельсом). Благодаря этому на трубопроводе создается отрицательный потенциал, что предотвращает выход блуждающих токов из металла трубы в почву и ее разрушение.

Для защиты трубопроводов от почвенной коррозии применяют главным образом покрытия на основе нефтяных битумов, а также из полимерных липких лент.

Конструктивно изоляционные покрытия состоят из грунтовки, одного или нескольких слоев изоляционного материала (мастики, липкой ленты), армирующего и оберточного слоев. Они бывают трех основных типов: *нормальные*, *усиленные* и *весьма усиленные*. Для магистральных трубопроводов применяют покрытия нормального и усиленного типов, а для разводящих, проложенных в пределах города или промышленного предприятия, весьма усиленного типа.

Покрытие весьма усиленного типа общей толщиной $9 \pm 0,5$ мм состоит из одного слоя битумной грунтовки, трех слоев мастики толщиной по 3 мм, разделяемых двумя слоями армирующей обмотки из стеклохолста, и наружной обертки из прочной крафт-бумаги.

Нормальное покрытие состоит из грунтовки, мастики слоем 4 мм, одного слоя стеклохолста и защитной обертки.

Усиленное покрытие, нанесенное в базовых условиях, состоит из грунтовки, двух слоев мастики по 3 мм, двух слоев стеклохолста и защитной обертки, а в полевых условиях — из грунтовки, одного слоя мастики 6 мм, одного слоя стеклохолста и защитной обертки.

Покрытия из полимерных липких лент удачно сочетают в себе высокую защитную способность и технологичность при механизированном их нанесении. Такие ленты изготавливают из полиэтилена или поливинилхлорида с нанесением на них клеевого слоя. Покрытия состоят из слоя грунтовки, одного, двух или трех слоев ленты (что соответствует нормальной, усиленной и весьма усиленной изоляции) и защитной обертки.

Нанесение изоляционных покрытий. Перед нанесением покрытий поверхность трубопровода тщательно очищают от окалины, ржавчины и других загрязнений на стационарной трубоочистной машине. Очищенные трубы немедленно покрывают грунтовкой, а после ее высыхания — битумной мастикой. В условиях базы мастику на трубы наносят с помощью трубоизоляционной установки. При использовании для изоляции труб липких лент их наматывают на трубы специальными изоляционными машинами. Изоляционные работы по совмещенному методу непосредственно на трассе выполняются колонной машин, включающей краны-трубоукладчики, очистные и изоляционные машины, т.е. с совмещением процессов очистки, изоляции и укладки трубопровода в траншею.

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией "СВН СОТРАНС"

4. СПОСОБЫ УКЛАДКИ ИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ И СЕКЦИЙ В ТРАНШЕЮ

Доставленные на трассу изолированные трубы или секции разгружают вдоль траншеи на расстоянии 1-1,5 м от бровки. Трубопровод в траншею можно укладывать тремя способами: 1) опуская секции или отдельные трубы со сваркой их в траншее; 2) опуская сваренные из труб или секций плети с последовательным наращиванием их в приподнятом положении или на подкладках; 3) опуская плети непрерывной ниткой с бермы траншеи.

Изолированные трубы перед укладкой в траншею укрупняют в секции с изоляцией сварных стыков. Аналогично секции укрупняют в плети или непрерывную нитку (рис. 20.7, а). Трубы или секции вначале укладывают краном-трубоукладчиком на подкладки-лежки (рис. 20.7, б), а затем правят концы труб (рис. 20.7, в) и зачищают кромки (рис. 20.7, г).

Для центровки кромок соединяемых секций и фиксации требуемого зазора используют краны-трубоукладчики (рис. 20.7, д), внутренние и наружные центраторы (рис. 20.7, е). При сварке стыка кран-трубоукладчик поддерживает поданную секцию. Как правило, стык сваривают два сварщика (см. рис. 20.7, а), причем вначале подбирают режим и производят сварку первого (корневого) слоя (рис. 20.7, ж), а затем последующих (рис. 20.7, з, и).

Первый слой заваривают на 3/4 его длины. Затем снимают центратор и переносят его для центровки следующего стыка, куда краном-трубоукладчиком подается очередная секция. Пока сварщики доваривают оставшуюся 1/4 стыка первого слоя, монтажники готовят к сварке новый стык. Последующие слои этого стыка заваривает другое звено сварщиков, состоящее тоже из двух человек (рис. 20.7, з, и), а первые два сварщика в это время переходят к новому стыку и т.д. Неповоротные стыки сваривают снизу, лежа под трубой, уложенной на лежках (рис. 20.7, з) или в приямке траншеи. При этом режим сварочного тока подбирают с меньшими характеристиками, чем для поворотных стыков.

На практике применяют также поточно-расчлененный метод сварки неповоротных

(потолочных) стыков, при котором звено слесарей-сборщиков подготавливает стык к сварке корневого слоя, а четыре сварщика быстро его заваривают. После этого они также быстро подваривают изнутри его нижнюю часть и видимые дефекты в стальной части окружности трубы. После внутренней подварки и зачистки сборщики, расчищающие наружный слой шлака, перемещаются с центратором на сборку следующего стыка, а сварщики накладывают остальные слои шва, включая облицовочный.

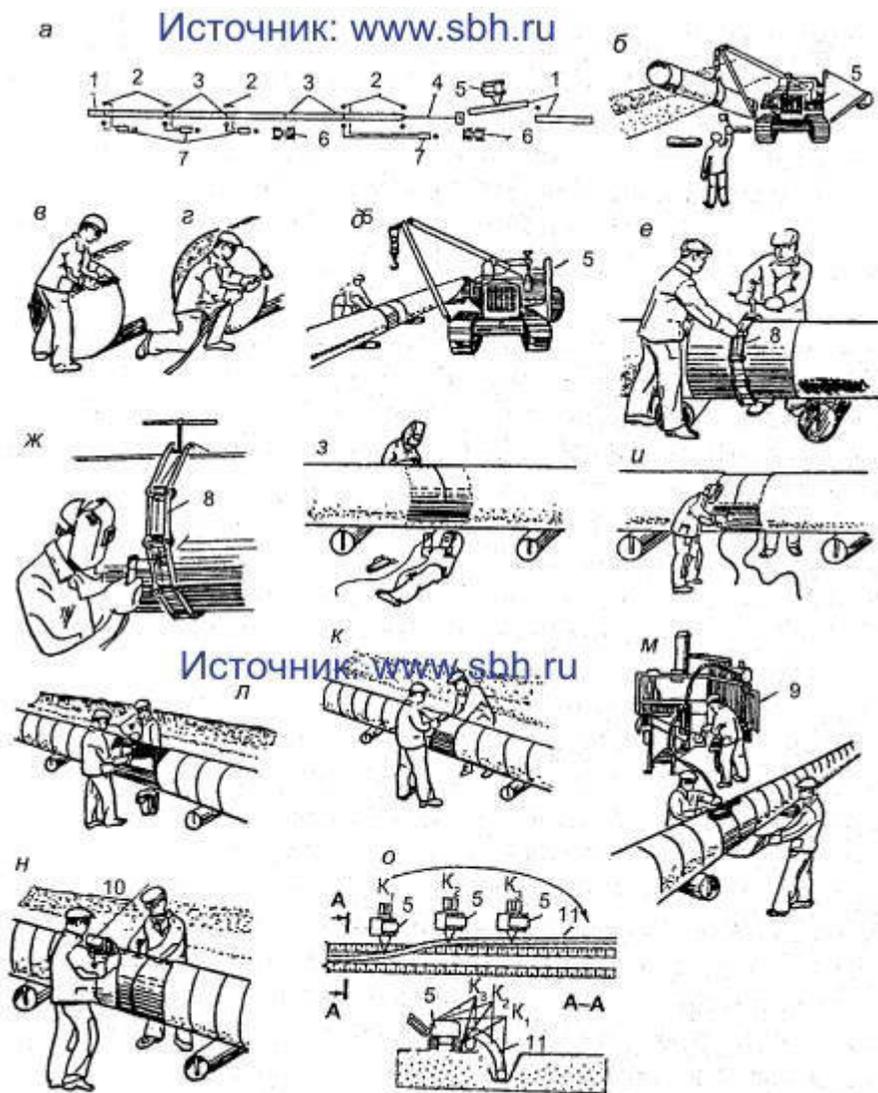


Рис. 20.7. Сборка и сварка изолированных труб и секций в плети и укладка их в траншею:

Рис. 20.7. Сборка и сварка изолированных труб и секций в плети и укладка их в траншею:
 а — организация работ на трассе ; б — укладка секций на подкладки ; в , г — правка концов труб и зачистка кромок ; д — подтаскивание секций к месту монтажа стыка ; е — центрирование центратор стыка и его прихватка ; ж — подбор режима сварки первого (корневого) стыка ; з , и — сварка последующих слоев ; к — очистка поверхности стыка ; л , м — нанесение грунтовки и битумной мастики ; н — обертывание стыка рулонным материалом ; о — схем укладки изолированного трубопровода в

траншею ; 1 — трубы ; 2 — рабочие места сварщиков и слесарей - сборщиков ; 3 — стыки свариваемых труб ; 4 — штанга с электрокабелем ; 5 — кран - трубоукладчик ; 6 — экскаватор ; 7 — электросварочные агрегаты ; 8 — центратор ; 9 — битумплавильный котел ; 10 — оберточный материал ; 11 — сваренный трубопровод ; К1, К2, К3 — краны - трубоукладчики

Сварку производят снизу вверх, лучше всего на токе обратной полярности, дающим большую глубину проплавления. Для более качественной сварки корневого слоя применяют газозащитные электроды ВСЦ-4, а для сварки последующих слоев - фтористокальцевые электроды УОНИ 113/55 или «Гарант», дающие хорошую пластичность и ударную вязкость сварного соединения.

При гюточно-расчлененном методе сварки труб и секций с участием нескольких сварщиков в полевых условиях необходимо для ручной дуговой сварки использовать многопостовые сварочные агрегаты постоянного тока с двигателем внутреннего сгорания (АСДП-5002, СДУ-2 и др.).

Стыки сваренных труб или секций необходимо изолировать. Для этого вначале поверхность трубы на расстоянии 0,5 м по обе стороны от стыка очищают (см. рис. 20.7, к), а затем последовательно наносят грунтовку, мастику и рулонный оберточный материал. Грунтовку наносят на сухую поверхность сразу после очистки стыка (см. рис. 20.7, л), а мастику - в горячем виде (170 — 180°С), поливая поверхность стыка из шланга от насоса котла и растирая снизу полотенцем (см. рис. 20.7, м).

Рулонным материалом стыки обертывают по горячему битуму с нахлесткой оитков 2-3 см (рис, 20.7, н). Очистку, грунтовку и изоляцию зон сварных стыков трубопроводов больших диаметров (1020- 1420 мм) можно производить механизированно, применяя комплекс типа ИС, состоящий из очистной, грунтовочной и изоляционной установок, каждая из которых поддерживается и перемещается от стыка к стыку трубоукладчиком.

Отдельные трубы и секции трубопровода укладывают в траншею стреловым краном или краном-трубоукладчиком. Длинные секции или трубы опускают несколькими кранами с помощью гибких полотенец. Для изоляции стыков трубопровода в траншее используют те же приямки, что и при сварке стыков, а горячую мастику подают непосредственно к ним, что в целом усложняет производство работ и замедляет темпы прокладки трубопроводов.

Поэтому при наличии на трассе достаточного количества кранов или кранов-трубоукладчиков, а также возможностей для сварки отдельных труб и секций в плети или непрерывную нить более эффективной является укладка трубопровода плетями или непрерывной ниткой, для чего их с бермы траншеи укладывают на дно четырьмя или тремя кранами-трубоукладчиками (рис. 20.7, о), из которых трубоукладчик К1, опускает плеть на дно траншеи, высвобождает мягкий захват и переходит в новое положение перед трубоукладчиком Кз . Затем трубоукладчик К2 опускает плеть и переходит в положение

расставляют на определенных расстояниях друг от друга в зависимости от диаметра укладываемых труб. Так, при диаметре труб до 529 мм это расстояние составляет 15-25 м; при диаметре 529 мм - 30 м; 720 мм - 35 м; 1020 мм - 30-40 м; 1220, 1420 мм - 30-40 м.

Во избежание повреждения изоляции захвата трубопровода, его подъем, перемещение и опускание следует производить при помощи мягких полотенец.

5. КОМПЛЕКСНО - МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ПРОКЛАДКА СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Строительство стальных трубопроводов, как правило, ведут поточным методом, предусматривающим расчленение основных технологических процессов на отдельные комплексы и операции и последовательное их выполнение специализированными подразделениями. Основным из них является передвижная механизированная колонна (например, изоляционно-укладочная), которую с технологической точки зрения можно рассматривать как комплексную, способную выполнять основные работы поточным методом.

Способы изоляционно-укладочных работ и применяемые механизмы.

Изоляционно-укладочные работы на трассе выполняются двумя основными способами - отдельным и совмещенным. При отдельном способе трубы или их секции вначале изолируют на стационарной базе, а затем сваривают на трассе в плети или непрерывную нитку с изоляцией стыков и последующей укладкой трубопровода в траншею. При совмещенном методе сваренный в непрерывную нитку трубопровод укладывает колонна передвигающихся вдоль траншеи машин, осуществляющих одновременную его очистку и изоляцию в полевых условиях.

Технологическая последовательность операций при отдельном методе такова: трубопровод сваривают в непрерывную нитку на берме траншеи из изолированных на базе секций труб и затем изолируют на трассе стыки между секциями; отрывают траншею, укладывают трубопровод с бермы траншеи на ее дно с помощью трубоукладчиков и мягких захватов (полотенец), так как применение троллейных подвесок может повредить изоляционное покрытие труб. Укладку трубопровода ведут способом последовательного переезда трубоукладчиков (рис. 20.8, а).

Однако магистральные трубопроводы чаще всего укладывают совмещенным методом, при котором все работы по очистке, изоляции и укладке трубопровода выполняет одна комплексно-механизированная изоляционно-укладочная колонна, имеющая в своем распоряжении всю необходимую технику (рис. 20.8, б).

Изоляционно-укладочные работы совмещенным методом производят с применением кранов-трубоукладчиков, которые с помощью подвижных троллейных подвесок удерживают трубопровод на нужной высоте и перемещаются вдоль трассы, сопровождая самоходные машины (см. рис. 20.8, б). Обычно в комплект машин для выполнения изоляционно-укладочных работ кроме трубоукладчиков входят очистные и изоляционные машины, установки для сушки трубопровода, битумозаправщики и др.

При совмещенном методе укладки магистральных трубопроводов к началу изоляционно-укладочных работ трубопровод на берме траншеи должен быть сварен в непрерывную нитку.

Далее на трубопроводе монтируют очистную (ОМ) и изоляционную (ИМ) машины, поднимают его трубоукладчиками, расположенными на определенном расстоянии друг от друга, и начинают движение всей колонны, производя комплексно-механизированным способом очистку, изоляцию и укладку трубопровода в траншею.

Для очистки трубопровода применяют самоходные одно-, двухроторные очистные машины, снабженные скребками и металлическими щетками типа ОМЛ и ОМ (см. рис. 8.1). Эти же машины наносят на очищенную поверхность грунтовочный слой, для этого их оснащают вторым рабочим органом - праймерным устройством. Для очистки и праймирования трубопроводов применяются следующие машины: для труб диаметром 168-325 мм - ОМЛ-8А; 325-529 мм - ОМ-5221; 631-820 мм - ОМЛ-4; для труб диаметром 1020, 1220 и 1420мм - соответственно ОМЛ-12, ОМ-121 и ОМ-1422.

Для изоляции очищенного трубопровода используют самоходные изоляционные машины двух типов: ИМ - для изоляции битумными покрытиями с последующей обмоткой армирующими и защитными рулонными материалами (стеклохолстом, бумагой, бризолом, гидро-изолом); ИЛ — для изоляции трубопровода полимерными лентами. Каждый тип машин выпускается нескольких типоразмеров примерно одинаковой конструкции, которые охватывают весь диапазон труб, используемых на строительстве трубопроводов. Для изоляции труб битумом применяют следующие машины: для труб диаметром 168-299 мм - ИМ-2А; 325-529 мм - ИМ-521; 631-820 мм - ИМ-17; 1020мм - ИМП-7М; 1020-1220 мм - ИМ-121 и для труб диаметром 1420 мм - ИМ-1422 (см. рис. 8.4).

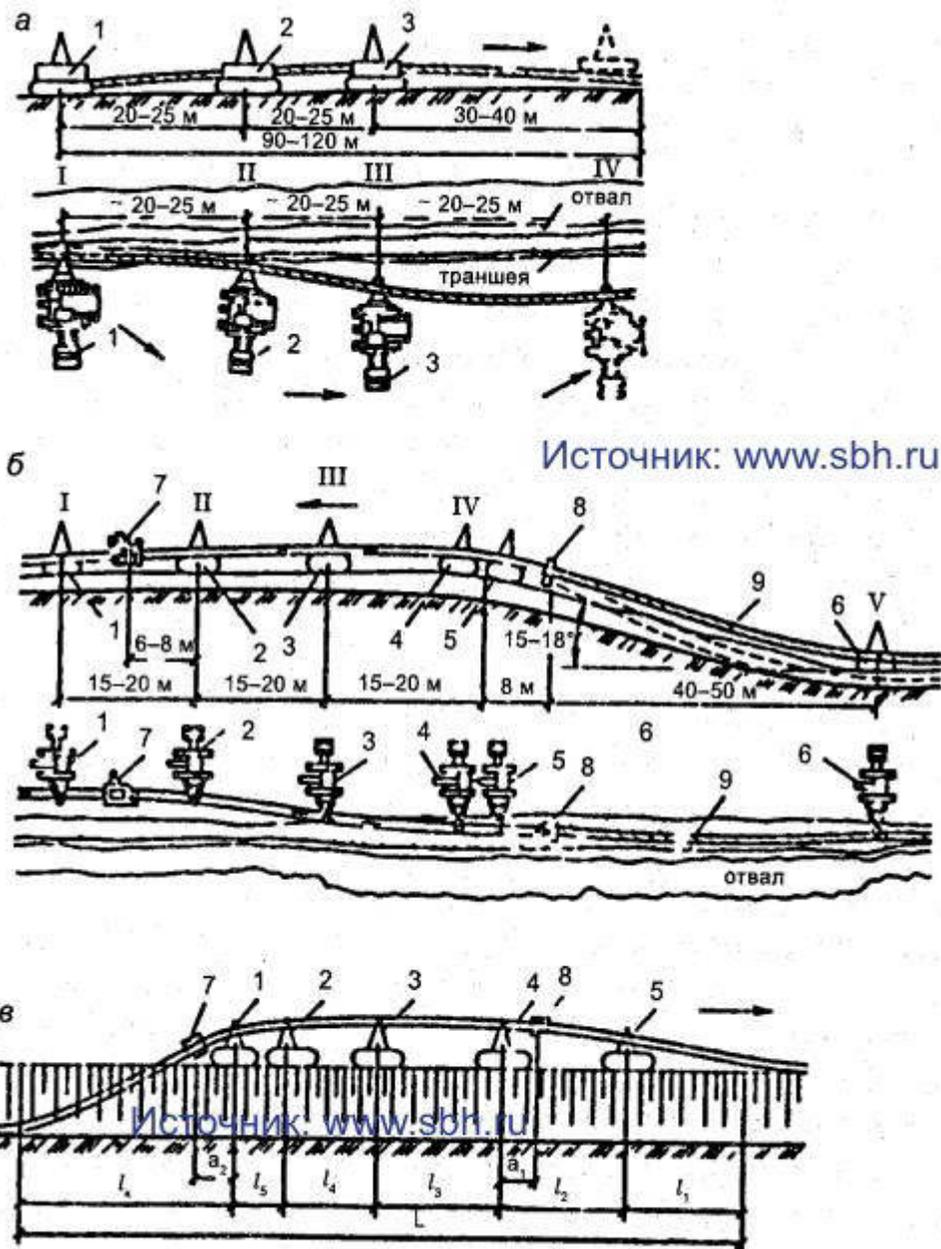


Рис. 20.8. Методы укладки стальных трубопроводов:

Рис. 20.8. Методы укладки стальных трубопроводов:

а и б — отдельными и совмещенными методами ; в — расстановка трубоукладчиков и других механизмов изоляционно - укладочной колонны ; 1 — 6 — краны - трубоукладчики ; 7, 8 — очистная и изоляционная машины ; 9 — изолированный трубопровод

В последние годы при строительстве магистральных стальных трубопроводов стали применять комбинированные машины, так называемые комбайны, выполняющие операции очистки и изоляции труб, что очень удобно при производстве работ.

Для изоляции труб липкими полимерными материалами применяют следующие машины: для труб диаметром 351-720 мм - ИМ-6П; 920-1020 мм - ИМ-19; 529-1020 мм - ИМ-25; 1020 мм - комбинированную машину ОИМ-1; для очистки и изоляции труб диаметром 1020-1420 мм - ИЛ-1422. Они движутся по трубопроводу в процессе намотки ленты со скоростью 100-300 м/ч. Машины типа ИЛ для изоляции полимерными лентами и ИМ-1422 имеют по четыре шпули, что позволяет наносить двухслойную изоляцию (см. рис. 8.4).

Технология комплексно-механизированной прокладки трубопроводов колонной машин. Для обеспечения нормальной работы очистной и изоляционной машин в процессе укладки трубопровода его поддерживают трубоукладчиками. Обычно используют пять-шесть трубоукладчиков, а для труб особо больших диаметров (1220-1420 мм) шесть-восемь и даже десять трубоукладчиков.

Характерная схема организации работы изоляционно-укладочной колонны при укладке магистрального стального трубопровода совмещенным методом работ показана на рис. 20.8, б. Трубоукладчики 1 и 2 с помощью троллейных подвесок поднимают трубопровод с бермы траншеи для прохождения очистной машины 7, расположенной между ними. Применение троллейных подвесок позволяет трубоукладчикам в процессе изоляционно-укладочных работ непрерывно перемещаться вдоль траншеи с постоянным подъемом трубопровода.

По мере движения трубоукладчики 1 и 2, имея различные вылеты стрелы, смещают трубопровод в сторону траншеи. Трубоукладчики 3 и 4 поддерживают трубопровод для обеспечения возможности работы изоляционной машины 8, расположенной в конце колонны. Этими же трубоукладчиками смещают опускаемый вниз трубопровод (показан пунктиром) вместе с изоляционной машиной на ось траншеи и, таким образом, изоляцию трубопровода производят непосредственно над траншеей.

Главной особенностью совмещенного метода выполнения изоляционно-укладочных работ механизированной колонной является необходимость непрерывного удержания приподнятого участка трубопровода группой трубоукладчиков (см. рис. 20.8, б) как при перемещении вдоль трассы, так и при многочисленных технологических остановках в течение смены.

Необходимые расстояния L между трубоукладчиками в зависимости от диаметров трубопровода при совмещенном методе изоляционно-укладочных работ, а также расстояния от очистной и изоляционной машин до трубоукладчиков приведены в табл. 20.2, составленной применительно к общей схеме расстановки машин при укладке стальных магистральных водоводов, рассмотренных на рис. 20.8, в.

Таблица 20.2 Необходимые расстояния между трубоукладчиками, очистной и изоляционной машинами в зависимости от диаметра прокладываемого трубопровода (рис. 20.8, в)

Диаметр трубопровода, мм	Необходимые расстояния, м								
	рабочие						контрольные		
	l2	l3	l4	l5	a1	a2	l1	lK	L
529	25	30	-	-	10	5	30	45	130
720	30	20	25	-	19	5	40	65	175
820	30	20	25	-	10	5	45	80	185
1020	35	30	30	-	10	5	50	95	225
1220	30	30	30	5	10	5	55	100	225
1420	35	30	30	5	10	5	65	100	265

Количество кранов-трубоукладчиков в изоляционно-укладочной колонне зависит от способа прокладки трубопровода и его диаметра. На рис. 20.9 представлены рекомендуемые схемы расположения кранов-трубоукладчиков и сопутствующих машин в колонне для различных диаметров трубопроводов при их прокладке совмещенным методом, а на рис. 20.10 - то же при использовании комбайнов для очистки и изоляции трубопровода. Примерные расстояния между кранами-трубоукладчиками или их группами при этом даны в табл. 20.3.

При отдельном методе прокладки трубопровода рекомендуются другие схемы (рис. 20.11), а расстояния между кранами-трубоукладчиками при этом даны в табл. 20.4.

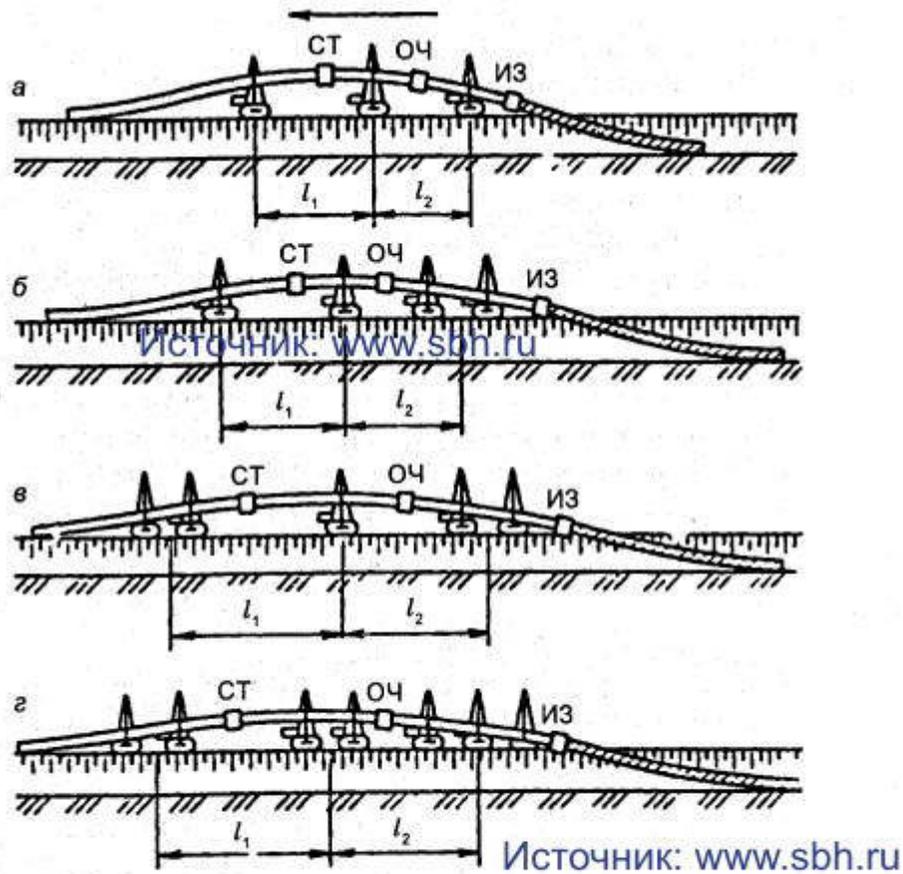


Рис. 20.9. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при совмещенном способе производства работ для трубопроводов различных диаметров:

Рис. 20.9. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при совмещенном способе производства работ для трубопроводов различных диаметров:

а — 529-820 мм ; б — 1020 мм ; в — 1220 мм ; г — 1420 мм ; ОЧ — очистная машина ; ИЗ — изоляционная машина ; СТ — сушильная установка ; l_1 , l_2 — расстояние между трубоукладчиками и группами трубоукладчиков

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией "[SBH СОТРАНС](http://www.sbh.ru)"

раздельном методе - всего 4. Это обстоятельство в частности и вынуждает выбирать раздельный метод прокладки трубопроводов при нехватке кранов-трубопроводов, хотя он замедляет прокладку и увеличивает ее трудоемкость.

Представляет также интерес так называемый «бесподъемный» способ укладки изолированного трубопровода на дно траншеи, образующегося как при раздельном способе прокладки стальных трубопроводов, так и при сварке трубопровода на трассе из труб с заводской изоляцией.

Новый бесподъемный способ прокладки таких трубопроводов, предложенный группой специалистов Ростовского инженерно-строительного института и проектно-конструкторского и технологического института «Южтрубопроводстройпроект» (В.А. Дзюба, В.А. Облоухов, В. И Бармин, Т.М. Ядлось, Б.Ф. Белецкий и др., авт. свид. № 1682705 А1), обеспечивает укладку изолированного трубопровода на дно траншеи без традиционного его подъема кранами-трубоукладчиками с помощью мягких полотенец.

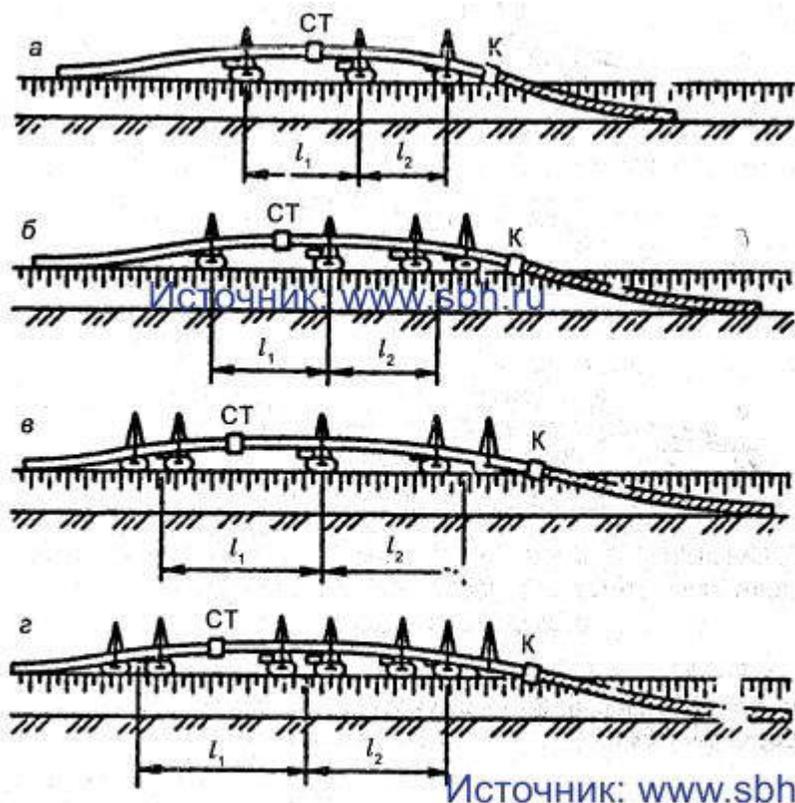


Рис. 20.10. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при совмещенном способе производства работ для трубопроводов различных диаметров при использовании комбайнов:

Рис. 20.10. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционно-укладочной колонне при совмещенном способе производства работ для трубопроводов различных диаметров при использовании комбайнов;
 а — 529-820 мм ; б — 1020 мм ; в — 1220 мм ; г — 1420 мм ; СТ — сушильная установка ; К — комбайн для очистки и изоляции трубопровода ; l_1 , l_2 — расстояние между трубоукладчиками и группами трубоукладчиков

Таблица 20.3 Расстояния между трубоукладчиками или группами трубоукладчиков при совмещенном методе работы

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние между трубоукладчиками (группами), м	Максимально допустимое
--------------------------	---	------------------------

			м
529	15-20	10-15	35
720-820	20-25	15-20	45
1020	20-25	15-25	50
1220	25-35	20-30	65
1420	35-50	30-45	100

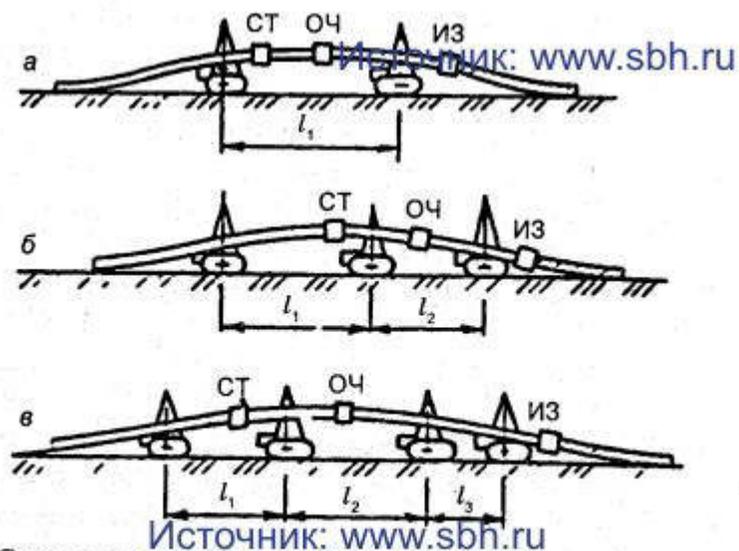


Рис. 20.11. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционноукладочной колонне для трубопроводов различных диаметров при раздельном методе работ:

Рис. 20.11. Схемы расположения трубоукладчиков и машин в изоляционноукладочной колонне для трубопроводов различных диаметров при раздельном методе работ:
а — 529 мм ; б — 720-1020 мм ; в — 1220-1420 мм ; ОЧ — очистная машина ; ИЗ — изоляционная машина ; СТ — сушильная установка ; l₁, l₂, l₃ — расстояние между трубоукладчиками

Таблица 20.4 расстояния между трубоукладчиками при раздельном методе работ

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние между трубоукладчиками (группами), м	Максимально допустимое
--------------------------	---	------------------------

	l1	l2	l3	расстояние между очистной и изоляционной машинами, м
529	15-20	--	--	20
720-820	15-20	10-15	--	35
1020	15-20	10-15	--	40
1220	10-15	15-25	10-15	40
1420	10-20	20-30	10-15	45

При этом способе траншея со стороны трубопровода, лежащего вдоль нее на берме, может быть выполнена с откосом 35-45° для предотвращения обрушения стенки траншеи, особенно если она проложена в малоустойчивых грунтах. Далее с помощью бульдозера, отвал которого облицован амортизирующим материалом, чтобы не повредить изоляцию трубопровода, начинают последовательно сдвигать его конец на ось траншеи.

Первую сдвижку трубопровода производят усилием бульдозера на расстоянии 33-46 м от начала нитки трубопровода, вследствие чего конец трубопровода зависает в траншее и фиксируется между ее стенками. Вторую сдвижку трубопровода делают на расстоянии 46-58 м от начала нитки, вследствие чего конец трубопровода длиной 200 — 250 м и массой до 120 т (при диаметре 1420 мм) зависает в траншее, изгибаясь под собственным весом в вертикальной плоскости. В то же время трубопровод под воздействием внешней сдвигающей силы от бульдозера изогнут в горизонтальной плоскости, т.е. имеет место сложный пространственный изгиб при известной жесткости трубопровода, когда в нем возникают упругие напряжения.

Стальной трубопровод как упругая система, подвергающийся воздействию внешних сил, имеет потенциальную энергию деформации упругого изгиба, В то же время упругая система стремится к своему равновесному состоянию, которым для трубопровода является его стремление к восстановлению своего прямолинейного положения. Поэтому трубопровод, находясь в напряженном состоянии, начинает самопроизвольно укладываться в траншею за счет потенциальной энергии изгиба, переходящей в кинетическую. При этом трубопровод восстанавливает свое устойчивое положение, а внутренние напряжения снимаются. Процесс укладки трубопровода на дно траншеи происходит быстро без его перекачивания и закручивания.

Предложенный способ имеет ряд преимуществ, так, он не требует подъема, перемещения и опускания трубопровода в траншею, для чего требуется 5—6 кранов-трубоукладчиков, а все

температур на применяемые изоляционные материалы. Поэтому изоляционное покрытие на трубопроводы допускается наносить при температуре не ниже -35°C . В зимних условиях в районах крайнего Севера в состав колонны включают трубо-нагревательную печь СТ, которую ставят перед очистной машиной.

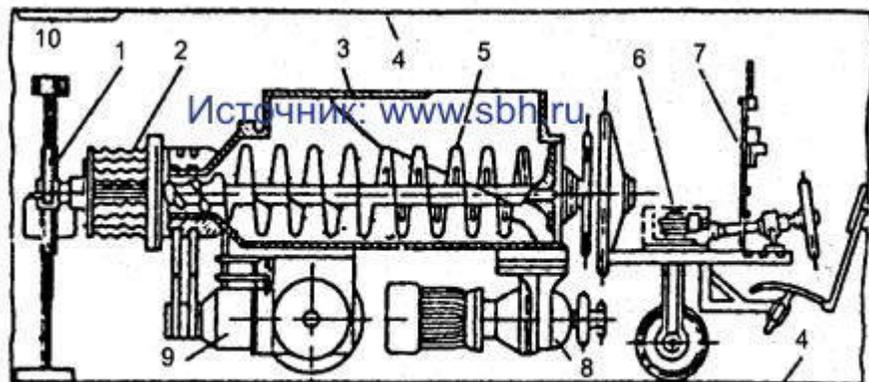
Особенности изоляции трубопроводов полимерными лентами. Перед началом работ изоляционная машина должна быть заземлена, а также оборудована устройством для снятия статического электричества с поверхности ленты. Изоляционные ленты следует наматывать на трубопровод по свеженанесенной (невысохшей) грунтовке при температуре окружающего воздуха не ниже -40°C . При температуре воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$ рулоны ленты и обертки перед нанесением необходимо выдержать не менее 48 ч в теплом помещении при температуре не ниже $+15^{\circ}\text{C}$ (но не выше $+45^{\circ}\text{C}$). При температуре воздуха ниже $+3^{\circ}\text{C}$ поверхность изолируемого трубопровода надо подогревать до температуры не ниже $+15^{\circ}\text{C}$ (но не выше $+50^{\circ}\text{C}$).

Изоляционные и оберточные ленты наносят без перекосов, мор- л щин, гофр, отвисаний с величиной нахлеста: для однослойного покрытия - не менее 3 см, для двухслойного - на 50 % ширины ленты плюс 3 см.

Угол наклона шпупль регулируют, усилие натяжения измеряют динамометром. При установке на шпупль машины нового рулона ленты конец нанесенного полотнища нужно приподнять на 10-15 см и под него подложить начало разматываемого рулона. Эти концы разглаживают на изолируемой поверхности и затем прижимают рукой до нахлеста их последующим витком ленты. При изоляции трубопроводов импортными лентами у сварных швов допускается, как исключение наличие узкой (1,0-1,5 мм) полосы с неплотным прилеганием изоляционной ленты; эти неплотности при засыпке трубопровода должны исчезнуть.

Изоляционную машину перед нанесением лент необходимо тщательно отрегулировать по диаметру изолируемого трубопровода и ширине нахлеста. Постоянно следует также проверять натяжение ленты и состояние ходовых колес; при необходимости следует производить их регулировку.

Трубы из углеродистой стали подвержены интенсивной коррозии, которая составляет в системах водоснабжения 0,05—0,8 мм/год. Этого можно избежать, используя стальные цементно-полимерные и цементно-песчаные покрытия внутри труб.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 20.12. Схема центробежной облицовочной машины МФТ-1,2/1,4 для внутренней изоляции стальных труб цементно-песчаным раствором:

Рис. 20.12. Схема центробежной облицовочной машины МФТ-1,2/1,4 для внутренней изоляции стальных труб цементно-песчаным раствором:

1 — заглаживающая лопатка ; 2 — разбрызгивающая головка ; 3 — бункер машины ; 4 — облицовываемый трубопровод ; 5 — шнек ; 6 — механизм рулевого управления ; 7 — приборный щит ; 8 — мотор - редуктор ; 9 — привод разбрызгивающей головки ; 10 — цементно - песчаная облицовка

Академией коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова разработана центробежная облицовочная машина МФТ-1,2/1,4 (рис. 20.12), принцип работы которой заключается в следующем. Цементно-песчаная смесь подается в бункер, из которого при вращении шнека она поступает в центральную трубу машины. Выжимаясь через продольные щели на ее конец, бетонная смесь попадает на лопатки вращающегося метателя и под действием центробежных сил отбрасывается к стенкам облицовываемой трубы, т.е. покрытие наносится центробежным набрызгом. Нанесенный раствор одновременно разравнивается вращающимися подпружиненными лопатками. Они заглаживают и калибруют нанесенный мелкозернистый бетон, образуя равномерный слой толщиной 12 мм. В процессе работы машина движется внутри трубы со скоростью 0,3-0,5 м/мин.

Результаты многолетних наблюдений за состоянием покрытий позволяют установить, что срок их эксплуатации составляет не менее 50 лет.

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией "[SBH СОТРАНС](http://www.sbh.ru)"

Бестраншейная прокладка труб под дорогами и другими преградами.

Источник: Б.Ф. Белецкий, "Технология и механизация строительного производства" 2003
Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией ["СВН СОТРАНС"](#)

Содержание статьи:

- [1. Общие сведения о бестраншейных способах прокладки труб. Назначение, область их применения и выбор.](#)
- [2. Прокладка труб способом прокола.](#)
- [3. Прокладка труб способом продавливания.](#)
- [4. Прокладка труб способом горизонтального бурения.](#)
- [5. Прокладка рабочего трубопровода в футляре.](#)
- [6. Щитовая проходка тоннелей и коллекторов.](#)
- [7. Основные требования охраны труда при бестраншейной прокладке трубопроводов.](#)

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БЕСТРАНШЕЙНЫХ СПОСОБАХ ПРОКЛАДКИ ТРУБ . НАЗНАЧЕНИЕ , ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И ВЫБОР.

При прокладке трубопроводов под дорогами и другими препятствиями в принципе возможны два основных способа производства работ — открытый и закрытый.

При открытом требуется разрытие поперек дороги траншеи с повреждением дорожного покрытия и остановкой движения транспорта по ней на время прокладки труб. Все это, естественно, сопряжено с рядом неудобств для пассажиров, транспорта и, кроме того, влечет за собой удорожание работ, так как возникает необходимость восстановления дорожного покрытия и элементов благоустройства в месте перехода.

Более перспективными являются закрытые методы прокладки труб под дорогами, не требующие устройства траншей. При прокладке труб бестраншейными способами вначале под дорогами устраивают защитные кожухи или футляры, а затем в них прокладывают сами рабочие трубопроводы. Чтобы это стало возможным, диаметр кожуха (футляра) должен быть большим, чем диаметр прокладываемого трубопровода (табл. 21.1).

Таблица 21.1 требуемые диаметр и толщина стенок защитного кожуха (футляра)

Наружный диаметр, мм		Толщина стенки защитного кожуха, мм, при способе прокладки			Наружный диаметр, мм		Толщина стенки защитного кожуха, мм, при способе прокладки		
рабочего трубопровода	защитного кожуха	открытом	бестраншейном		рабочего трубопровода	защитного кожуха	открытом	бестраншейном	
			горизонтальное бурение	продавливание и прокол				горизонтальное бурение	продавливание и покол
159	325	8	8	9	720	920	10	10	12
219	377	9	9	10	820	1020	10	11	14

273	426	9	9	11	920	1220	10	11	14
325	530	9	10	12	1020	1220	10	11	14
426	630	10	10	12	1220	1420	11	12	14
530	720	10	10	12	1420	1720	16	16	16
630	820	10	10	12					

Для защитных кожухов (футляров) применяют стальные трубы: бесшовные горячекатаные, сварные прямошовные и спирально-шовные. Горячекатаные применяют только для кожухов переходов трубопроводов диаметром до 273 мм, а для трубопроводов больших диаметров используют обычно крупноразмерные сварные прямо- или спирально-шовные трубы.

Длину кожуха определяют исходя из ширины дорожного полотна (или дорожной насыпи) и рекомендуемых нормативных расстояний. Предохраняют кожухи от коррозии асбесто- или песчано-цементными, асфальтоцементобитумными, эпоксидными или полимерными антикоррозийными покрытиями, наносимыми на их поверхность.

Закрытую прокладку труб кожухов (футляров) выполняют в основном способами прокола, продавливания, горизонтального бурения, а для прокладки коллекторов и тоннелей применяют щитовой и штольневый способы подземных проходок.

Прокол лучше применять для прокладки труб малых и средних диаметров (не более 400-500 мм) в глинистых и суглинистых (связных) грунтах. Ограничение диаметра прокалываемых труб обусловлено тем, что при этом способе массив грунта прокалывают трубой, оснащенной наконечником, без удаления грунта из скважины, вследствие чего для прокола требуются значительные усилия. В связи с этим и длина прокола труб не превышает 60—80 м.

Способ продавливания с извлечением из трубы грунтовой пробки или керна можно применять практически в любых грунтах I—IV групп, он пригоден для труб диаметром 800—1720 мм при длине прокладки до 100 м.

Горизонтальное бурение предусматривает опережающую разработку грунта в забое с устройством скважины в грунте большого диаметра, чем прокладываемая труба. Этим способом можно устраивать подземные переходы трубопроводов диаметром до 1720 мм на длину 70- 80 м. Однако способ этот недостаточно эффективен в обводненных и сыпучих грунтах.

Щитовой и штольневый способы применяются при необходимости устройства переходов трубопроводов, коллекторов и тоннелей значительных диаметров и длины.

При любом из бестраншейных способов прокладки труб вначале по обе стороны дороги отрывают рабочий и приемный котлованы, а затем монтируют соответствующие механизированные установки.

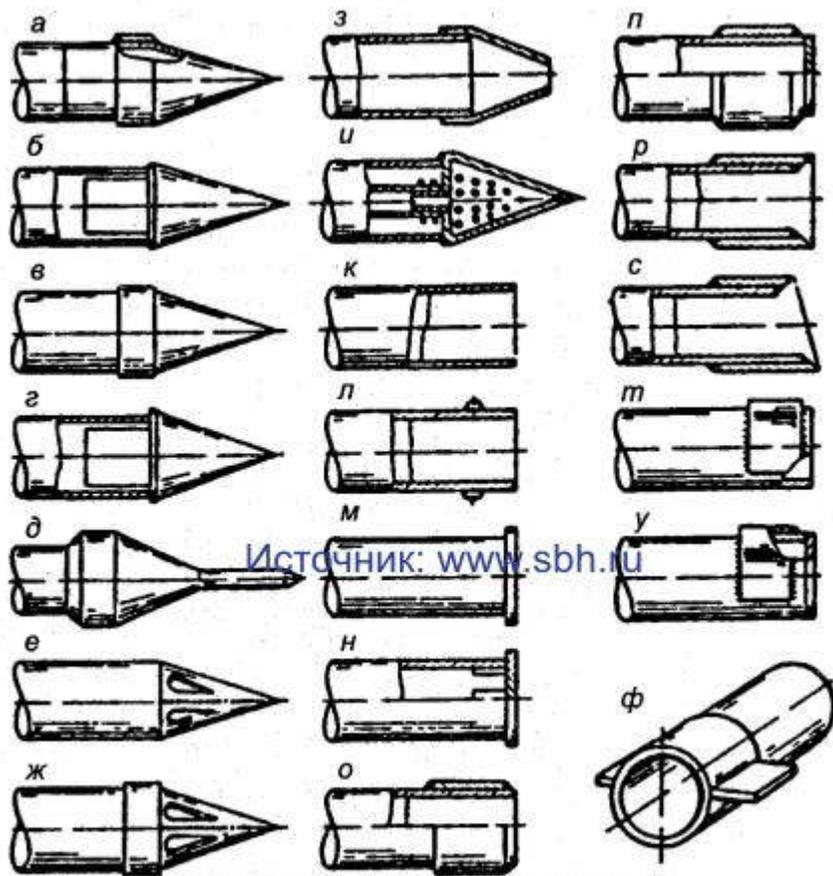
Размеры рабочего котлована определяют в зависимости от диаметра прокладываемого трубопровода, глубины его заложения и конструкции направляющей рамы.

Выбор бестраншейного способа прокладки труб зависит от диаметра и длины трубопровода, физико-механических свойств и гидрогеологических условий разрабатываемых грунтов. Выбор способа также зависит от наличия в строительных организациях соответствующих трубопрокалывающих, продавливающих и бурильных агрегатов, установок и оборудования. Для облегчения выбора можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в табл. 21.2.

Таблица 21.2 Рекомендуемые способы бестраншейной прокладки трубопроводов

Способ	Трубопровод		Наилучшие грунтовые условия применения	Скорость проходки, м/ч	Необходимое усилие вдавливания, кН	Ограничения к применению способа
	диаметр, мм	длина, м				
Прокол: механический с помощью домкратов	50-500	80	Песчаные и глинистые без твёрдых включений	3-6	148-2450	В скальных и аремнистых грунтах не применяется
гидропроколом	100-200 400-500	30-40 20	Песчаные и супесчаные	1,6-14	250-1600	Способ возможен при наличии источников воды и мест для сброса пульпы
вибропроколом	500	60	Несвязные песчаные, супесчаные и пловуны	3,5-8	5-7,5	В твердых и скальных грунтах не применяются
грунтопрокалывателями	89-108	50-60	Глинистые	2,5-2	---	То же
пневмопробойниками	300-400	40-50	Мягкие грунты до III группы	30-40 (без расширителей)	0,75-25	В грунтах с повышенным водонасыщением и с малым сцеплением не применяется
Продавливание	400-2000	70-80	В грунтах I-III групп	0,2-1,5	4500	В пловунных грунтах способ не применим. В твёрдых породах может быть применим лишь для продавливания труб максимального диаметра.
Горизонтальное бурение	325-1720	40-70	В песчаных и глинистых грунтах	1,5-19	---	При наличии грунтовых вод способ не применяется

2. ПРОКЛАДКА ТРУБ СПОСОБОМ ПРОКОЛА.



Источник: www.sbh.ru

Рис. 21.1. Наконечники для безтраншейной прокладки труб способом прокола:

Рис. 21.1. Наконечники для безтраншейной прокладки труб способом прокола:
а, б, в — конусные ; *г* — конусный с эксцентриситетом ; *д* — конусный со штырем ; *е, ж* — конусный с щелевыми прорезями ; *з* — конусный с усеченной вершиной ; *и* — конусный с отверстиями для увлажнения грунта ; *к* — открытый конец трубы ; *л* — открытый конец трубы с кольцом ; *м* — приварная заглушка ; *н* — съемная заглушка ; *о* — кольцевой нож с наружным скосом кромок ; *п* — то же , с приварной заглушкой ; *р* — кольцевой нож с внутренним скосом кромок ; *с* — кольцевой нож клиновидной формы с внутренним скосом кромок ; *т* — нож серпообразного сечения ; *у* — то же , с приварной заглушкой ; *ф* — кольцевой нож с направляющими пластинками (стабилизаторами)

Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией "SBH-COTRANS"

конусными наконечниками. Разновидности конусных наконечников приведены на рис. 21.1, а—д. Иногда применяют расширительные пояса с заглушками (рис. 21.1, р, ф). При небольшой длине прокола трубы прокалывают открытым концом (рис. 21.1, к).

Тип и количество вдавливающих устройств, способных развить требуемое усилие, выбирают в соответствии с необходимым расчетным усилием вдавливания, которое зависит от диаметра и длины прокладываемого трубопровода, а также вида грунта. Необходимое нажимное усилие для продвижения в грунте прокладываемой трубы определяются расчетом по формуле

$$P = \frac{\pi R_c^2 \sigma_{\text{упл}}}{u_0} + M_T L f$$

где R_c - радиус сечения отверстия (скважины) в грунте; $\sigma_{\text{упл}}$ — коэффициент сопротивления грунта; u_0 - пористость грунта до прокалывания; M_T - масса 1 м трубы (футляра), кг; L - длина проходки (прокола), м; f - коэффициент трения стали о грунт.

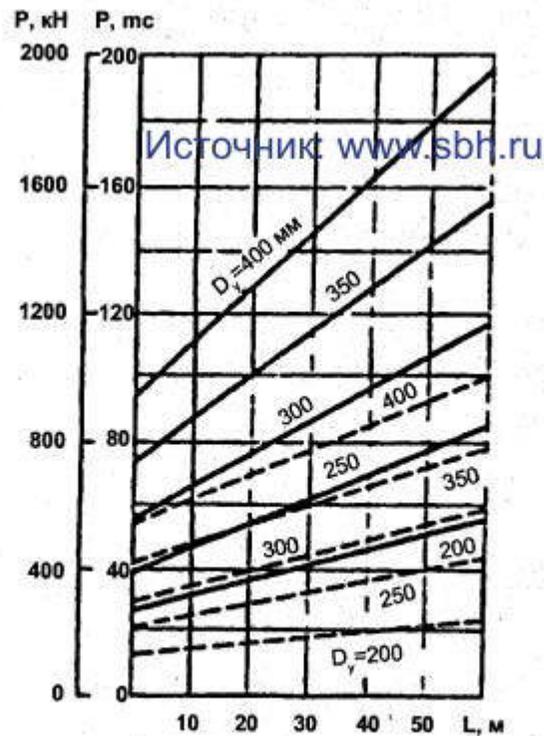


Рис. 21.2. График для определения необходимого усилия для прокола труб разных условных диаметров D_y на длину L , м, в песчаных (—) и глинистых (-----) грунтах

Рис. 21.2. График для определения необходимого усилия для прокола труб разных условных диаметров D_y на длину L , м, в песчаных (—) и глинистых (-----) грунтах.

Усилия, требующиеся для прокола труб, колеблются в пределах от 150 до 2000 кН. Определив нажимное усилие, принимают необходимое число гидродомкратов для силовой установки, а также выбирают тип упорной стенки в котловане.

Для прокола труб чаще всего применяют нажимные насосно-домкратные установки, состоящие из одного или двух спаренных гидравлических домкратов типа ГД-170 с усилием до 170 тс каждый, смонтированных на общей раме. Штоки домкратов обладают большим свободным ходом (до 1,15—1,3 м). Раму с домкратами устанавливают

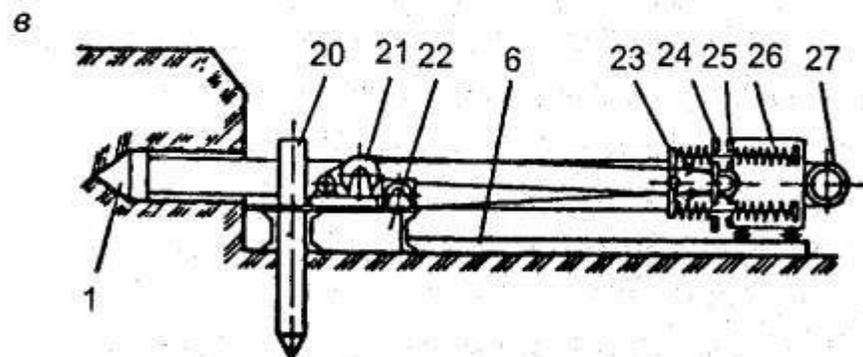
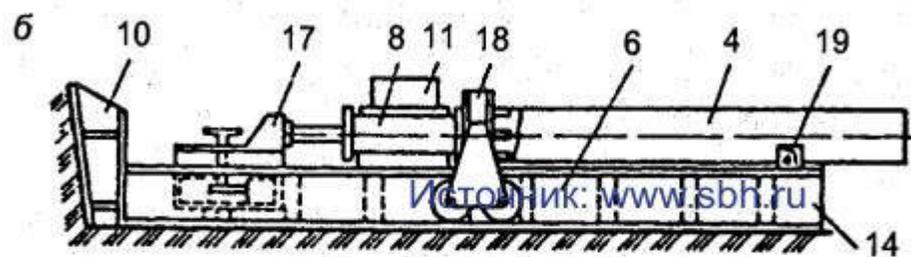
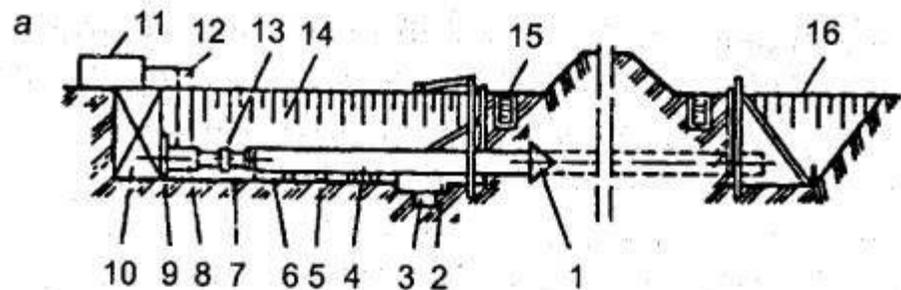
после вдавливания трубы в грунт на длину хода штока домкрата (например, 1 м) шток возвращают в первоначальное положение и в образовавшееся пространство вставляют другой патрубок удвоенной длины и так продолжают до тех пор, пока не закончат прокол первого звена трубопровода (обычно длиной 6 м). Затем к нему приваривают второе звено и указанные операции повторяют до тех пор, пока не будет завершен прокол на всю длину трубопровода.

Шомпола делают из труб с отверстиями по бокам, расстояние между которыми соответствует длине хода штоков домкратов. Шомпола бывают внутренние,двигающиеся внутри прокалываемой трубы, и наружные, охватывающие трубу снаружи.

При использовании шомпола по мере вдавливания звена одновременно с обратным ходом штоков домкратов шомпол выдвигается назад, стержень переставляют в очередное отверстие, и цикл повторяется до тех пор, пока все звено не вдавится в грунт. Затем к нему приваривают следующее звено и его также вдавливают с помощью того же шомпола и т.д. Механический прокол труб с помощью домкратов возможен в песчаных и глинистых грунтах без твердых включений.

На рис. 21.3, а, показана наиболее распространенная схема бестраншейной прокладки труб (кожухов) способом прокола с применением гидродомкратной установки и комплекта нажимных патрубков.

Для бестраншейной прокладки стальных труб диаметром 104—630 мм на длину до 80 м грунтах 1-1У групп (без крупных включений) способом прокола применяют установки ГПУ-600 (рис. 21.3, б). Установка работает по принципу «шагающих домкратов», что позволяет значительно сократить время рабочего цикла. Вначале путем включения мас- лостанции гидродомкратами продвигают подвижную нажимную плиту с прокладываемой трубой на длину хода штока домкратов (1,2 м). Затем после окончания рабочего цикла подвижной упор освобождают и обратным ходом домкратов подтягивают его вслед за прокладываемой трубой. Указанные операции повторяют до полного внедрения в грунт первого звена прокладываемой трубы, после чего подвижной упор, салазки с домкратами и нажимную плиту возвращают в исходное положение. Далее монтируют второе звено трубы, и цикл работ повторяют и так до полного прокола всего трубопровода.



Источник: www.sbh.ru

