

I. СТРОИТЕЛЬСТВО НУРУЖНЫХ СЕТЕЙ

1 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ

1.1 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 удастся 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.

Сортамент неметаллических труб, используемых в водопроводном строительстве, включает различные их виды, в том числе: керамические, асбестоцементные, бетонные и железобетонные, полиэтиленовые, винипластовые и др.

1.2 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 снизу вверх по уклону, начиная от смотрового колодца раструбами против течения сточной жидкости.

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, 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, 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.

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. 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.

1.3 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. 1.1, 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. 1.1, 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. 1.1, 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. 1.1, в). Монтаж муфт производят с помощью специальных приспособлений — рычажного домкрата (рис. 1.1, е) или, если необходимо большее усилие, винтового домкрата и винтового натяжного устройства (рис. 1.1, ж). Основные этапы монтажа муфтового соединения труб показаны на рисунках 1.1, в – д. Правильность положения резиновых колец после монтажа муфты проверяют шаблоном или линейкой. Кольца должны располагаться за рабочим буртиком.

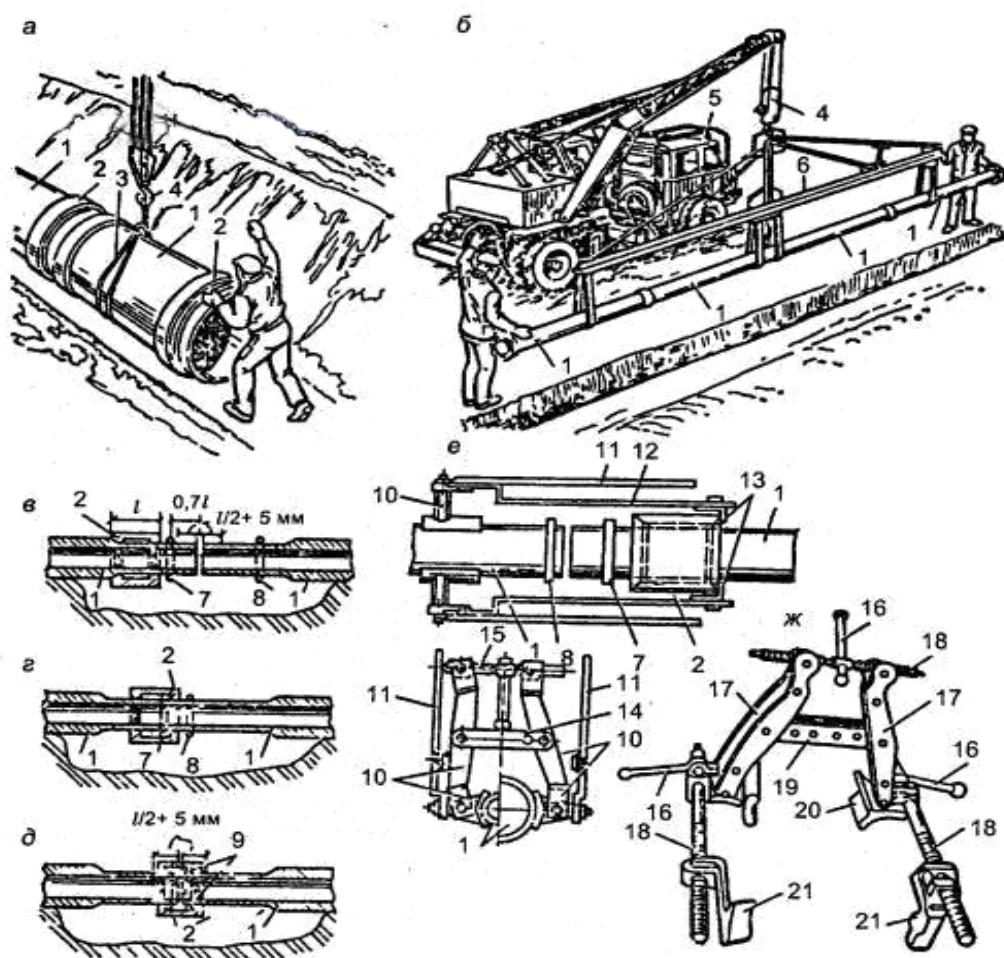


Рис. 1.1. Способы монтажа трубопроводов из асбестоцементных труб:

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; 17 – рычаги; 12 – тяги; 13 – захваты; 14 – распорная планка; 15 – затяжной винт; 16 – рукоятка; 17 – корпус; 18 – винты; 19 – планка; 20 – зажимы; 21 – лапки

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. 1.2, 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. 1.2, 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. 1.2, б). Для того чтобы в процессе монтажа муфта не сдвинулась, у ее торца устанавливают упорный (переносной) хомут. При втором способе (рис. 1.2, в, г) на укладываемую трубу муфту надвигают на всю ее длину (рис. 1.2, 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. 1.2, г).

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. 1.2, д), удаляемую из трубы после монтажа стыка. Для монтажа стыковых соединений асбестоцементных труб наряду с показанным на рис. 1.1, ж винтовым домкратом используют также рычажный домкрат (рис. 1.2, е) и рычажно-реечное приспособление (рис. 1.2, 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 продвигает муфту на ранее уложенную трубу.

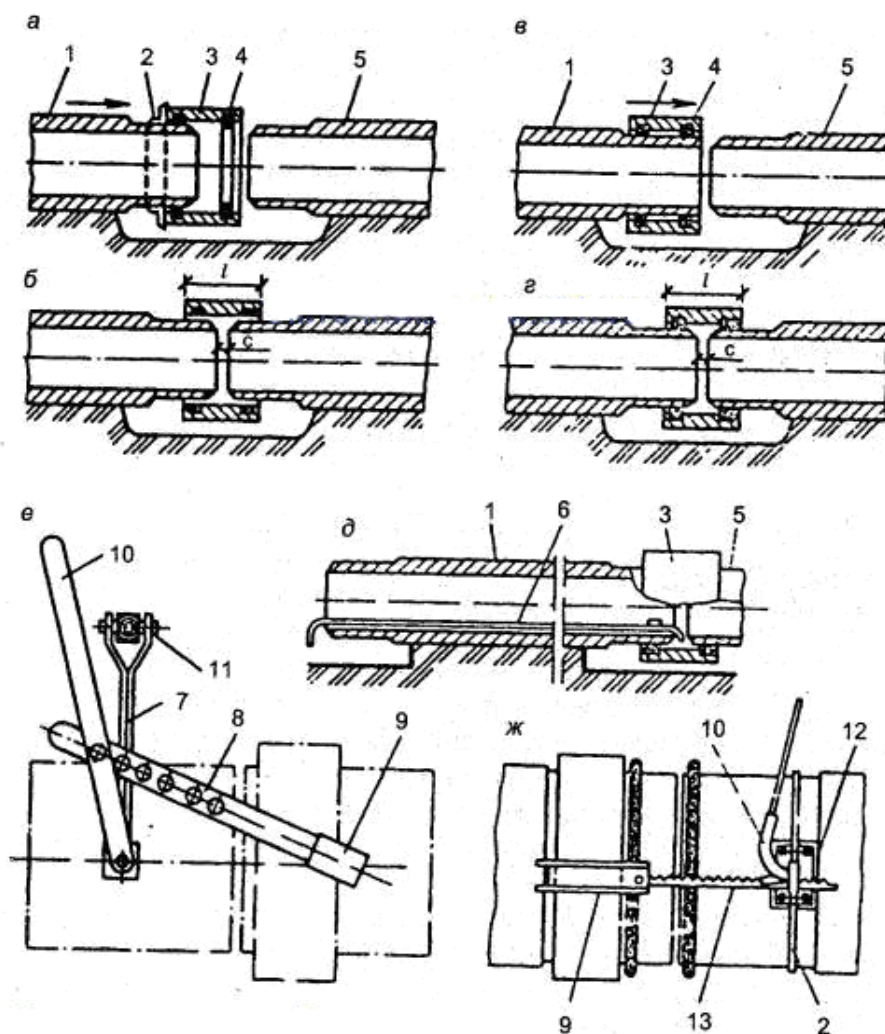


Рис. 1.2. Монтаж асбестоцементных труб на муфтах САМ с резиновыми самоуплотняющимися кольцами:

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

Устройство для монтажа муфтовых и раструбных трубопроводов (рис. 1.3) 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.

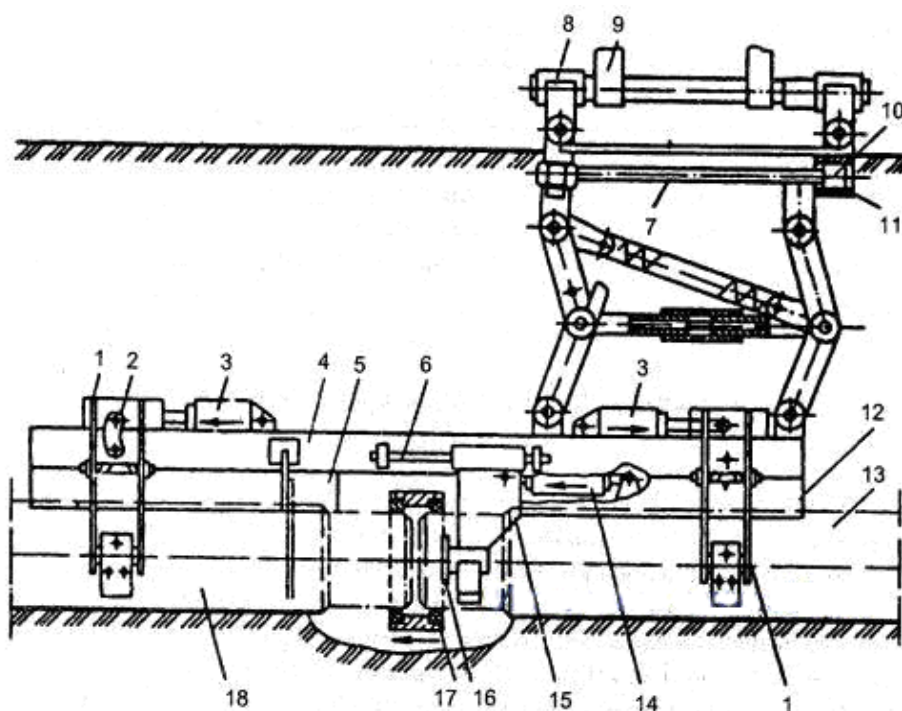


Рис. 1.3. Устройство для монтажа асбестоцементных труб:

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

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 трапецевидного 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.

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 стыком, 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.

1.4 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. 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 рисунке 1.4, а. При укладке трубы вначале по шаблону отмечают на ее гладком конце глубину заделки его в раструб уложенной трубы. Установив кран посередине укладываемой трубы и застропив ее полуавтоматическим захватом (рис 1.4, г, в, д) или с помощью стропов, либо траверсы, трубу подают в траншею (рис. 1.4, д, е).

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.

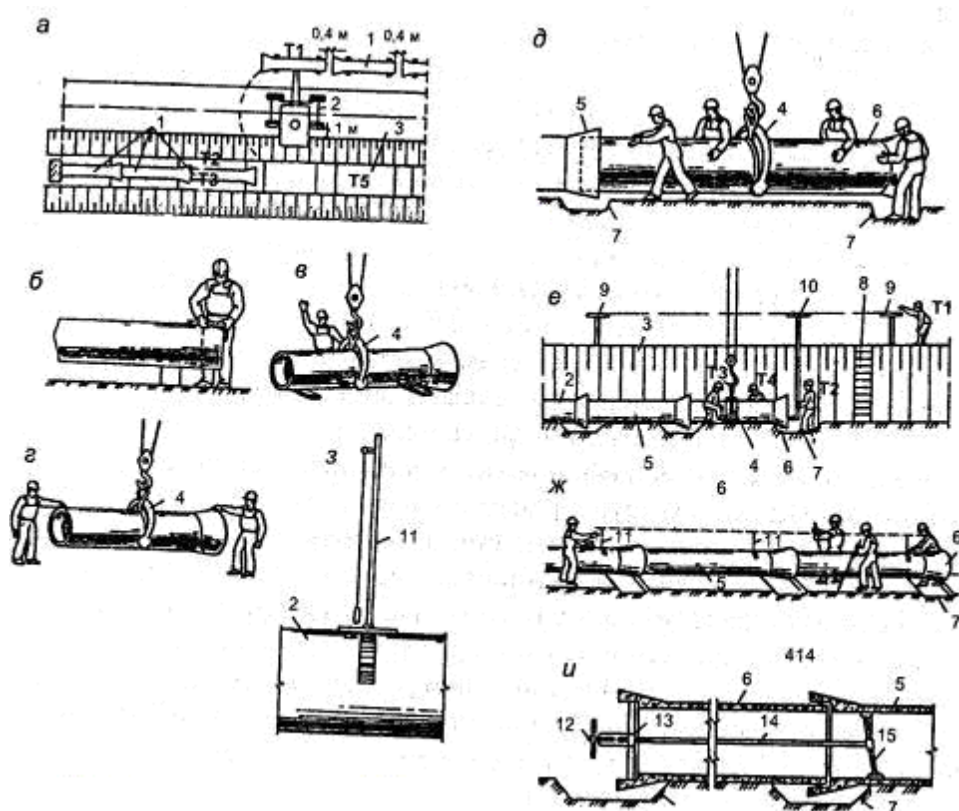


Рис. 1.4. Основные рабочие операции при монтаже трубопровода из железобетонных раструбных труб: а – общая схема организации работ (Т-1, Т-2, Т-3, Т-4, Т-5 – рабочие места трубоукладчиков); б – разметка гладкого (втулочного) конца трубы шаблоном; в, г – строповка трубы и опускание ее в траншею с помощью 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 – прямки; 8 – лестница; 9 – неподвижные визирки; 10 – переносная (ходовая) визирка; 11 – инвентарные вешки; 12 – натяжной винт; 13 – балка; 14 – тяга; 15 – распорка

Для выверки положения укладываемой трубы на ее лоток опирают ходовую визирку и затем следят, чтобы верх этой визирки находился на общей линии с двумя неподвижными визирками на обносках (рис. 1.4, 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. 1.4, 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. 1.4, е). При необходимости ее смещают в нужную сторону.

В заключение с помощью натяжного приспособления (рис. 1.4, и) вводят гладкий конец трубы в раструб ранее уложенной, следя при этом за равномерностью закатывания резинового кольца в раструбную щель. 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.

При монтаже трубопроводов из раструбных железобетонных труб наиболее трудоемкой 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. 1.5, а, б), реечные и гидравлические домкраты (рис. 1.5, в), внутренние

натяжные приспособления, рычажные и шестеренчатые лебедки (рис. 1.5, з, д), бульдозеры и экскаваторы (рис. 1.5, е, ж).

Для монтажа труб диаметром 500, 700, 900 мм применяют также универсальное гидравлическое приспособление (рис. 1.5, и), которое закрепляют на трубе, а затем вместе с ней опускают в траншею. Проверив точность центрирования трубы и правильность расположения резинового кольца, трубу под действием хода гидроцилиндра стыкуют с трубопроводом.

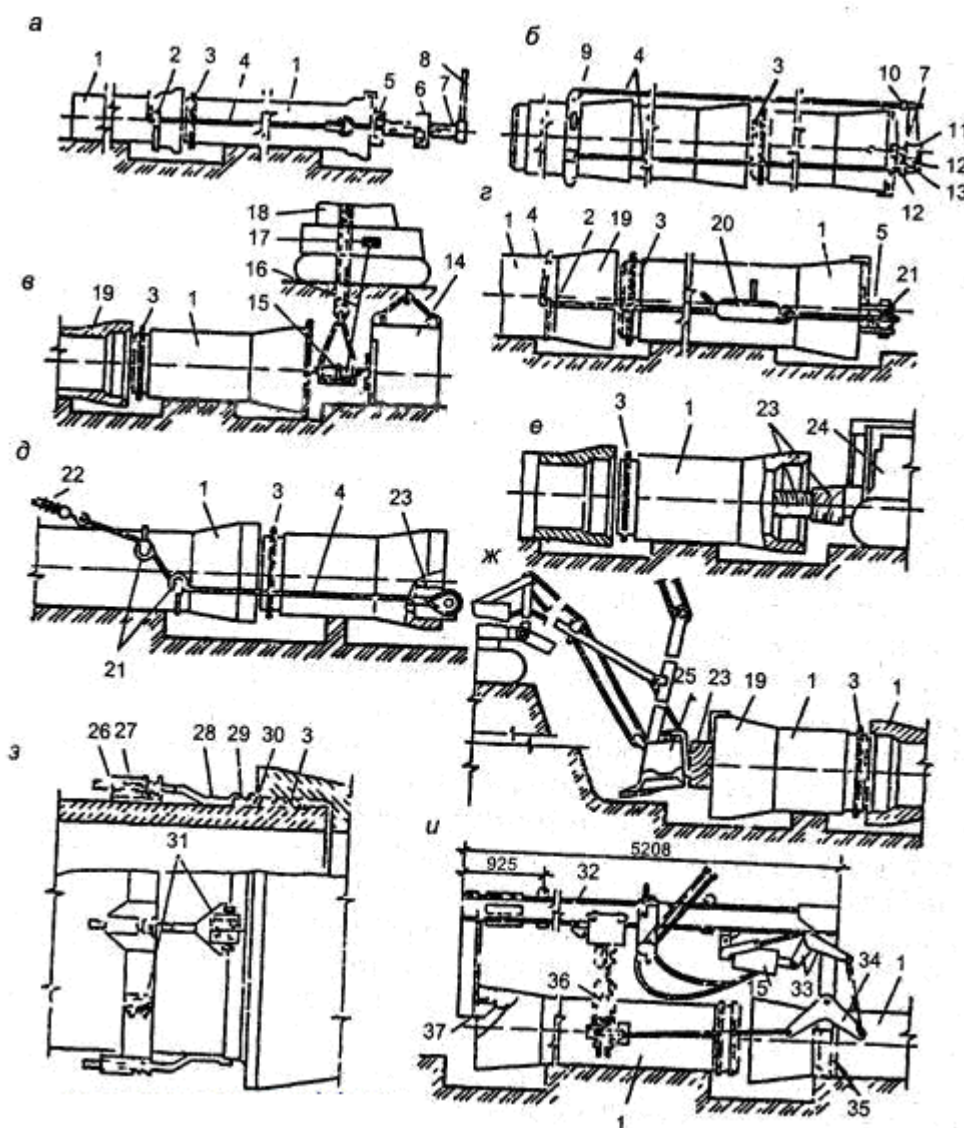


Рис. 1.5. Способы монтажа раструбных напорных железобетонных труб и применяемые для этого приспособления: 1 – уложенная и укладываемая труба; 2 – полухомут; 3 – резиновое кольцо;

4 – трос; 5,6 – упорная и рабочая балки; 7 – натяжной винт; 8 – фрикционно-храповое устройство; 9 – шарнирный хомут; 10 – регулировочные 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 лебедка; 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 выборе способа монтажа труб учитывают наличие необходимого оборудования и механизмов, а также условия строительства трубопровода. Монтаж труб с помощью бульдозера (рис. 1.5, *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. 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.

Монтаж трубопровода с помощью ковша экскаватора (рис. 1.5, *ж*) ведут при прокладке труб в водонасыщенных грунтах или в стесненных городских условиях строительства, когда траншею отрывают по мере прокладки труб, и экскаватор, расположенный рядом, используется для их монтажа поворотом ковша.

Применяемые средства механизации монтажа железобетонных и бетонных трубопроводов зависят в основном от типа стыкового соединения и диаметра труб. Тип стыкового соединения определяет технические требования к монтажному оборудованию, а диаметр труб и размеры траншеи – возможные схемы размещения монтажного оборудования и вытекающие отсюда технологические схемы производства монтажных работ.

Основными техническими требованиями к оборудованию для монтажа труб на резиновых уплотнительных кольцах являются: обеспечение соосности труб и создание необходимого осевого усилия для их стыковки. При монтаже

труб с раструбно-винтовым соединением дополнительно нужно обеспечить завинчивание укладываемой трубы в ранее уложенную. Для монтажа труб с зачеканкой стыковых соединений следует обеспечить механизированное уплотнение волокнистых материалов в раструбной щели.

Монтаж бетонных и железобетонных труб в настоящее время ведут в основном по двум технологическим схемам. При первой применяют навесное оборудование к крану-трубоукладчику для выполнения всех операций: захвата трубы на берме и ее спуска на дно траншеи, центровки укладываемой трубы к уложенному участку трубопровода и стыковки труб. Вторая схема предусматривает выполнение центровочных и стыковочных операций перемещающейся по дну траншеи базовой машиной с соответствующим оборудованием. Каждая из этих схем имеет свои области применения, обусловленные длиной, диаметром труб и шириной траншеи.

Существующие методы монтажа железобетонных труб (особенно больших диаметров 1000, 1200 мм) не обеспечивают точной соосности при монтаже укладываемой и ранее уложенной трубы. Обычно укладываемую трубу поддерживают на весу грузоподъемным механизмом, а другим механизмом (трактором, экскаватором) создают продольное усилие, обеспечивающее ввод гладкого конца в раструб уложенной трубы. При этом, как показывает опыт, очень сложно обеспечить в стыке одинаковый кольцевой зазор между поверхностью гладкого конца трубы и внутренней поверхностью раструба, из-за чего резиновое кольцо, находящееся в этом зазоре, защемлено не одинаково по периметру труб. Поэтому резиновое кольцо не перекачивается равномерно по мере входа в раструб, а иногда перекачивается что недопустимо. Сложно также обеспечить необходимый зазор в стыке между трубами, так как вдвигание трубы происходит до соприкосновения их в раструбе, часто без какого-либо контроля.

Навесное оборудование для механизированного монтажа железобетонных труб, исключая указанные недостатки, разработано Тульским политехническим институтом совместно с трестом Туласпецстрой и

другими организациями. Такое навесное оборудование (рис 1.6, а) для монтажа железобетонных напорных труб на резиновых уплотнительных кольцах конструктивно выполнено в виде грузонесущей балки с подвеской к крюку крана-трубоукладчика. На балке размещены два захвата укладываемой трубы, захват ранее уложенной и привод горизонтальной подачи укладываемой трубы. Устройство имеет простую конструкцию и надежно в работе.

Гидропривод осуществляется от гидросистемы крана-трубоукладчика и рассчитан на давление до 10 МПа. При этом усилие в гидроцилиндре стыковки достигает 95000 Н. Из-за большой разницы в массе труб различных диаметров разработаны четыре варианта такого навесного оборудования: для труб диаметром 500; 600 и 700; 800 и 1000; 1200...1400 мм, а переналадку с одного диаметра на другой в каждом варианте производят с помощью сменных деталей. Масса навесного оборудования для труб с диаметром 1200 мм, представленного на рис. 1.6, а, составляет 900 кг.

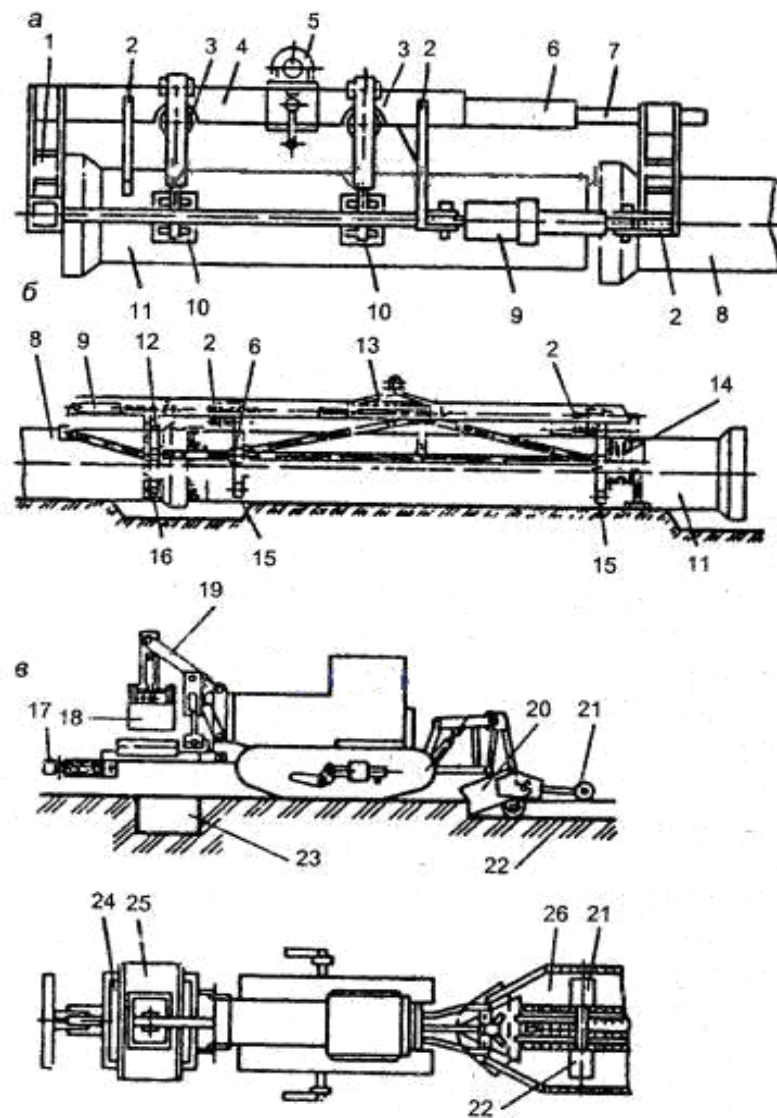


Рис. 1.6. Схемы навесного устройства для монтажа железобетонных труб на резиновых уплотнительных кольцах (а), навесного оборудования для монтажа труб с раструбно-винтовым соединением (б) и траншейной машины для монтажа раструбных труб (в): 1 – упор-фиксатор; 2 – фиксаторы трубы; 3, 9 – гидроцилиндры; 4 – траверса; 5 – скоба; 6 – втулка направляющая; 7 – шток; 8 – труба, ранее уложенная; 10 – захваты; 11 – труба укладываемая; 12 – фиксатор клиновой; 13 – рама; 14 – привод вращения и осевой подачи трубы; 15 – роликовые захваты; 16 – захват ранее уложенной трубы; 17 – труботолкающая поперечная балка на горизонтальной раме; 18 – грейферный ковш лямкокопателя; 19 – наклонная стрела лямкокопателя; 20 – плужный ложекопатель; 21 – дорожные уплотнители; 22 – ложе; 23 – прямок; 24 – окно для пропуска ковша в забой; 25 – пассивный боковой рассеиватель; 26 – отвал

Для монтажа труб диаметром 900 мм Ярославским институтом ПТИОМЭС разработано навесное оборудование к крану-трубоукладчику ТГ-124. Его длина 5600, ширина и высота 1640 мм, масса 940 кг.

Для механизации монтажа железобетонных напорных труб со

стальным сердечником типа РТНС разработано навесное оборудование, включающее неподвижную и подвижную рамы. В неподвижной раме установлен гидроцилиндр, шток которого связан с кулачковой штангой, воздействующей при перемещении штока на все механизмы оборудования. На подвижной раме жестко закреплен упор-захват, за которым расположен механизм с клещевым захватом.

Для монтажа железобетонных безнапорных труб с раструбновинтовым соединением разработано специальное навесное оборудование (рис. 1.7, б), которое состоит из рамы, роликовых захватов укладываемой трубы, захвата ранее уложенной трубы. К раме жестко прикреплены упоры, сопрягаемые с раструбом и втулочной частью уложенной трубы.

Краном-трубоукладчиком навесное оборудование подводят к укладываемой трубе и фиксируют ее в роликовых захватах. Затем навесное оборудование с трубой перемещают и опускают в траншею, подводят к ранее уложенной трубе, которую фиксируют захватом. С помощью привода вращения и осевой подачи производят ввинчивание укладываемой трубы в раструб ранее уложенной.

Для механизированной зачеканки раструбных труб волокнистыми материалами используют специальное устройство, которое содержит съемный узел зачеканки, состоящий из чеканов в виде лепестков, присоединенных к трехсекционному роликовому колесу, жестко закрепленному на трехсекционном корпусе. Корпус вращается на роликах трехсекционного захвата. Для осуществления зачеканки, съемный узел устанавливают на навесном оборудовании. Перед монтажом на трубу перед лепестками укладывают прядь пеньки или другого волокнистого материала. После опускания в траншею с помощью гидроцилиндров торец трубы вводят на требуемое расстояние в раструб ранее уложенной. Включают гидромотор, лепестки начинают вращаться, одновременно поступательно вводятся в раструбную щель и производят вращательным движением зачеканку

волокнуистого материала.

Трестом Спецтяжтрансстрой разработано устройство для механизированной заделки стыков раструбных труб большого диаметра. В этом устройстве чеканочная втулка снабжена вибровозбудителями, что обеспечивает повышенное качество запрессовки волокнуистого материала в раструбную щель соединяемых труб.

Конструктивная схема специальной траншейной машины для монтажа раструбных труб приведена на рисунке 1.7, в. Машина включает базовый трактор с подвешенной впереди него труботолкающей поперечной балкой и размещенными на противоположных торцевых сторонах плужным ложекопателем и прямкокопателем, выполненным в виде продольно наклоненной стрелы и свободно подвешенного к ее оголовку грейферного ковша.

Основные требования, предъявляемые к качеству монтажа железобетонных трубопроводов: в процессе стыковки необходимо проверять равномерность размещения резинового кольца и его закатывания. Если наблюдается в некоторой части окружности отставание необходимо «припудрить» в этом месте кольцо цементом, исключить дальнейшее неравномерное закатывание кольца.

Кольца в щели раструбных и муфтовых соединений должны быть обжаты на 40...50 % толщины их сечений. Нельзя допускать их перекручивания. При нарушении герметичности (водонепроницаемости) стыков их ремонтируют, для чего устанавливают дополнительные резиновые кольца или их отрезки на дефектное место с помощью специального съемного хомута (рис. 1.5, з).

Монтаж трубопроводов с муфтовыми стыковыми соединениями. После центровки и проверки правильности укладки труб по шнуру, отвесу и визирке на концах соединяемых труб делают разметку рисками, определяющими начальное положение резиновых колец, расстояния а и б. При монтаже труб муфту устанавливают в исходное положение так, чтобы ее торец с рабочей стороны совпадал с нанесенной на трубе риской.

Резиновое кольцо размещают около рабочего кольца муфты, которое затем с помощью конопатки вводят, а коническую щель муфты заподлицо с ее торцом. Одновременно на вторую трубу надевают другое резиновое кольцо, размещая его на расстоянии б от ее торца.

Далее с помощью монтажных приспособлений муфту продвигают в сторону стыкуемой трубы с одновременным закатыванием первого резинового кольца. По достижении муфтой на второй трубе риски б от ее торца в щель муфты вводят второе резиновое кольцо, благодаря чему обеспечивается необходимое конечное положение резиновых колец в стыке и его водонепроницаемость. Последовательность монтажа стыков труб с применением безбуртовых и однобуртовых муфт показана на рисунке 1.7.

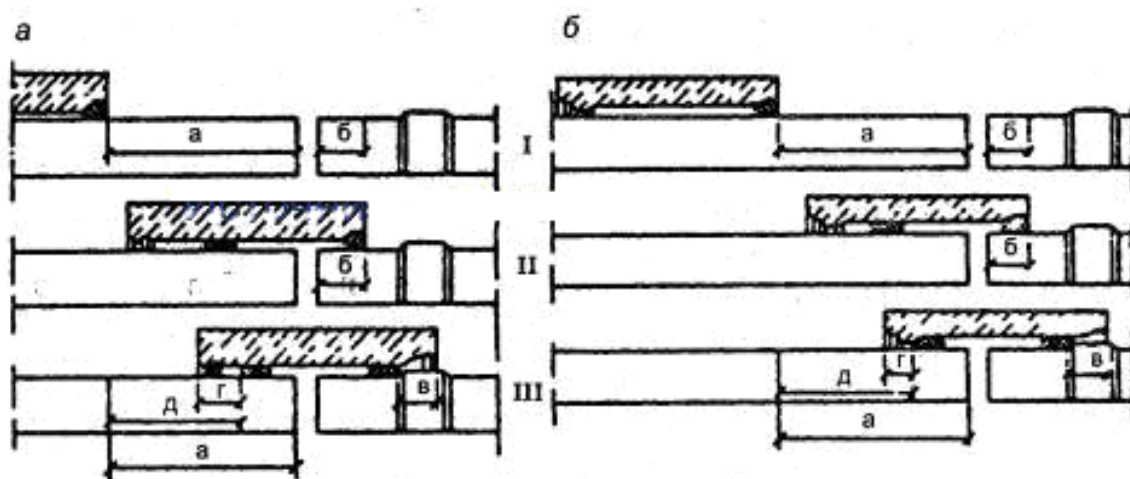


Рис. 1.7. Монтаж стыков труб с применением безбуртовых (а) и однобуртовых (б) муфт:
 I – первая стадия монтажа и начальное положение первого резинового кольца; II – вторая стадия и начальное положение второго резинового кольца; III – конечное положение муфты и резиновых колец в смонтированном стыке

Расстояние а, б и их фиксирующие конечное положение муфты и резиновых колец расстояния в, г, д приведены в таблице 19.1.

Безнапорные раструбные и муфтовые трубы соединяют с зазором между гладким концом трубы и поверхностью раструба, равным 10 и 15 мм для труб диаметром соответственно 700 и более 700 мм. Монтаж безнапорных трубопроводов из раструбных и муфтовых труб с уплотнением резиновыми

кольцами ведут теми же методами, что и напорных. Заделку стыков пеньковой прядью производят путем конопатки раструба на половину его глубины двумя-тремя витками просмоленной или битуминизированной пеньковой пряди с зачеканкой асбестоцементной смесью (30 % асбеста, 70 % цемента).

Монтаж трубопровода из фальцевых безнапорных труб сопряжен с необходимостью заделки фальцевых стыков. Стыки труб диаметром более 1000 мм заделывают по всему периметру пеньковой прядью и затирают цементным раствором состава 1:1 с устройством снаружи пояса из этого раствора.

Монтаж труб краном с помощью монтажной скобы ведут в такой последовательности: размечают положение трубы на основании; стропуют трубу и опускают ее в траншею; укладывают трубу на основание и выверяют ее положение; конопатят смоляной прядью и заделывают цементным раствором; обертывают стык арматурной сеткой и монолитизируют его. Стыки труб диаметром 2000...4000 мм, укладываемых на бетонное и железобетонное основание, заделывают торкретом по арматурной сетке.

Таблица 1.1

Расстояния при разметке положения муфты и резиновых колец перед началом монтажа (а, б) и от торцов муфты до резиновых колец в смонтированном стыке (в, г, д) – рис. 1.5.

Муфта	Расстояния, мм, от торца до отметки на конце трубы		Расстояние от резинового кольца		
	без бурта, а	с буртом, б	от торца муфты со стороны		до его начального положения, д
			рабочей, в	нерабочей, г	
Железобетонная Предварительно-напряженная	360	80	70	50	250
Железобетонная с	370	70	70	20	235

металлической обечайкой					
Асбестоцементная с буртом	330	70	60	50	230
Асбестоцементная без бурта	330	80	60	70	230

1.5. Монтаж трубопроводов из полимерных (пластмассовых) труб

Для прокладки трубопроводов системы водоснабжения и канализации используют преимущественно трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД), высокого давления (ПВД) и из поливинилхлорида (ПВХ), причем для целей водоснабжения применяют полиэтиленовые трубы.

Типы соединений пластмассовых труб и способы их устройства. При прокладке наружных водопроводов из ПНД и ПВД основным способом соединения труб является их сварка нагревательным инструментом встык. При устройстве самотечных трубопроводов канализации трубы из ПНД соединяются таким же способом.

Трубы из ПВХ соединяются в основном на клей (марки ГИПК-127) врасруб. Однако учитывая, что требуется тщательная очистка склеиваемых поверхностей и аккуратное нанесение клея, не допускаются деформации стыков, наблюдается воздействие клея на долговременную прочность ПВХ, а в процессе работ выделяются вредные вещества, в последнее время для соединения труб из ПВХ широко используются раструбные соединения, уплотняемые резиновыми манжетами различного профиля, а также кольца круглого сечения. В этом случае трубы выпускаются с раструбами, имеющими внутри кольцевые пазы. Для присоединения пластмассовых труб к металлическим применяются преимущественно фланцевые соединения. В местах прохода канализационных труб из ПВХ через стенки колодцев в качестве гильз используются соединительные муфты с одним резиновым кольцом.

Сварка полиэтиленовых труб, чаще всего контактная, осуществляется встык (стыковая), в раструб с литыми фасонными частями и в формовочный раструб (раструбная сварка). При сварке труб особо следует обращать внимание на наружный диаметр труб и их эллипсность (овальность). При стыковой сварке максимальное несовпадение кромок не должно превышать 10 % толщины стенки, а наружный 900 мм и 1,5 мм – диаметром до 1200 мм. Концы труб при раструбной сварке должны иметь наружную фаску под углом 45°.

Контактная сварка труб осуществляется в такой последовательности: установка и центрирование труб в зажимном центрирующем приспособлении; торцовка труб и обезжиривание торцов; нагрев и оплавление свариваемых поверхностей; удаление сварочного нагревателя; соединение разогретых свариваемых торцов труб под давлением (осадка); охлаждение сварного шва под осевой нагрузкой. Для получения прочных и качественных стыков труб необходимо строго соблюдать основные параметры сварки – температуру и продолжительность нагрева, глубину оплавления, контактное давление при оплавлении и осадке. Основные требования, которые необходимо соблюдать при сварке труб, приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Технологический режим контактной стыковой сварки пластмассовых труб.

Показатели	Значения показателей при сварке труб из	
	ПВД	ПНД
Температура сварки, °С	190±10	220±10
Давление при нагреве торцов труб, МПа	0,05	0,06...0,08
Глубина проплавления кроме труб, мм	1...2	1...2
Время нагрева, сек., при толщине стенок труб, мм ($t_{\text{воз}} = 20^{\circ}\text{C}$):		
4	35	50
6	50	70

8	70	90
10	85	110
12	100	130
14	120	160
16	160	200
18-20	200	250
Продолжительность технологической паузы, сек	2-3	2-3
Давление осадки, Мпа	0,1	0,2
Время под давлением (осадка), мин, при толщине стенки, мм:		
4...6	3...4	3...5
7...12	5...8	6...9
13...17	10...15	10...15
18...20	20...25	24...32

Склеивание поливинилхлоридных (винипластовых) труб осуществляется в основном в раструб. Процесс склеивания труб и соединительных частей из ПВХ состоит из следующих операций: подготовка концов труб и раструбов под склеивание, склеивание и отверждение соединений. Склеиваемые поверхности труб и раструбов обезжиривают метиленхлоридом. После этого клей наносят тонким слоем на раструб и толстым на конец трубы. Склеивать трубы и фасонные части можно при температуре наружного воздуха не ниже 5°C. Склеенные стыки в течение 5 мин не должны подвергаться никаким механическим воздействиям. Склеенные плети и узлы перед монтажом должны выдерживаться не менее 24 часов после склеивания.

Соединение труб из ПВХ на раструбах с резиновыми кольцами. Напорные раструбные трубы в траншее соединяют в следующем порядке. Вначале очищают от грязи и масел гладкий конец и раструб соединяемых труб, после чего на гладком конце карандашом или мелом размечают глубину вдвигания его в раструб. Затем в паз раструба вставляют резиновое кольцо, смазывают его и гладкий конец жидким мылом, после чего вдвигают его в раструб до

отметки. При соединении безнапорных канализационных труб из ПВХ наряду с раструбом применяют муфты. Технология их соединения с использованием резиновых колец аналогична вышеописанной. Для сборки раструбных соединений напорных и канализационных труб применяют натяжные приспособления.

Оборудование для сварки и монтаж пластмассовых трубопроводов. Для сварки труб из полиэтилена разработаны и выпускаются передвижные установки и монтажные приспособления. Сейчас используются три вида установок для сварки труб диаметром 160 – 315, 355 – 630 и 710 – 1200 мм. Передвижная установка НИИ Мосстроя для сварки труб диаметром 160 – 315 мм (рис. 1.8, а, б) включает подвижный и неподвижный хомуты для зажима труб, механизм обработки торцов труб перед сваркой, электронагревательный диск для оплавления торцов труб, механическую силовую систему для создания давления в процессе оплавления и осадки, а также пульт управления.

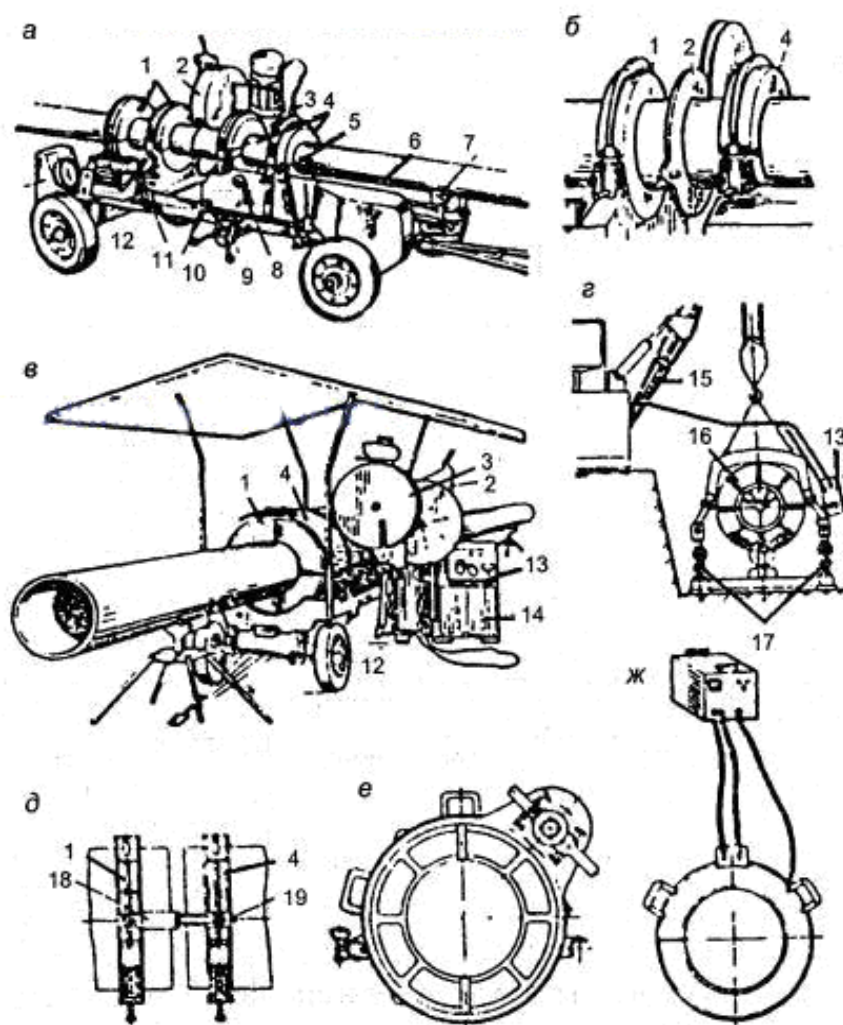


Рис. 1.8. Установки и оборудование для сварки пластмассовых (полиэтиленовых) труб:
 а – установка для сварки труб диаметром 160...315 мм; б – деталь сварочного узла; в – установка для сварки труб диаметром 355...630 мм; г – то же, диаметром 710...1200 мм; д, е, ж – комплект для сварки труб диаметром 710...800 мм (д – центратор; е – торцующее устройство; ж – электронагреватель с источником питания); 1 – неподвижные хомуты; 2 – электронагревательный диск; 3 – торцевальный механизм; 4 – подвижные хомуты; 5 – переключатель; б – привариваемая труба; 7 – ролик; 8 – манометр для контроля усилий; 9 – система переключений; 10 – зажим; 11 – привод торцевального механизма; 12 – тележка; 13 – пульт управления; 14 – навесная станция; 15 – трубоукладчик – бульдозер; 16 – сварочная установка; 17 – направляющие пути; 18 – гидроцилиндры; 19 – направляющие

Установка для сварки труб диаметром 355...630 мм представлена на рис. 1.8, в. В ее состав входят гидроцилиндры подъема и опускания механизма для обработки торцов труб, роликовые опоры и шатер. Установка для сварки труб диаметром 710...1200 мм (рис. 1.9, г) состоит на собственно сварочной

установки, переносных направляющих на опорах, базовой грузоподъемной и энергопитающей машины.

Наряду с указанными передвижными установками для сварки пластмассовых труб диаметром 110...800 мм используют также комплекты оборудования, разработанные трестом Спецстроймеханизация (рис. 1.8, *д, е, ж*).

Укладка пластмассовых трубопроводов в траншею выполняется по двум основным схемам организации сварочно-монтажных работ – **базовой и трассовой**. При базовой схеме сварку труб выполняют вблизи объектного их склада с предварительным соединением труб в секции длиной до 18...24 м и более, которые доставляют на трассу и там их спаривают в плети или непрерывную нитку для укладки в траншею. При трассовой схеме трубы раскладывают вдоль траншеи и сваривают с применением передвижных сварочных установок в непрерывную нитку методом наращивания.

Подготовительный этап при прокладывании труб в земле включает в себя разметку и рытье траншей, соответствующих заранее сделанной схеме разводки трубопровода. На участке делается разметка расположения будущих труб от дома к скважине или септику, после чего начинаются земляные работы с использованием спецтехники.

Перед началом работ необходимо определить свойства грунта и глубину залегания водоносного слоя, поскольку близко расположенные грунтовые воды могут вытолкнуть трубопровод наружу во время весеннего таяния снега.

Другой важный момент перед началом земляных работ – глубина промерзания грунта зимой. **Воздействие низких температур на трубопровод нежелательно**, т.к. на морозе трубы могут лопаться.

Укладка трубопроводов отдельными трубами. Перед укладкой трубы тщательно осматривают и отбраковывают. Количество раскладываемых вдоль траншеи труб зависит от достигнутой сменной выработки. Трубы на берме траншеи часто сваривают в секции или плети, которые затем опускают в

траншеею на мягких полотенцах. Однако в производственных условиях, особенно в зимний период, монтаж трубопроводов ведут из отдельных труб и соединяют их в траншее склеиванием или на резиновых кольцах методом наращивания.

Укладка звеньями (секциями) и плетями позволяет значительно сократить количество сварных стыков на трассе, повысить производительность труда, темпы прокладки трубопровода и качество работ.

Секции доставляют на трассу и раскладывают вдоль траншеи. Плеть в траншее опускают вручную (при небольшом диаметре труб) или с помощью кранов. Укладывать плетью в траншею допускается не ранее, чем через 2 часа после сварки последнего стыка. Опускают ее в траншею плавно с помощью пеньковых канатов, мягких полотенец или ремней, располагаемых на расстоянии 5...10 м друг от друга, не допуская резких перегибов плети. Сбрасывать сварные плети на дно траншеи не допускается.

Прокладка пластмассовых трубопроводов больших диаметров (до 1000 мм и более) производится способом протягивания плети по дну траншеи или опускания подвешенных к крану труб. Каждый из этих способов имеет свои особенности и область применения. Способом протягивания чаще всего укладывают полиэтиленовые трубопроводы в сухих грунтовых условиях. При этом сварочную установку стационарного типа и направляющие размещают в траншее, после чего трубу последовательно соединяют в непрерывную нитку. Отторцованные трубы спускают в траншею и укладывают на зажимы сварочной установки, затем их сваривают, после чего трубопровод протягивают вперед лебедкой или другими механизмами.

1.6 ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ

1.6.1 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. 1.9, *а – в*) и внутренние (гидравлические, рис. 1.9, *г*). Благодаря синхронному действию разжимных кулачков, центраторы автоматически обеспечивают калибровку и центровку торцов труб. Дуговую сварку стальных труб (рис. 1.9, *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. 1.9, *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 рисунке 1.9, *е*). Неповоротные стыки труб больших диаметров при необходимости ускорения производства работ сваривают одновременно два или три сварщика по схемам, приведенным на рис. 1.9, *и, к, п*.

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 выжиг 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.

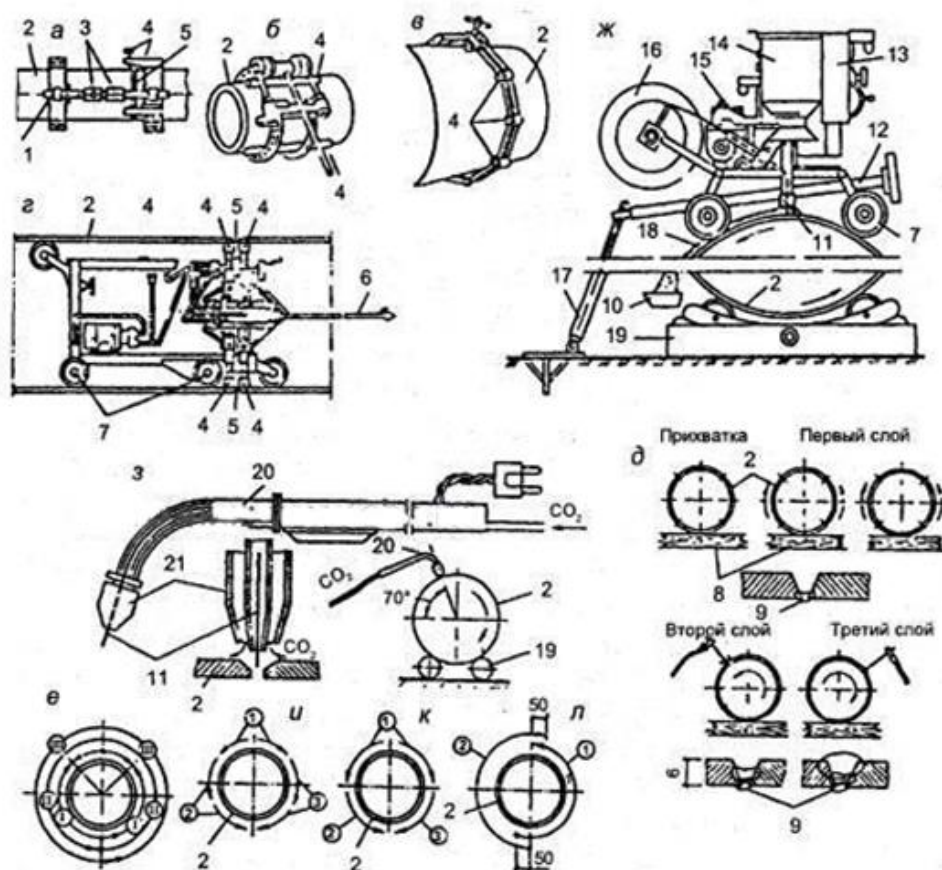


Рис. 1.9. Сборка и сварка стальных труб:

а, б – центраторы винтовой и эксцентриковые (для труб диаметром не более 350 мм); в – то же, 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.

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. 1.9, ж), корневой шов - под защитой углекислого газа с помощью полуавтомата А-547р (рис. 1.9, 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 особо 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.

1.6.2 Способы укладки изолированных труб и секций в траншею

Изолированные секции стальных труб длиной 24 м, разложенные на берме (горизонтальной площадке на откосе траншеи), краном-трубоукладчиком опускают в траншею, где их на лежках собирают в плетень методом наращивания. Укладку трубопровода ведут поточным методом с шагом 192 м в следующей технологической последовательности:

- планировка дна траншеи и рытье приямков;
- строповка секций и опускание их в траншею;
- центровка секций, их прихватка и укладка на инвентарные лежки;
- сварка стыков трубопроводов;
- изоляция стыков;
- освобождение инвентарных лежек, укладка трубопровода на основание траншеи;
- подбивка уложенного трубопровода грунтом.

Выгрузка изолированных секций труб вдоль траншеи. До начала работ по разгрузке секций труб отрывают траншею для укладки трубопровода, при необходимости планируют полосу вдоль трассы для раскладки секций, дорогу для подъезда плетевозов. Для перевозки изолированных секций труб используются плетевозы с кониками (устройствами для перевозки грузов большой длины), оборудованными специальными ложементами с выемкой под трубу, а между трубами устраивают мягкие прокладки из рубероида,

резины, искусственного каучука и т. п. Перед разгрузкой необходимо тщательно проверить исправность монтажных приспособлений, правильность строповки секций и перемещение секции на стреле крана-трубоукладчика.

Доставленные на трассу изолированные трубы или секции разгружают вдоль траншеи на расстоянии 1...1,5 м от бровки. Работу по выгрузке изолированных секций труб на трассе выполняют в следующем порядке:

- развозят и раскладывают вдоль траншеи инвентарные деревянные подкладки;
- колышками заранее обозначают место остановки плетевоза с секциями;
- кран-трубоукладчик подъезжает к середине секции и наводит на трубу траверсу с клещевыми захватами;
- трубоукладчик освобождает фиксаторы, при движении траверсы вверх закрываются клещевые захваты;
- секцию приподнимают над ложементом плетевоза на высоту 0,5 м;
- по сигналу плетевоз переезжает к следующему месту разгрузки, а кран-трубоукладчик перемещает секцию к месту раскладки;
- секцию укладывают на подкладки под углом к оси траншеи, а кран-трубоукладчик переезжает к следующей секции.

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. 1.10, а). Трубы или секции вначале укладывают

краном-трубоукладчиком на подкладки-лежки (рис. 1.10, б), а затем правят концы труб (рис. 1.10, в) и зачищают кромки (рис. 1.10, г).

Для центровки кромок соединяемых секций и фиксации требуемого зазора используют краны-трубоукладчики (рис. 1.10, д), внутренние и наружные центраторы (рис. 1.10, е). При сварке стыка кран-трубоукладчик поддерживает поданную секцию. Как правило, стык сваривают два сварщика (рис. 1.10, а), причем вначале подбирают режим и производят сварку первого (корневого) слоя (рис. 1.10, ж), а затем последующих (рис. 1.10, 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. 1.10, 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. 1.10, 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.

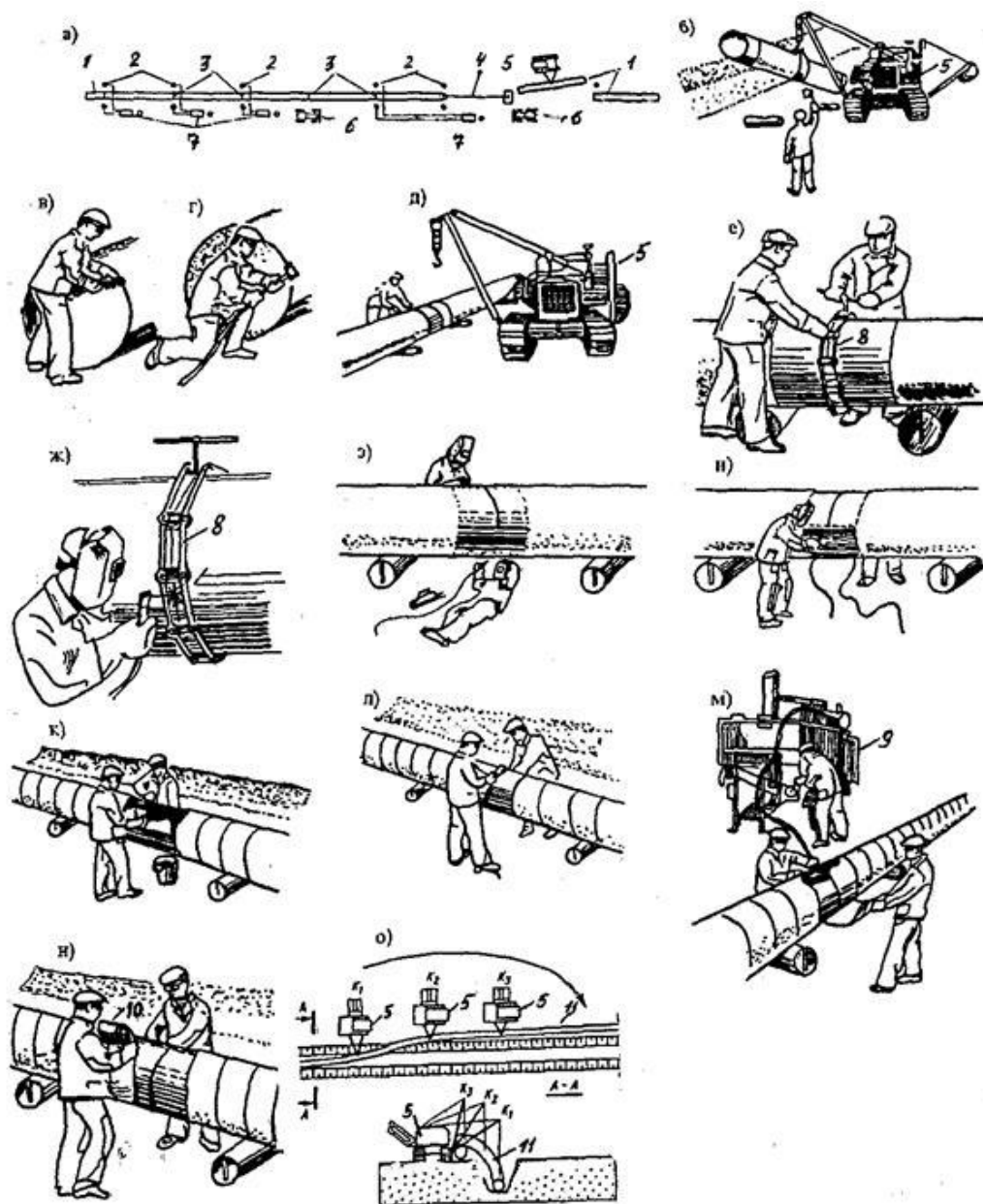


Рис. 1.10. Сборка и сварка изолированных труб и секций в плети и укладка их в траншею:

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 – битумоплавильный котел; 10 – оберточный материал; 11 – сваренный трубопровод; K1, K2, K3 – 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 – фтористокальциевые электроды УОНИ 113/55 или «Гарант», дающие хорошую пластичность и ударную вязкость сварного соединения. При поточно-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 (рис. 1.10, *к*), а затем последовательно наносят грунтовку, мастику и рулонный оберточный материал. Грунтовку наносят на сухую поверхность сразу после очистки стыка (рис. 1.10, *л*), а мастику – в горячем виде (170...180°C), поливая поверхность стыка из шланга от насоса котла и растирая снизу полотенцем (рис. 1.10, *м*). Рулонным материалом стыки обертывают по горячему битуму с нахлесткой витков 2...3 см (рис. 1.10, *н*). Очистку, грунтовку и изоляцию зон сварных стыков трубопроводов больших диаметров (1020...1420 мм) можно производить механизировано, 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. 1.10, о), из которых трубоукладчик К1, опускает плеть на дно траншеи, высвобождает мягкий захват и переходит в новое положение перед трубоукладчиком К3. Затем трубоукладчик К2 опускает плеть и переходит в положение впереди К1 и т. д.

Процесс укладки сопровождается остановками, вызванными необходимостью перехода последнего трубоукладчика в голову колонны. При укладке трубопровода во избежание резких его перегибов в вертикальной и горизонтальной плоскостях краны-трубоукладчики 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.

2. ТЕХНОЛОГИЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБ ПОД ДОРОГАМИ И ДРУГИМИ ПРЕГРАДАМИ

2.1 Общие сведения о бестраншейных способах прокладки труб.

Назначение, выбор и область их применения

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

При открытом способе 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. 2.1).

Таблица 2.1.

Толщина стенки защитного кожуха.

Наружный диаметр, мм		Толщина стенки защитного кожуха, мм, при способе прокладки			Наружный диаметр, мм		Толщина стенки защитного кожуха, мм, при способе прокладки		
рабочего трубопров ода	защитного кожуха	открытом	бестраншейном		рабочего трубопров ода	защитного кожуха	открытом	бестраншейном	
			горизонта льное бурение	продавли вание и прокол				горизонта льное бурение	продавли вание 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 проходов.

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.

Основным оборудованием при проколе и продавливании труб являются направляющие рамы, гидравлические домкраты, нажимные патрубки, шомполы, наконечники, грунтозаборные ковши, пневмо-пробойники, насосы, компрессоры и т. п., а при горизонтальном бурении – установки, включающие двигатели внутреннего сгорания, шнеки, режущие головки и др.

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 таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Способы бестраншейной прокладки труб

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 твердых включений	3-6	148-2450	В скальных и зрелищных грунтах не применяется
гидропрокол	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
вибропрокол	500	60	Несвязные песчаные, супесчаные и плывуны	3,5-8	5-7,5	В твердых и скальных грунтах не применяются
грунтопрескалыватели	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 плывунных грунтах способ не применим. В твердых 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

2.2 Прокладка труб способом прокола.

Прокладываемые в толще грунта способом прокола трубы для уменьшения сопротивлений, возникающих при деформации грунта, и

снижения сил трения при вдавливании трубы в грунт снабжаются специальными конусными наконечниками. Разновидности конусных наконечников приведены на рис. 2.3, а – д. Иногда применяют расширительные пояса с заглушками (рис. 2.3, р, ф). При небольшой длине прокола трубы прокалывают открытым концом (рис. 2.3, к).

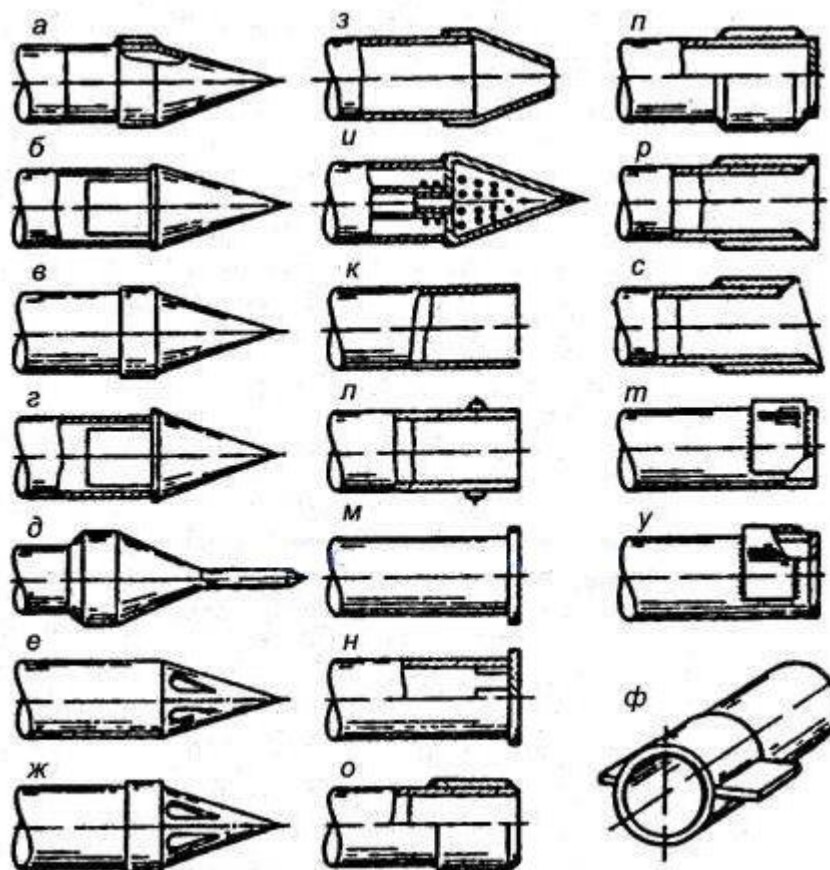


Рис. 2.3. Наконечники для безтрениейной прокладки труб способом прокола:

а, б, в – конусные; г – конусный с эксцентриситетом; д – конусный со штырем; е, ж – конусный с целевыми 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 серповидного сечения; у – то же, с приварной заглушкой; ф – кольцевой нож с направляющими пластинками (стабилизаторами).

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. 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 1,5...1,3 м). Раму с домкратами устанавливают на дне рабочего котлована, из которого ведут прокол. Рядом с котлованом на поверхности размещают гидравлический насос высокого давления – до 30 МПа (300 кгс/см²).

Трубу вдавливают циклически путем попеременного переключения домкратов на прямой и обратный ход. Давление домкратов на трубу передается через наголовник сменными нажимными удлинительными патрубками, шомполами или зажимными хомутами. При применении нажимных удлинительных патрубков длиной 1, 2, 3 и 4 м 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.

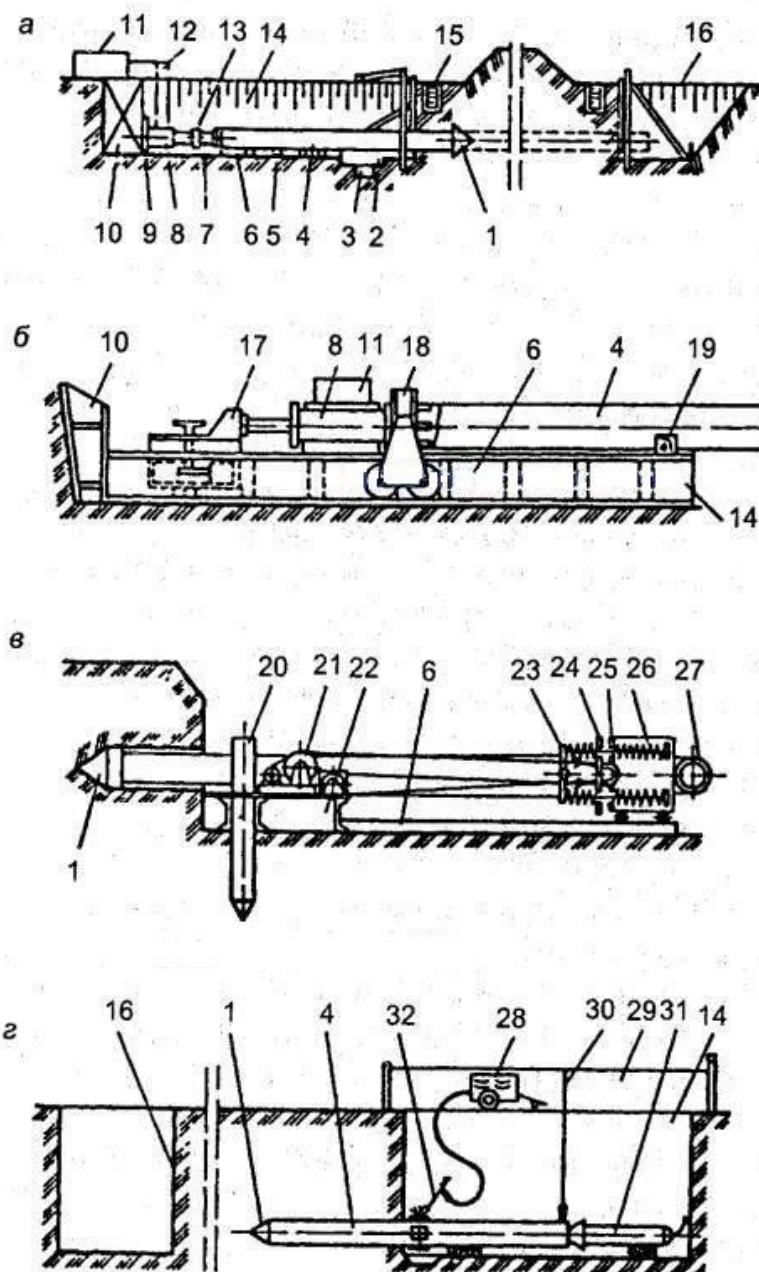


Рис. 2.4. Способы прокола труб:

а – общая схема работ; б – прокол установкой ГПУ -600; в – вибропрокол установкой УВВП - 400; г – прокол труб с помощью вибропробойников; 1 – наконечник; 2, 3 – прямки; 4 – прокапываемая труба; 5 – шпалы; 6 – направляющая рама; 7 – нажимной патрубок; 8 –

гидродомкраты; 9 – упорный башмак; 10 – упорная стенка; 11 – насосная станция; 12 – маслопроводы; 13 – нажимная заглушка; 14, 16 – рабочий и приемный котлованы; 15 – обводной лоток; 17 – подвижный упор; 18 – нажимная плита на тележке; 19 – фиксатор; 20 – свая; 21 – лебедка; 22 – рама; 23 – планка; 24 – ударная приставка; 25 – направляющие стержни; 26 – вибрационный механизм; 27 – электродвигатель; 28 – электросварочный агрегат; 29 – причалка; 30 – отвес; 31 – пневмопробойник; 32 – сварка труб.

На рис. 2.4, 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. 2.4, б). Установка работает по принципу «шагающих домкратов», что позволяет значительно сократить время рабочего цикла. Вначале, путем включения маслостанции, 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.

2.3 Прокладка труб способом продавливания

Бестраншейная прокладка труб продавливанием отличается тем, что прокладываемую трубу открытым концом, снабженным ножом, вдавливают в массив грунта, а грунт, поступающий в трубу в виде плотного керна (пробки),

разрабатывают и удаляют из забоя. При продвижении трубы преодолевают усилия трения грунта по наружному ее контуру и врезания ножевой части в грунт.

Для продавливания труб применяют нажимные насосно-домкратные установки из двух, четырех, восьми и более гидродомкратов усилием по 500...3000 кН каждый с ходом штока 1,1...2,1 м, работающие от насосов высокого давления. Способом продавливания ведут прокладку не только стальных труб, но и железобетонных коллекторов и тоннелей из элементов различной замкнутой по периметру формы.

Для продавливания труб или элементов коллекторов и тоннелей применяют нажимные насосно-домкратные установки из двух, четырех, восьми и более гидродомкратов усилием 50...300 тс каждый с ходом штока 1,1...2,1 м. Количество домкратов в установке зависит от необходимого нажимного усилия для продавливания трубопровода.

Поскольку при продавливании труб больших диаметров, особенно в твердых грунтах, применяют особо мощные нажимные установки из нескольких домкратов, способных создать усилия более 10000 кН, для них необходимы прочные упорные стенки. Способ продавливания бывает с ручной разработкой грунта и механической (рис. 2.5).

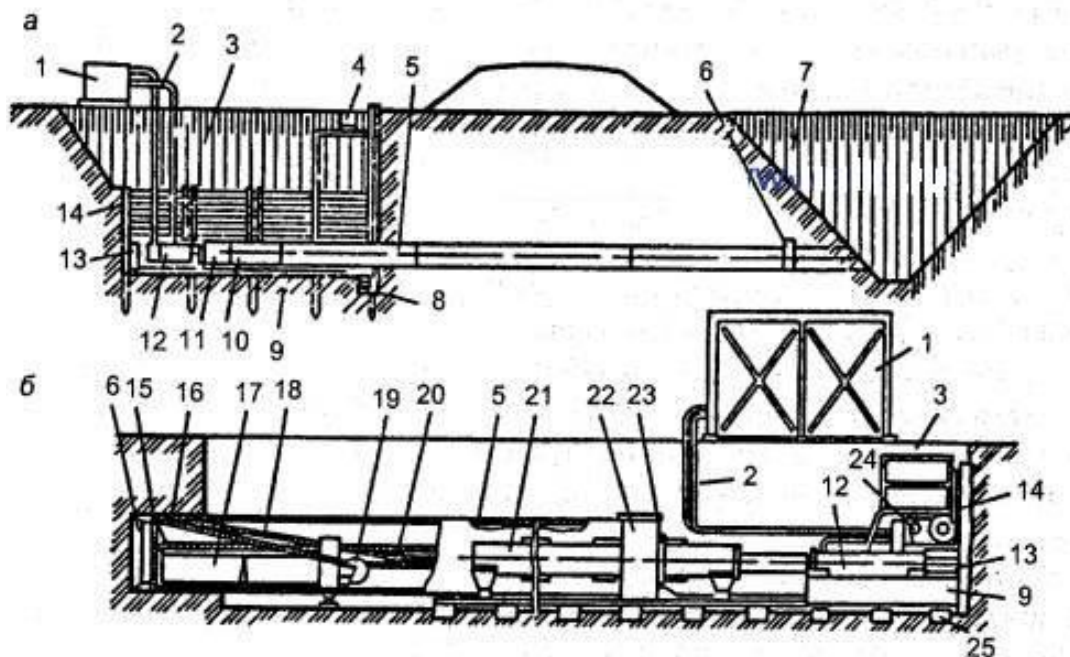


Рис. 2.5. Установки для прокладки труб методом продавливания:

а – продавливание с ручной разработкой грунта; б – продавливание установкой СКВ

Главмосстроя с механизированной разработкой грунта; 1 – насосная станция; 2 – трубопровод; 3 – рабочий котлован; 4 – водоотводный поток; 5 – трубопровод (футляр); 6 – лобовая обделка (нож); 7 – приемный котлован; 8 – приямок для сварки труб; 9 – направляющая рама; 10 – нажимной патрубок; 11 – нажимная заглушка; 12 – гидродомкраты; 13 – башмак; 14 – упорная стенка; 15, 18 – канаты; 16 – ролики; 17 – ковши; 19 – барабан – накопитель; 20 – уравниватель; 21 – нажимные штанги; 22 – траверса; 23 – поворотные фланцы; 24 – лебедка; 25 – шпалы направляющей рамы.

Применение ручной разработки грунта при продавливании мало эффективно. Поэтому для бестраншейной прокладки трубопроводов чаще всего применяют установки с механизированной разработкой и удалением грунта

2.4 Прокладка труб способом горизонтального бурения

Процесс бурения и прокладки звеньев трубопровода в скважину может быть раздельным и совмещенным. При раздельном способе вначале бурят скважину, а затем, после извлечения из нее бурового инструмента, протаскивают трубопровод. При совмещенном методе одновременно с продвижением бурового инструмента прокладывают трубу. Для прокладки трубопроводов способом горизонтального бурения применяют **бурильно-шнековую установку типа ДМ-1** с механическим приводом, способную в глинистых грунтах создавать горизонтальные скважины диаметром до 325 мм и длиной до 40 м. Для прокладки трубопроводов большого диаметра используют эксцентрично-сверлильные установки типа «Запорожье» с циклическим удалением грунта, оснащенные набором сменного оборудования для прокладки труб диаметром 325...377, 426...630 и 820...1420 мм путем их последовательного наращивания в скважине звеньями длиной по 6 м при скорости проходки 6...12 м в смену.

Более производительными и распространенными являются **унифицированные шнековые установки горизонтального бурения (УГБ или ГБ)**, в которых совмещаются процессы бурения, прокладки труб с непрерывным удалением грунта из забоя (рис. 3.6, *а*). С помощью установок УГБ и ГБ можно прокладывать трубопроводы в грунтах до IV группы диаметром 325...1420 мм протяженностью 40...60 м при скорости бурения от 1,5...1,8 до 12,7...19 м/ч. Процесс бурения скважины и прокладки трубопровода с помощью установок УГБ и ГБ следующий. В ходе прокладки непрерывное механическое бурение скважины осуществляется фрезерной головкой, а удаление разрыхленного грунта – винтовым конвейером. На рис. 2.6, *б*, показана установка УГБ, смонтированная на базе трактора Т-100М.

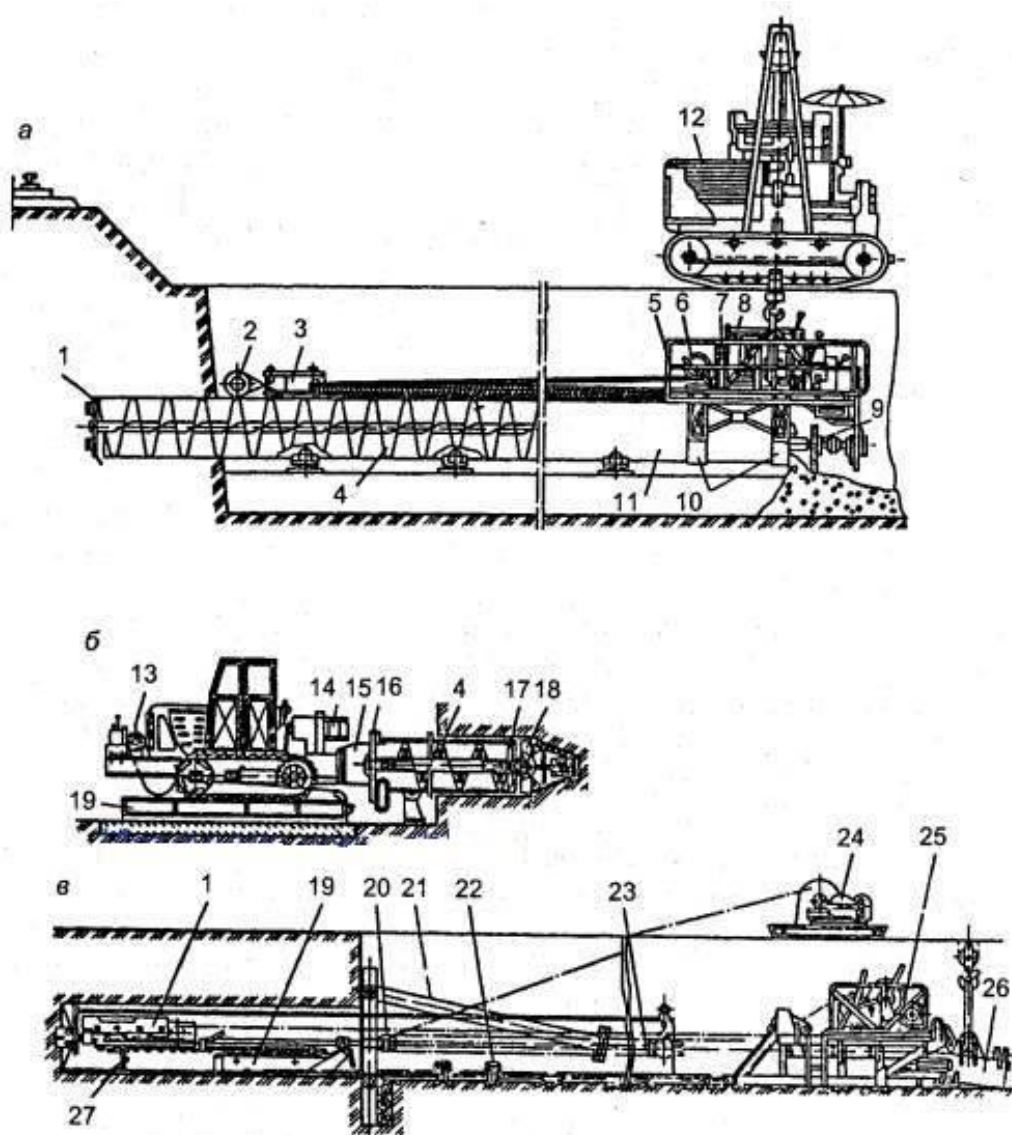


Рис. 2.6. Бестраншейная прокладка труб способом горизонтального бурения установками типа УГБ и ГБ (а), УГБ на тракторе (б) и ПМ-800-1400 (в):

1 – режущая головка; 2 – упорный якорь; 3 – полиспасть; 4 – шнек; 5 – рама; 6 – лебедка; 7 – карданный вал; 8 – двигатель внутреннего сгорания; 9 – вал привода шнека; 10 – хомуты; 11 – прокладываемая труба; 12 – кран – трубоукладчик; 13 – тяговое устройство на тракторе; 14 – сварочный генератор; 15 – коробка отбора мощности; 16 – опорная плита; 17 – люнет; 18 – рабочий орган; 19 – совок; 20 – обойма блока; 21 – опорная стенка; 22 – направляющая рама; 23 – захват; 24 – лебедка подачи; 25 – разгрузочно – тяговое устройство; 26 – емкость; 27 – разгрузочный обратный клапан.

Разработана также установка ГБ-1621 для прокладки труб (кожухов) диаметром 1720 мм способом горизонтального бурения или продавливания с

механизированной разработкой и транспортированием грунта из забоя производительностью 10-12 м в смену при общей длине прокладки до 60 м.

2.5 Прокладка рабочего трубопровода в футляре

Рабочий трубопровод, размещенный в футляре на участке подземного перехода, является наиболее ответственным участком водовода, и поэтому к нему предъявляются повышенные требования, как в отношении прочности, так и надежности. Для него применяют стальные трубы с толщиной стенки на 15...25 % больше толщины стенки основного трубопровода. Монтаж и сварку рабочего трубопровода выполняют чаще всего непосредственно на месте устройства перехода, из одиночных труб или плетей длиной до 36 м. После испытания и устранения дефектов на него наносят слой антикоррозионной изоляции, для предохранения которой от механических повреждений при прокладке трубопровода его в пределах футляра футеруют деревянными рейками.

Укладку рабочего трубопровода в футляре осуществляют способами проталкивания и протаскивания. **Проталкивание** применяют при устройстве переходов из труб диаметром до 1020 мм. Для проталкивания труб используют краны-трубоукладчики грузоподъемностью 12...35 т. Перед проталкиванием на дне котлована делают направляющую дорожку из шпал, уголков и рельсов, на которую после смазки солидолом укладывают трубопровод. Далее на торце футляра крепят оттяжной ролик (блок), через который пропускают тяговый канат с крюком на конце. Крюк заводят за стенку рабочего трубопровода, а второй конец каната зацепляют за крюк крана-трубоукладчика. В процессе подъема крюка канат натягивается и посредством системы запасовки его через ролик проталкивает рабочий трубопровод в футляр.

Протаскивание рабочего трубопровода применяют при устройстве переходов из труб диаметром 1220 мм и более. При этом используют тракторы, краны-трубоукладчики или приводные и ручные лебедки грузоподъемностью 3...5 т. Перед началом протаскивания трубопровода, как и при проталкивании, устраивают направляющую дорожку и ее смазывают солидолом. Тяговый трос крепят за специальный наконечник или скобу, приваренные к переднему концу трубопровода. Коней троса протягивают через оттяжной блок, закрепленный в котловане со стороны расположения тяговых механизмов, и начинают протаскивание. После прокладки рабочего трубопровода в футляре монтируют сальники, устраивают колодцы и выполняют другие работы, предусмотренные проектом.

2.6 Монтаж надземных трубопроводов и прокладка дюкеров

2.6.1 Назначение и область применения

Надземные переходы трубопроводов устраивают при прокладке водоводов через различные естественные или искусственные преграды, например, глубокие ущелья, реки, железные или автомобильные дороги, т. е. в тех случаях, когда применить подземную прокладку невозможно или нецелесообразно. По своей конструкции надземные переходы трубопроводов могут быть подвесные, висячие, а также выполненные по балочной, арочной, трапецеидальной и мостовой схемам. При устройстве таких переходов возникают проблемы обеспечения их повышенной прочности и устойчивости, например, от ветровых и снеговых нагрузок, наледи. Особое значение приобретают задачи защиты труб от коррозии, что требует применения для устройства таких переходов труб с повышенной толщиной стенки и покрытия их изоляцией усиленного и особо усиленного типа. Кроме того, их необходимо защитить от электрокоррозии, особенно переходов труб над электрифицированными железными дорогами.

Дюкер – это участок напорного трубопровода, проложенный по склонам и дну глубокого оврага, балки или под руслом реки (канала), под дорогой, расположенной в выемке. Особую трудность при устройстве дюкеров представляет доставка и укладка труб на крутых склонах оврагов или балок, равно как и отрывка траншей в таких условиях. Но наиболее сложным и трудоемким является процесс прокладки дюкеров через водные преграды – реки, каналы. При этом требуется применять специальные способы работ при устройстве подводных траншей и прокладке труб, их защите от коррозии и принятия мер против всплытия.

Подвесные и висячие переходы стальных трубопроводов чаще всего устраивают в местах пересечения трассы трубопроводов глубокими ущельями или реками.

2.6.2 Монтаж подвесных трубопроводов.

Вначале возводят береговые и русловые опоры (пилоны), а затем на верхних ригелях пилонов устанавливают двухстоечные стреловые краны нужной грузоподъемности, оснащают их специальными траверсами для подъема, наводки и укладки рабочих канатов в опорные гнезда-башмаки на пилонах.

Пролетные строения однопролетных переходов монтируют на берегу по оси перехода до подъема несущих канатов на пилоны (первый способ) или на весу с временных опор после подъема канатов на пилоны (второй способ). При первом способе размеченные несущие канаты раскладывают по оси перехода, а концы их закрепляют в анкерных опорах. Далее к этим канатам прикрепляют распорки и узлы подвесок, после чего их поднимают на пилоны и закрепляют, подвески прикрепляют к седлам трубной плети. При втором способе монтажа (рис. 1, а), применяемом для устройства переходов длиной более 100 м, на пилонах поднимают только канаты, после закрепления которых монтируют подвески трубопровода (одновременно с двух сторон перехода), используя для

этого телескопические вышки. Закрепив все подвески с необходимыми деталями, приступают к монтажу трубопровода.

Готовые блоки трубопровода из двух плетей (длиной до 40 м) скрепляют между собой жесткими связями и подают в зону монтажа на баржах и понтонах. Монтаж ведут одновременно с правого и левого берегов, равномерно и последовательно загружая несущие канаты. В проектное положение плети с барж поднимают системой полиспастов, прикрепленных к несущим канатам перехода, а береговые плети монтируют методом надвигки с помощью тех же полиспастов. После закрепления плетей трубопроводов в проектном положении и подвесках их центрируют и сваривают. Окончив монтаж, выверяют прогиб несущих канатов и положение пилонов, окончательно закрепляют все элементы перехода. В заключение трубопровод испытывают, окрашивают его и устраивают тепловую изоляцию (при необходимости). Аналогично монтируют подвесные трубопроводы через дороги, глубокие овраги и т. д. Многопролетные переходы монтируют описанным выше способом по пролетам.

2.6.3 Монтаж висячих трубопроводов.

Монтаж труб на пилоны осуществляют методом подъема или надвигки. При обоих методах вначале устанавливают пилоны и массивные железобетонные якоря с прикрепленными к ним оттяжками. Затем монтируют стояки с компенсационными петлями трубопровода. Далее между пилонами на поплавках или временных опорах выкладывают плеть трубопровода. При монтаже трубопровода методом подъема плеть в проектное положение поднимают синхронно действующими на обоих пилонах полиспастами, после чего его соединяют с узлами подвесок и магистральным водоводом. При монтаже методом надвигки (рис. 2.7, б) между пилонами на блоках натягивают временный монтажный трос, а к трубопроводу, уложенному у одного из пилонов, крепят тяговый трос и через каждые 14...15 м на жестких

стойках – ролики. Оба троса перебрасывают через блоки на вершинах пилонов и крепят к тягачу на противоположном берегу. Затем двумя или четырьмя кранами-трубоукладчиками подготовленную плетъ трубопровода поднимают и подают так, чтобы она перемещалась к противоположному пилону, опираясь роликами на монтажный трос. Плети придают проектный прогиб, прикрепляют ее к подвескам пилонов и сваривают в одну нить с участками трубопроводов по обе стороны перехода.

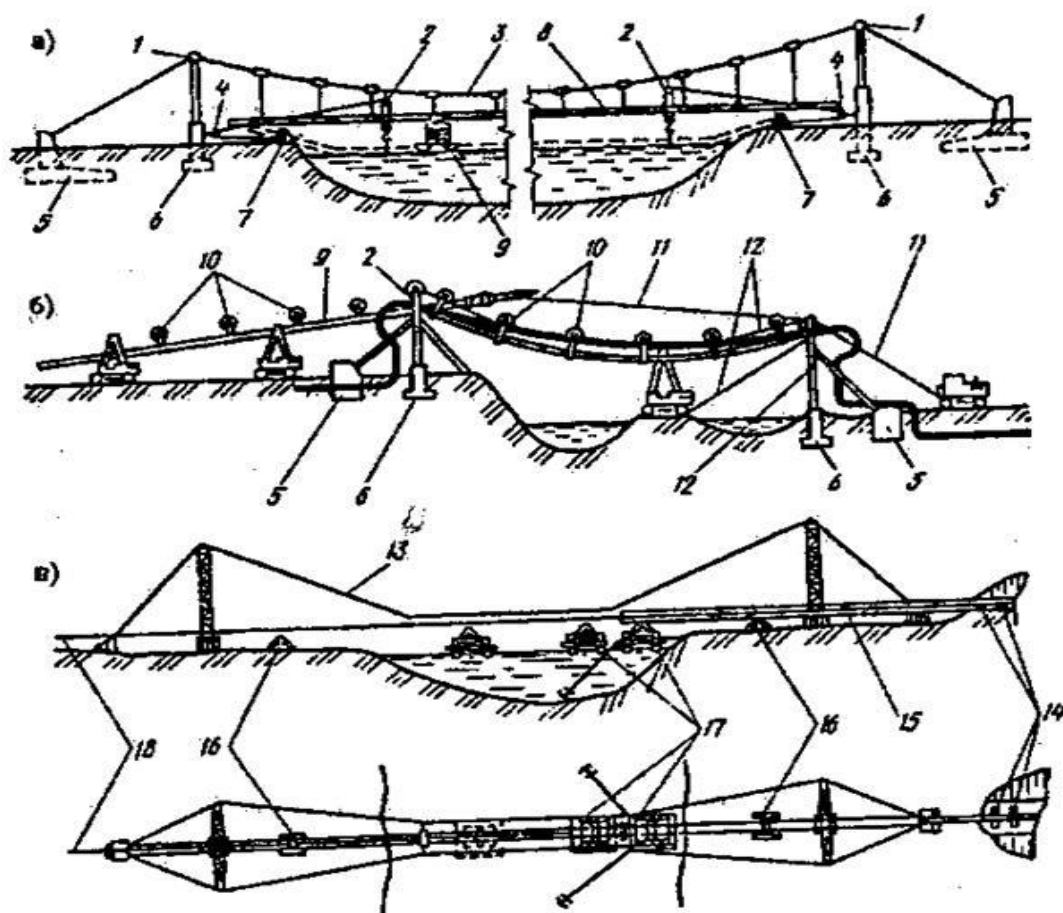


Рис. 2.7. Монтаж подвесных и висячих трубопроводов

1 – пилоны, 2 – полиспасты, 3 – рабочий канат с подвесками, 4 – отводные блоки, 5 – якорь, 6 – постоянные опоры, 7 – лебедка с полиспастами, 8 – подвесной трубопровод, 9 – временная опора, 10 – блоки (ролики) на подвесках через 12...14 м, 11, 12 – тяговый и монтажный трос, 13 – несущий трос, 14 – катки, 15 – протаскиваемая секция трубопровода, 16 – катковая опора, 17 – понтон с катковой опорой, 18 – трос к лебедке

При монтаже вантовых переходов, доступных для плавучих средств, для монтажа трубопроводов устраивают площадки, расставляемые по створу перехода в пределах зеркала воды на минимально возможном расстоянии друг от друга (рис. 2.7, в). Несущие и ветровые канаты протаскивают с помощью временного тягового каната и лебедки в натянутом состоянии, чтобы они не соприкасались с водой, после чего их поднимают на пилоны. Монтаж, сварку и гидравлическое испытание подготовленной плети трубопровода выполняют на монтажной площадке, расположенной в створе перехода на берегу. Готовую плеть протаскивают с помощью лебедки или трактора и тягового каната. В зависимости от длины пролета и высоты берега плеть протаскивают по плавучим опорам или по опорным седлам пролетного строения.

2.6.4 Монтаж балочных и арочных самонесущих трубопроводов.

Балочные переходы монтируют в два этапа: вначале устанавливают опоры, а затем надвижкой или подъемом монтируют трубопровод. Если пролет превышает 50 м, устанавливают промежуточные опоры (рис. 2.8, а). При методе надвижки плети трубопровода на катках лебедками (тяговой и тормозной) надвигают на опоры. При устройстве однопролетных балочных переходов из одной секции или плети при доступном переходе для машин сборку, сварку и гидравлическое испытание плети ведут на дне препятствия. Если необходимо в таких условиях смонтировать многопролетный переход, то плети доставляют непосредственно к его опорам и затем кранами укладывают в проектное положение (рис. 2.8, а). При недоступности перехода для машин плети доставляют к месту монтажа по воде и затем монтируют плавучими кранами. Простейшие однопролетные балочные переходы через водные препятствия монтируют способом протаскивания (рис. 2.8, б) с последующим подъемом и укладкой кранами на опоры (рис. 2.8, в).

Арочные переходы трубопроводов монтируют из укрупненных блоков –

полуарок (рис. 2.8, г). Начинают монтаж с устройства береговых упоров с оставленными гнездами и забетонированными металлическими опорными рамами. Затем на специальных стендах готовят к подъему монтажные элементы (полуарки). При пересечении железнодорожных путей арочный переход монтируют железнодорожными кранами с использованием передвижной временной монтажной опоры (рис. 2.8, д).

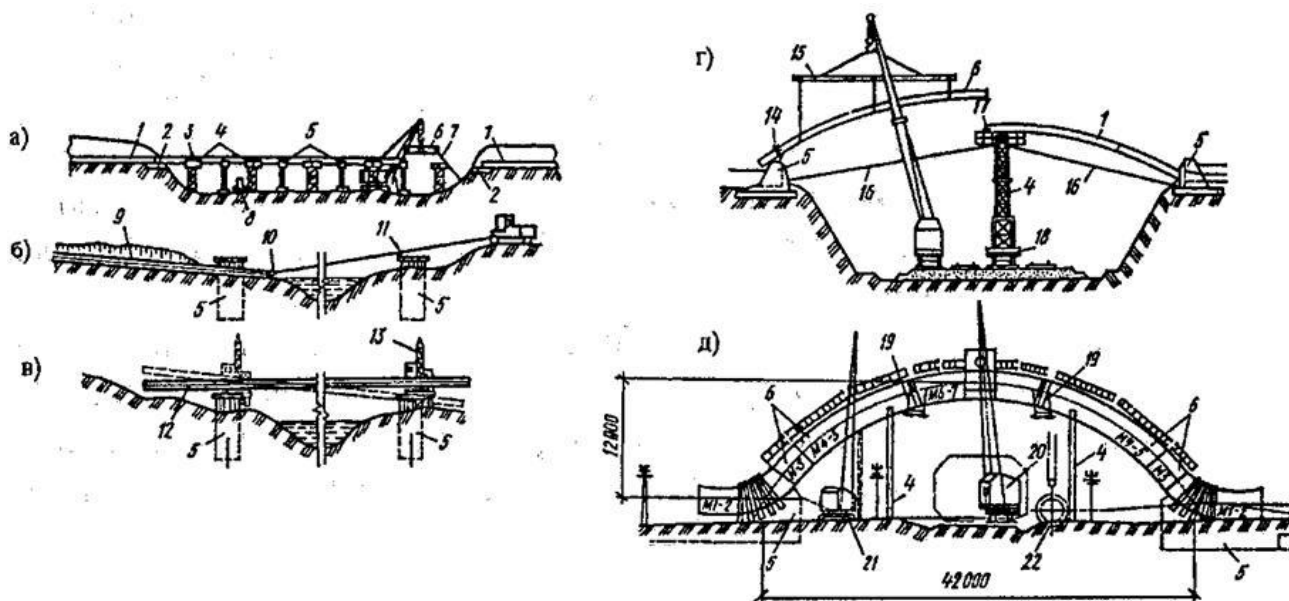


Рис. 2.8. Монтаж балочных и арочных самонесущих трубопроводов

1 – уложенный трубопровод, 2 – якорь, 3 – монтажный стык, 4, 5 – опоры (временные и постоянные), 6 – монтажные элементы, 7 – оттяжки, 8 – электросварочный агрегат, 9 – протаскиваемая секция трубопровода, 10 – заглушка со скобой, 11 – трос к трактору или лебедке, 12 – укладываемая секция трубопровода, 13 – автокран или трубоукладчик, 14 – муфта с подпятником, 15 – траверса, 16 – растяжки, 17 – опора с домкратом, 18 – железнодорожная платформа с монтажной опорой, 19 – бандаж для замыкания арки, 20 – железнодорожный кран, 21 – гусеничный кран, 22 – площадка укрупнительной сборки секций, М1-2, М-3, М4-5, М6-7 – монтажные элементы арочного перехода.

2.6.5 Прокладка дюкеров

Часть трубопровода, проходящая через водный поток, овраг или подземное сооружение, может быть устроена в виде дюкера. Дюкер – это изогнутый участок трубы, горизонтальная часть которого лежит на дне водного потока или ниже дна. Дюкерные трубы могут заполняться полностью и частично. Первый случай встречается при пересечении дюкеров с реками и

оврагами, а второй – с другими трубопроводами, лежащими с ними на одном уровне. Схема дюкера показана на рисунке 2.9.

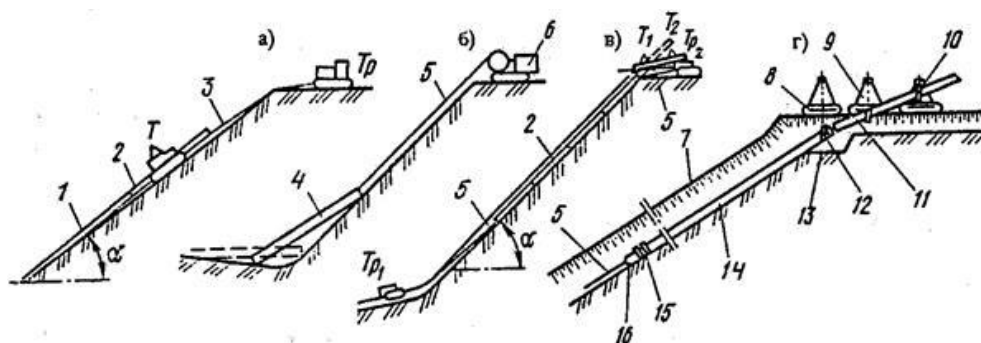


Рис. 2.9. Схема дюкера:

а – при пересечении с водотоками; б – при пересечении с трубопроводами

Дюкер представляет собой конструкцию, работающую под напором и недоступную для осмотра. Поэтому при его укладке применяют ряд мер, обеспечивающих свободное движение жидкости без закупорки. Для этой цели на одном, а иногда и на обоих концах дюкера сооружают осадочные колодцы – грязеловки, снабженные решетками. Кроме того, устраивают приспособления для промывки дюкеров водой; чтобы обеспечить достаточную скорость, поперечное сечение их делают наименьшим.

Во избежание повреждения при пересечении реки дюкеры помещают в траншею, вырытую на дне на глубину, при которой возможно нормальное судоходство.

В настоящее время дюкеры укладывают главным образом из стальных труб, соединенных между собой сваркой, что обеспечивает большую производительность и повышение качества строительных работ.

Прокладка дюкеров из стальных труб через реки состоит из следующих процессов: разработки траншеи на дне реки; монтажа трубопровода; укладки трубопровода в подводную траншею; гидравлических испытаний его.

Разработку траншей под водой производят разными способами в зависимости от местных условий.

При пересечении больших судоходных рек для рытья траншей целесообразно применять дноуглубительные снаряды - землесосы и землечерпалки.

Довольно часто подводные траншеи разрабатывают с помощью скреперной установки (рис. 2.10).

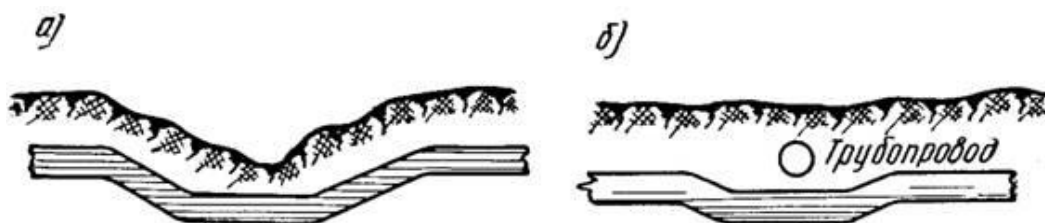


Рис. 2.10. Разработка подводной траншеи канатным скрепером

Такая установка состоит из канатного скрепера, снабженного бездонным ковшом и двумя тросами – тяговым и хвостовым. Тросы перекинуты через блоки, прикрепленные к двум мачтам, расположенным по оси траншеи по обоим берегам реки. Концы тросов наматывают на барабаны двухбарабанной лебедки.

Береговые участки обычно разрабатывают другими механизмами. Дно траншеи до укладки трубопровода проверяют с помощью нивелира и реек. Направление ее должно быть прямолинейное или с изломами, допускающими кривизну радиуса не менее 400 м.

Сборку стального трубопровода производят на берегу на бревнах – стапелях, которые укладывают строго горизонтально. Бревна, расположенные ближе к урезу воды, помещают на сваях с уклоном, облегчающим спуск трубопровода на воду. Стыки труб соединяют электросваркой и усиливают муфтами. Гидравлическое испытание трубопровода производят дважды: после сварки основных швов и после усиления муфтами. Учитывая особую ответственность работы дюкера, производят иногда и третью проверку – после укладки его на место, но до засыпки.

Для защиты стальных трубопроводов от коррозии после сварки дюкера на трубы наносят битумную изоляцию.

Наиболее распространенный способ укладки трубопровода – это способ протаскивания. На берегу реки в направлении оси дюкера в траншее или вне ее прокладывают узкоколейный рельсовый путь по возможности с незначительным уклоном в сторону реки; длина пути должна быть равной длине трубопровода. На рельсах устанавливают вагонетки на расстоянии около 20 м друг от друга (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Береговое устройство для протаскивания трубопровода

На вагонетки укладывают трубопровод. Для предохранения от засорения концы его закрывают заглушками. Передвижение дюкера, установленного на вагонетках, производят с помощью троса, один конец которого закреплен в торце трубопровода, а другой прикреплен к лебедке или трактору, находящимся на другом берегу реки. При протаскивании трубопровод укладывают по дну вырытой подводной траншеи, а вагонетка откатывается в сторону. Чтобы дюкер не всплыл, его загружают балластом.

Укладку труб диаметром более 400 мм удобно производить с помощью понтонов. Понтоны применяют также и в тех случаях, когда дюкеры прокладывают через очень широкие реки, озера или проливы, когда протаскивание сваренного на берегу трубопровода осуществить невозможно.

2.6.6 Технология строительства дюкеров через «сухие» овраги (балки), и водные преграды

Прокладка трубопроводов дюкера по дну сухих оврагов и балок осложняется необходимостью производства работ в условиях крутых склонов. При этом в зависимости от их крутизны применяют различные методы монтажа труб, в том числе «сверху вниз», «снизу вверх» и комбинированным методом. Монтаж «снизу вверх» ведут с доставкой трубных секций на склон кранами-трубоукладчиками (рис. 2.12, а), тракторами или лебедками, установленными на верху склона (рис. 2.12, б). При уклоне до 20° и хорошем состоянии грунта трубы или секции доставляют к месту монтажа тракторами и наращивают последовательно. Пристыковку производят с помощью одного или двух трубоукладчиков. При монтаже с помощью лебедки длина секций может быть значительной. Монтаж трубопровода дюкера методом «сверху вниз» можно вести на любых склонах, но более целесообразно при крутых (рис. 2.12, в). При этом сборку и сварку труб или их секций ведут без работающих на склонах машин и механизмов. Первую секцию опускают в траншею одним или двумя кранами-трубоукладчиками T_1 и T_2 и крепят ее тросами к трактору Tr_1 внизу и Tr_2 вверху. Трактор Tr_1 протаскивает наращиваемый трубопровод вниз, а Tr_2 удерживает его от самопроизвольного сползания при стыковке каждой последующей секции. После пристыковки вверху очередной секции трубопровода протаскивают вниз на длину этой секции (рис. 2.12, г). Во избежание повреждений изоляционного покрытия трубопровода поверх изоляции делают футеровку из деревянных реек. Дюкеры через малые овраги монтируют из одного или нескольких элементов, которые изолируют, футеруют, укладывают в проектное положение и затем соединяют с трубопроводом.

Процесс прокладки дюкеров через водные преграды отличается повышенной сложностью и трудоемкостью работ, и поэтому к нему необходима тщательная подготовка. Для этого следует устроить и

оборудовать береговую и плавучую монтажную площадку; спланировать участок строительства и устроить подъезды; установить стапели; подготовить транспортные средства и такелаж (лебедки, полиспасты, якоря и др.); подготовить силовые и электроосветительные сети; доставить плавучие средства – баржи, понтоны, катера и др. Также закрепляют створ перехода (дюкера), проводят гидрологические и гидрогеологические измерения (замеряют уровень воды и скорости потока, проверяют состояние дна и соответствие его проектному профилю, наличие наносов и т. п.). Затем приступают к разработке береговых и подводных траншей.

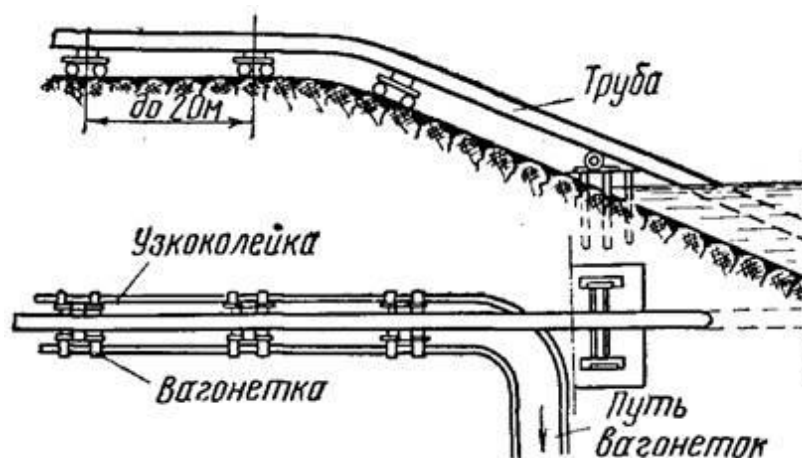


Рис. 2.12. Схемы укладки трубопроводов на склонах оврагов и балок при строительстве дюкеров
 1 – укладываемый трубопровод, 2 – стыкуемая секция труб, 3 – якорящий трос, 4 – доставляемая секция, 5 – тяговый трос, 6 – лебедка, 7 – траншея, 8, 9, 10, а также Т, Т₁ и Т₂ – трубоукладчики, 11 – изолированная труба, 12 – зажимный захват, 13 – монтажная площадка, 14 – наращиваемая плеть трубоукладчика, 15 – санки, 16 – заглушка, Тр₁, Тр₂ – тракторы

Дюкеры через мелкие реки и ручьи сооружают в основном в траншеях, прокладываемых в период мелководья. При этом могут быть использованы следующие способы работ: с временным перекрытием русла дамбой; с проходом экскаватора по дну водотока; с отводом водного потока на период прокладки дюкера в другое русло; работой экскаватора с берега. При устройстве дюкеров через большие и глубокие водные преграды работы значительно усложняются и в зависимости от характера и величины преграды, времени прокладки дюкера (летом или зимой) применяют различные методы работ и механизмы.

Технологический процесс прокладки подводных трубопроводов дюкеров включает следующие операции: завоз труб, материалов и оборудования; рытье подводных траншей; сварку труб в секции затем в плети с проверкой качества стыков; гидравлическое испытание плети; устройство антикоррозионной изоляции и футеровки; балластировку трубопровода (к моменту окончания подводных земляных работ плеть трубопровода дюкера должна быть полностью готова к укладке; к этому сроку должны быть готовы также все спусковые устройства и монтажные механизмы); укладку трубопровода на дно и засыпку траншеи. При сооружении подводных трубопроводов их монтаж, сварку стыков, изоляцию и испытание выполняют чаще всего на береговой площадке.

Для укладки подводных трубопроводов применяют универсальные плавучие краны грузоподъемностью 10...60 т, а также сухопутные краны, устанавливаемые на баржах.

Выполнив необходимые подготовительные работы, приступают к земляным работам, причем вначале на берегах – к разработке подходов и траншей к водному препятствию, а на одном из берегов – к планировке площадки для сварочных и изоляционных работ. Затем переходят к работам по устройству подводных траншей, которые являются наиболее сложными, трудоемкими, дорогостоящими и продолжительными в общем комплексе работ по строительству дюкеров.

2.7 Испытание и приемка напорных и самотечных трубопроводов.

2.7.1 Испытания трубопроводов

Напорные и самотечные трубопроводы водоснабжения и канализации испытывают на прочность и плотность (герметичность) гидравлическим или пневматическим способом дважды (предварительное и окончательное).

Предварительное испытательное (избыточное) гидравлическое давление при испытании на прочность, выполняемое до засыпки траншеи и установки

арматуры (гидрантов, предохранительных клапанов, вантузов), должно быть равно расчетному рабочему давлению, умноженному на коэффициент 1,5.

Окончательное испытательное гидравлическое давление при испытаниях на плотность, выполняемых после засыпки траншеи и завершения всех работ на данном участке трубопровода, но до установки гидрантов, предохранительных клапанов и вантузов, вместо которых на время испытания устанавливают заглушки, должно быть равно расчетному рабочему давлению, умноженному на коэффициент 1,3.

До проведения испытания напорных трубопроводов с раструбными соединениями с уплотнительными кольцами по торцам трубопровода и на отводах необходимо устраивать временные или постоянные упоры.

Предварительное гидравлическое испытание напорных трубопроводов следует производить в следующем порядке:

- трубопровод заполнить водой и выдержать без давления в течение 2 часов;
- в трубопроводе создать испытательное давление и поддерживать его в течение 0,5 ч;
- испытательное давление снизить до расчетного и произвести осмотр трубопровода.

Выдержка трубопровода под рабочим давлением производится не менее 0,5 часа. Ввиду деформации оболочки трубопровода необходимо поддерживать в трубопроводе испытательное или рабочее давление подкачкой воды до полной стабилизации.

Трубопровод считается выдержавшим предварительное гидравлическое испытание, если под испытательным давлением не обнаружено разрывов труб или стыков и соединительных деталей, а под рабочим давлением не обнаружено видимых утечек воды.

Окончательное гидравлическое испытание на плотность проводится в следующем порядке:

- в трубопроводе следует создать давление, равное расчетному рабочему давлению, и поддерживать его 2 часа; при падении давления на 0,02 Мпа производится подкачка воды;

- давление поднимают до уровня испытательного за период не более 10 мин и поддерживают его в течение 2 часов.

Трубопровод считается выдержавшим окончательное гидравлическое испытание, если фактическая утечка воды из трубопровода при испытательном давлении не превышает значений, указанных в таблице 2.3.

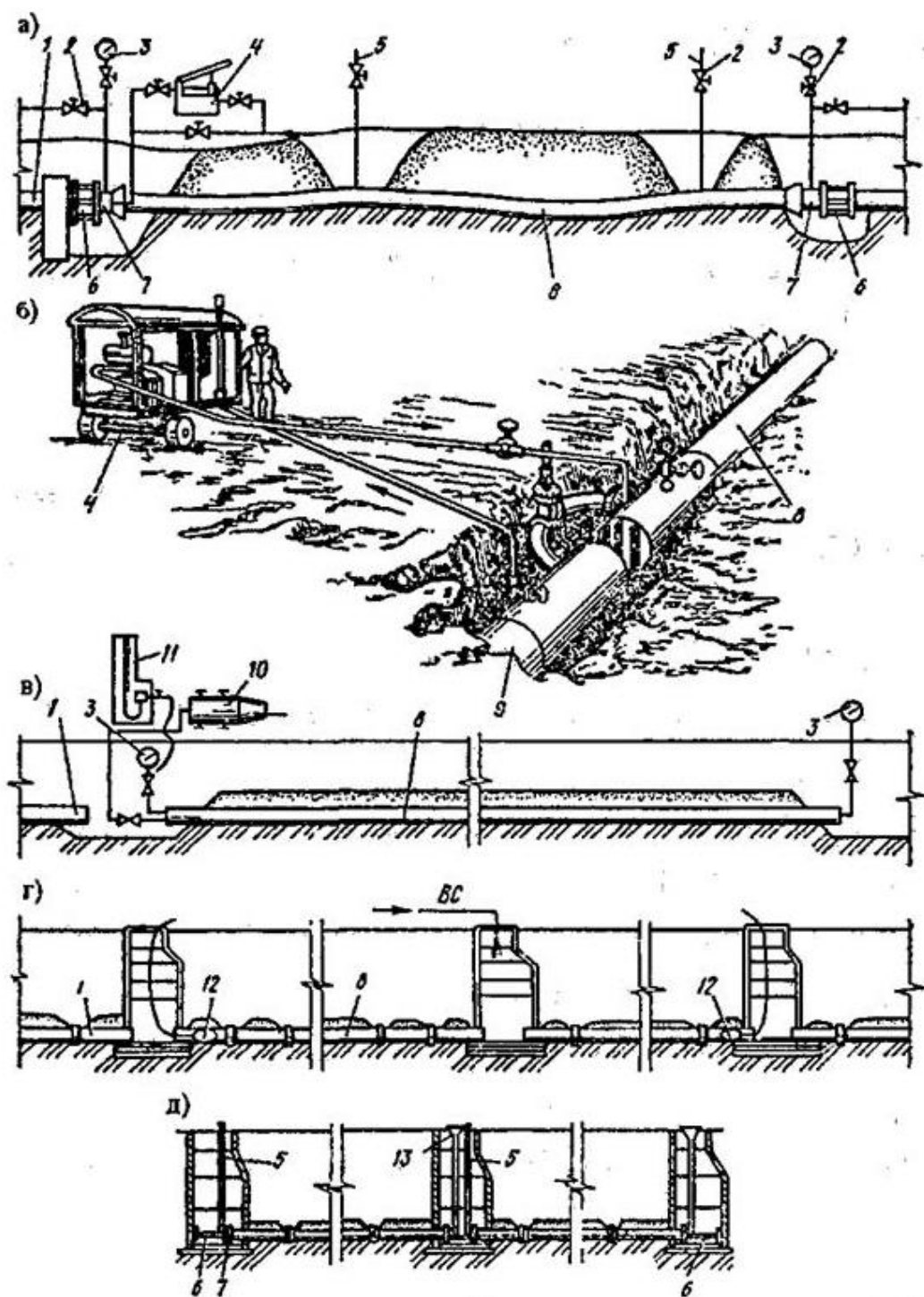


Рис. 2.13. Схема испытания трубопроводов:

1 – уложенный трубопровод, 2 – вентили (задвижки), 3 – манометры, 4 – гидравлические прессы, 5 – трубки для выпуска воздуха, 6 – временные упоры, 7 – заглушки, 8 – испытываемый трубопровод, 9 – испытанный участок, 10 – компрессоры, 11 – ртутный манометр, 12 – заглушки (резиновые баллоны), 13 – стояки для заливки водой

Таблица 2.3.

Допустимая утечка.

Наружный диаметр труб, мм	Допустимая утечка, л/мин, для труб	
	с неразъемными (сварными, клеевыми) соединениями	с раструбными соединениями на уплотнительных кольцах
63...75	0,2...0,24	0,3...0,5
90...110	0,26...0,28	0,6...0,7
125...140	0,35...0,38	0,9...0,95
160...180	0,42...0,6	1,05...1,2
200	0,56	1,4
250	0,7	1,55
280	0,8	1,6
315	0,85	1,7
355	0,9	1,8
400...450	1,1...0,5	1,95...2,1
500...560	1,1...1,15	2,2...2,3
630	1,2	2,4
710	1,3	2,55
800	1,35	2,70
900	1,45	2,90
1000	1,5	3,0
1200	1,6	3,0

Гидравлические испытания самотечных канализационных сетей выполняют после завершения гидроизоляционных работ в колодцах в два этапа: без колодцев (предварительное) и совместно с колодцами (окончательное).

Окончательное испытание трубопровода канализации совместно с колодцами производят согласно нормативными документами.

Гидравлические испытания систем из полимерных материалов внутренних трубопроводов проводят при положительной температуре окружающей среды не ранее, чем через 24 часа после выполнения последнего сварного и клеевого соединения.

Гидравлические испытания систем внутренних водостоков осуществляют путем заполнения их водой на всю высоту стояков. Испытания проводят после наружного осмотра трубопроводов и устранения видимых дефектов. Гидравлическое испытание склеенных трубопроводов начинают не ранее, чем через 24 часа после выполнения последнего соединения. Система водостоков считается выдержавшей испытание, если по истечении 20 минут после ее наполнения при наружном осмотре трубопроводов не обнаружено течи или других дефектов и уровень воды в стояках не понизился.

Пневматические испытания трубопроводов, выполненных из полимерных материалов, производят при наземной и надземной их прокладке в следующих случаях: температура окружающего воздуха ниже 0°C; применение воды недопустимо по техническим причинам; вода в необходимом для испытаний количестве отсутствует.

Предварительные и окончательные испытания самотечных канализационных сетей из труб большого диаметра допускается производить

пневматическим способом. Предварительные испытания проводят до окончательной засыпки траншеи (сварные соединения грунтом не засыпают).

Испытательное давление сжатого воздуха, равное 0,05 Мпа, поддерживают в трубопроводе в течение 15 минут. При этом осматривают сварные, клеевые и другие стыки и выявляют неплотности по звуку просачивающегося воздуха, по пузырям, образующимся в местах утечки воздуха через стыковые соединения, покрытые мыльной эмульсией.

Окончательные испытания пневматическим способом проводят при уровне грунтовых вод над трубой в середине испытуемого трубопровода менее 2,5 м.

Окончательным пневматическим испытаниям подвергают участки длиной 20...100 м, при этом перепад между наиболее высокой и низкой точками трубопровода не должен превышать 2,5 м. Пневматические испытания проводят через 48 часа после засыпки трубопровода. Испытательное избыточное давление сжатого воздуха указано в таблице 2.4.

Таблица 2.4.

Уровень грунтовых вод h от оси трубопровода.

Уровень грунтовых вод h от оси трубопровода, м	Испытательное давление, Мпа		Перепад давления, $p - p_1$, Мпа
	избыточное начальное p	Конечное p_1	
$h = 0$	0,01	0,007	0,003
$0 < h < 0,5$	0,0155	0,0124	0,0031
$0,5 < h < 1$	0,021	0,0177	0,0033
$1 < h < 1,5$	0,0265	0,0231	0,0034
$1,5 < h < 2$	0,032	0,0284	0,0036
$2 < h < 2,5$	0,0375	0,0338	0,0037

2.7.2 Приемка трубопроводов

Приемку трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации необходимо производить рабочими и государственными комиссиями в соответствии с требованиями нормативных документов по приемке в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений, по общестроительным и специальным работам.

Промежуточной приемке заказчиком и оформлению актами на скрытые работы подлежат:

- основания подземных трубопроводов;
- опоры и упоры трубопроводов;
- устройство пересечений трубопроводов водоснабжения и канализации с другими подземными коммуникациями;
- основания и фундаменты сооружений;
- противокоррозионная и тепловая изоляция трубопроводов и гидроизоляция сооружений;
- дренажные устройства;
- конструкции, в которые заключены подземные трубопроводы (непроходные каналы, кожухи и др.);
- работы по очистке и дезинфекции трубопроводов и сооружений.

При приемке напорных трубопроводов необходимо производить:

- приемку актов на скрытые работы в приведенном выше составе;
- наружный осмотр трубопровода, компенсаторов, узлов, колодцев и всех доступных для осмотра элементов сооружений;
- инструментальную проверку продольного профиля трубопровода и проверку обеспеченности свободного удаления воздуха и опорожнения трубопровода во всех точках согласно проекту;
- приемку актов испытания на прочность и плотность трубопроводов;

- приемку актов на промывку и дезинфекцию трубопроводов хозяйственно-питьевого водопровода;

- установление соответствия выполненных работ проекту;

- приведение трассы трубопроводов в состояние, соответствующее ее состоянию до раскопки.

С приемкой самотечных трубопроводов и коллекторов необходимо производить:

- приемку скрытых работ, выполненных в процессе устройства сетей безнапорных систем;

- наружный осмотр;

- проверку прямолинейности в соответствии с заданным проектным положением в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

- инструментальную проверку отметок лотков в колодцах (отклонение отметок лотков от проектных не должно превышать ± 5 мм);

- проверку актов испытаний трубопроводов на плотность.

Приемку подводного перехода производят после окончания обратной засыпки траншей и всех берегоукрепительных работ, предусмотренных проектом.

Приемка всех водозаборных сооружений допускается только после окончания всех русловых работ и разборки временных защитных устройств с одновременной проверкой:

- водонепроницаемости стен, швов и сопряжений всех частей сооружений, расположенных ниже уровня грунтовых или русловых вод;

- плотности стыков трубопроводов, затворов и щитов;

- степень уплотнения дамб и насыпных площадок.

Буровую скважину на воду принимают вместе с технической документацией, составленной в процессе работ по бурению скважины, паспортом и образцами пройденных пород. К паспорту скважины прилагают

следующие документы, подписанные производителем работ и инженером-гидрогеологом:

- данные о результатах химических и бактериологических анализов воды с заключением органов санитарно-эпидемиологической службы;
- журнал опытной откачки;
- акты о производстве цементации, вырезке колонн и торпедировании скважин.

Отклонения в положении строительных конструкций от проектных в момент приемки насосных станций не должны превышать в:

- основных размерах фундаментов под насосы в плане – 30 мм;
- размерах выемок, выступов и внутренних полостей в фундаменте под насосы – 20 мм;
- ширине каналов – 10 мм;
- отметках днищ и перекрытий резервуаров и каналов – 10 мм; осях отверстий в фундаментах для анкерных болтов под насосы – 10 мм;
- отметках верхней поверхности (до слоя подливки фундаментов под насосы) – 5 мм.

При совмещенной прокладке трубопроводов различного назначения в проходных тоннелях приемку тоннеля и уложенных в нем трубопроводов необходимо производить отдельно. Приемку подземных конструкций и планировочных насыпей, возведенных на просадочных грунтах, производят только после обеспечения необходимого отвода поверхностных вод от сооружений и обратной засыпки траншей и котлованов. Приемку временного водопровода с присоединением магистрали и его последующую разработку в просадочных грунтах оформляют актами, к которым прилагают план временного водопровода с указанием места его присоединения к магистрали.

При приемке наружных трубопроводов и сооружений в эксплуатацию рабочей или государственной комиссией должна быть представлена следующая документация:

- утвержденный проект с пояснительной запиской и сметой;
- рабочие чертежи с изменениями, произведенными в процессе производства работ, документы о согласовании произведенных изменений;
- акты на отвод земельных участков под строительство трубопроводов и сооружений и разбивку сооружений; паспорта заводов-поставщиков на трубы, арматуру, оборудование и материалы, документы на их испытания и приемку;
- акты на скрытые работы;
- журнал сварочных и изоляционных работ;
- акты испытаний трубопроводов и сооружений;
- акты на санитарную обработку емкостных сооружений и трубопровода хозяйственно-питьевого назначения и очистку канализационного.

Перед сдачей в эксплуатацию трубопроводы и резервуары, выдержавшие окончательное испытание на плотность, обязательно следует промыть.

Трубопроводы и резервуары хозяйственно-питьевого назначения после промывки должны быть обработаны в соответствии с правилами, установленными Главным санитарно-эпидемиологическим управлением, после чего вновь промыты водой питьевого качества.

3 РЕМОНТ И РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

В зависимости от особенностей, степени повреждений канализационной сети, системы водоснабжения и очистных сооружений, а также трудоемкости

ремонтных работ производят: техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты и реконструкция.

Техническое обслуживание – это комплекс операций по поддержанию работоспособности оборудования при его эксплуатации, при ожидании (если оборудование в резерве), хранении и транспортировании. В техническое обслуживание включен следующий комплекс работ:

- поддержание в исправном (или только в работоспособном) состоянии оборудования;
- очистка, смазка, регулировка и подтяжка разъемных соединений, замена отдельных составных частей (быстроизнашивающихся деталей) в целях предупреждения и прогрессирующего износа, а также устранение мелких повреждений.

В объеме технического обслуживания могут выполняться работы по оценке технического состояния оборудования для уточнения сроков и объемов последующих обслуживаний и ремонтов. Результаты технического обслуживания заносятся в «Журнал технического обслуживания», находящегося на рабочем месте ответственного за безопасную эксплуатацию очистных сооружений, систем водоснабжения и канализации.

Реконструкция водопроводов должна производиться с помощью машин, оборудованных специальными устройствами и приспособлениями (барабаном реверс-машины, реверсивной головкой, валиками, баком для воды, скоростным парогенератором, электрогенератором и распределительным устройством).

Перед началом работы внутренняя поверхность предварительно отключенного участка водопровода должна подвергаться тщательной очистке. После продувки подлежащий ремонту участок должен быть тщательно обработан с целью ликвидации отложений с внутренних стенок и сварочного грат (для стальных труб) с помощью скребков, щеток, поршней и

пескоструйной очистки с последующим удалением загрязнений из внутренней полости трубопровода.

Следует помнить, что производить реконструкционные работы с использованием синтетических материалов при температуре ниже 5°C не допускается.

Тканевый шланг, соответствующий внутреннему диаметру подготовленного участка водопровода, поставляется на стройплощадку на специальном барабане, закрепленном на оси тележки. Клей и катушки (барабаны) со шлангами при хранении должны всегда находиться в отапливаемом помещении. Синтетические шланги следует защищать от воздействия солнечного излучения, которое может снизить их качество. Заготовка тканевого шланга должна соответствовать длине реконструируемого участка водопровода.

На объекте ремонта в приподнятый конец тканевого шланга заливается предварительно подготовленный на стройплощадке смешиванием клей в количестве, зависящем от диаметра и длины трубопроводного участка. Компоненты клея должны перемешиваться в строго определенных пропорциях (в соответствии с паспортными данными). Конец шланга надежно завязывается и прикрепляется к ленте, с помощью которой, проходя между двух валиков, он будет втягиваться в барабан реверс-машины. Защитную оболочку на синтетическом шланге следует предварительно удалить. При втягивании в барабан реверс-машины подготовленного шланга должно быть обеспечено равномерное распределение клея по всей его длине, что достигается подбором определенных расстояний между валиками машины. Конец намотанного на барабан реверс-машины шланга прикрепляется к реверсивной головке с подключением ее к барабану реверс-машины. Реверсивная головка, используя сжатый воздух от компрессора, обеспечивает процесс инверсии вводимого в трубопровод покрытого клеем шланга.

Скорость подачи шланга в трубопровод не должна превышать 2,5 м/мин., что обеспечивается поддержанием соответствующего давления воздуха в барабане и контролируется с помощью маркировки длины на внешней поверхности шланга.

После втягивания в реконструируемый водопровод шланга для инициирования процесса отверждения клея внутрь него насосом из парогенератора подается паровоздушная смесь при давлении 0,1...0,3 МПа с температурой 105°C. Избыток пара на другом конце трубопровода через регулирующее сбросное устройство отводится в конденсационную емкость или атмосферу. Продолжительность отверждения клея зависит от диаметра и протяженности восстанавливаемого участка и может составлять от 4 до 5 часов. После отверждения клея во избежание отклеивания шланга от внутренних стенок водопровода он должен быть охлажден подачей в трубопровод воздуха с давлением не выше 0,3 МПа. Время охлаждения зависит от диаметра и температуры наружного воздуха и может составлять от 2 до 6 часов. Окончание охлаждения определяется температурой, измеренной на дальнем конце восстановленного участка водопровода. Она должна составлять 30°C.

В завершение процесса отверждения клея температура пара должна быть постепенно снижена примерно до 30°C. После этого отключается парогенератор и производится продувка воздухом с давлением 0,3 МПа и с температурой 30°C на удаленном конце восстанавливаемого участка с целью удаления из водопровода основного объема конденсата.

Восстановленный водопровод после продувки проверяется на качество выполненных работ строительной организацией в присутствии представителей эксплуатационной организации. Проверка осуществляется при помощи видеокамеры. При обнаружении любого видимого дефекта

(вздутие и/или разрыв тканевого шланга, наличие гофр и др.) шланг извлекается из трубы.

Используются следующие технологические процессы. К одному из концов испорченного шланга присоединяется трос от лебедки; шланг по всей длине нагревается паром с температурой 100...105°C и затем медленно вытягивается лебедкой из трубопровода. После этого повторяется весь процесс реконструктивных работ.

Полное удаление конденсата может быть осуществлено в процессе промывки восстановленного участка водопровода.

После испытания, промывки и приемки восстановленный трубопроводный участок подключается к действующей системе водоснабжения.

В рассмотренных технологиях используются технологические процессы (подготовка внутренней поверхности ветхого трубопровода и процесс отверждения клеевой композиции в условиях пропаривания), качество выполнения которых трудно контролировать. В то же время от их качественного выполнения зависят как прочность самой оболочки, так и адгезионная связь со стенкой восстанавливаемого водопровода. Для обеспечения долговременной эксплуатации (как заявляют разработчики – 50 лет) обязательным является использование прочностного ресурса труб.

Для реконструкции водопроводов, которые сильно изношены, и на прочностной ресурс которых в длительной перспективе нельзя рассчитывать, и/или для которых имеется острая необходимость в увеличении их пропускной способности, следует применять другие бестраншейные технологии.

Применение для реконструкции метода протягивания возможно только при условии, когда наружные размеры нового трубопровода меньше минимальных размеров поперечного сечения полости старого водопровода.

Полимерные трубы поэтому выбирают из действующих сортаментов по максимальным значениям средних наружных диаметров. Учитывают также габариты соединений, которые предполагаются к использованию. При сварке встык – максимальные размеры получаемого грата с внешней стороны сварного шва. При сварке внахлест и склеивании – наружный диаметр раструбов. При соединении раструбами на резиновых кольцах – наружные диаметры желобков.

Выбранные по типу и диаметру полимерные трубы проверяют гидравлическим расчетом на соответствие реконструированного участка действующей водопроводной сети другим участкам. При необходимости увеличения пропуска расходов по реконструированному участку повышают напор в водопроводной сети, если прочность остальных ее участков достаточна для восприятия увеличенного сверх проектной величины напора.

Выбор труб по длине (в отрезках или бухтах) связан с принимаемым к реализации технологическим способом прокладки нового трубопровода в старом.

Выбор типовых технологических схем производства реконструктивных работ на ветхих водопроводных сетях, на базе которых должны разрабатываться конкретные технологические схемы, определяется принятыми способами размещения новых трубопроводов в старых.

Ширина котлованов (траншей) принимается в зависимости от диаметра протягиваемых труб – должны быть обеспечены нормальные условия для удобной установки опорных и прижимных направляющих роликов.

При больших глубинах заложения трубопроводной сети, а также в стесненных условиях и поверхности земли применение способа прокладки трубных плетей не всегда возможно из-за отсутствия свободного достаточного пространства для размещения плетей, оборудования и оснастки и невозможности создания надлежащих условий для манипулирования с ними.

В таких случаях для проведения работ по реконструкции трубопроводов следует использовать другие типовые технологические схемы, связанные с прокладкой длинных труб.

Использование таких технологических схем предполагает сборку нового трубопровода непосредственно в котловане. При этом применяют трубы длиной, определяемой условиями промышленного изготовления, либо специально заготавливаемые на некотором отдалении от места проведения реконструктивных работ секции, включающие 2, 3 и т. д. трубы.

В котлован (траншею) трубы (секции труб) подаются вручную, с помощью подъемного крана, автокрана, трубоукладчика и т. п. в зависимости от их массы.

Перед началом проведения восстановительных работ необходимо также осуществить диагностирование камер переключения, выявить наличие просадок, смещений, а затем по возможности определить наличие и место обвалов, просадок труб и т. п.

При подготовке к проведению диагностирования, которое выполняется из камер переключения, прекращается подача воды и разъединяются задвижки и тройники.

В случае сильного обрастания стенок водопровода изнутри перед проведением собственно реконструктивных работ производят очистку его внутренней полости методами, выбираемыми в зависимости от размеров трубопровода и видов отложений на его стенках.

Для ведения реконструкции по схемам, основанным на технологических способах прокладки трубных плетей и длинных труб, обычно разрабатывают 2 котлована: входной и приемный. Входной котлован служит для обеспечения ввода протаскиваемой плети в старый трубопровод или ведения работ по сборке нового трубопровода. Через приемный котлован организуется тяжение

нового полимерного трубопровода. Если позволяют местные условия, тяжение можно осуществить через камеру переключения – в этом случае приемный котлован не разрабатывается.

Место для разработки котлованов выбирают с учетом конкретной обстановки: застроенности территории, наличия подземных и надземных инженерных и транспортных коммуникаций, удобства расположения оборудования и размещения протаскиваемых труб, а также состояния элементов восстанавливаемого водопровода.

Котлованы с целью уменьшения объемов земляных работ следует разрабатывать в местах наименьшего заглубления водопроводов либо в местах, где имеются просадки на сети.

При разработке котлованов с вертикальными боковыми стенками, в неустойчивых грунтах, а также при глубине больше 1,5 м в любых грунтах должны устанавливаться крепления стенок котлована. В местах, где имеются хорошие условия для производства работ, допускается разработка стенок котлованов с углами естественного откоса.

Для предохранения полимерного трубопровода от повреждения вход в реконструируемый трубопровод оснащают специальным колпаком. Для сборки полиэтиленового трубопровода используется сварка встык. После сборки трубная плетель прямо на поверхности земли испытывается на герметичность и прочность. Затем она присоединяется на сварке к новому трубопроводу и затягивается в реконструируемую сеть.

Перед началом процесса протягивания необходимо осуществить протяжку контрольного образца с целью выявления возможностей для качественного тяжения нового трубопровода. Контрольный образец – это соединение предназначенных к протягиванию 2 труб, оснащенных с обеих сторон оголовками, общей длиной 5...10 диаметров.

В местах обвалов или непроходных участков на реконструируемой сети необходимо произвести вскрышные работы для выравнивания и освобождения трубопровода от засоров и завалов.

Протягивание трубных плетей в реконструируемый трубопровод производится с использованием тракторов и строительных машин, имеющих ременную передачу.

Протягивание может осуществляться и с помощью ручной или механизированной лебедки, однако в этом случае значительно труднее организовать контроль за силой натяжения стенок трубной плети. Подбор мощности лебедок в этой связи должен осуществляться с учетом максимального усилия, которое может передать лебедка, и растягивающих напряжений, вызванных в стенках труб.

В отдельных случаях удастся увеличивать живое сечение трубопровода на 1...2 калибра по диаметру при прохождении по нему специального расширителя. Достигается это в результате разрушения и вдавливания стенок в окружающий грунт.

Восстановление ветхих трубопроводов водоснабжения может осуществляться путем замены новыми трубопроводами из полиэтиленовых труб через футляры.

Вначале производят подготовку к замене. Она предполагает использование как типовых, так и ряд специфических технологических процессов.

Необходимо разобрать в водопроводных колодцах водопроводные узлы, включающие обычно гидранты, тройниковые (крестовинные) пожарные подставки и 3...4 задвижки, собранные на фланцах; газопламенной кислородной резкой отделить фланцы от стальных трубопроводов (изъять раструб-фланцевые детали из чугунных, асбестоцементных), расположенных

по направлению проведения реконструктивных работ, и затем удалить все это на поверхность. Провести ревизию отдельных деталей на пригодность для дальнейшей эксплуатации, а остальные отправить либо в утиль, либо для использования на менее ответственных трубопроводах. Углубить дно колодца для удобства ведения работ.

Забить футляр с использованием пневмоударных машин, таким образом, чтобы его нижний конец своим центром выходил на центр заменяемого водопровода в колодце (входном). Верх футляра должен располагаться над поверхностью земли так, чтобы в него без излишних изгибов входила полиэтиленовая плеть. Расположение плетей может совпадать с направлением трассы реконструируемого трубопровода или находиться под некоторым углом к указанному направлению. Это будет зависеть от характера расположения над трубопроводной сетью зданий, сооружений, строений и т. п. В первом случае трубная плеть будет изгибаться только в вертикальной плоскости, переходя с уровня поверхности земли в футляр и затем в заменяемый трубопровод. Во втором случае размещения, помимо пространства для перехода трубной плети с поверхности земли к футляру, требуется свободное пространство для ее изгиба еще и в горизонтальной плоскости для вывода на направление трассы реконструируемого трубопровода. Плавное перемещение полиэтиленовой плети должно обеспечиваться соответствующими направляющими и прижимными роликами, которые следует закреплять в грунте по направлению перемещения плети. При этом необходимо не допустить чрезмерной деформации стенок полиэтиленовых труб, что должно обеспечиваться правильным изгибом плети. При фиксировании трубной плети в одном и том же положении при протягивании в течение времени, равном 0,5 ч, R не должен быть менее 16 диаметров. При гарантированном меньшем времени значения R могут составлять 10...12 диаметров. При невозможности обеспечить

гарантированное время протягивания следует принимать R равным 20...25 диаметров.

Далее начинают введение нового трубопровода в заменяемый. К полиэтиленовой плети присоединяется расширитель за него цепляется тяговый трос. Последний втягивается мощной лебедкой в заменяемый трубопровод и, разрушая его, продвигается в сторону приемного колодца, затягивая за собой полиэтиленовую плеть.

После того как расширитель и часть полиэтиленовой плети войдут в приемный колодец, тяжение прекращается. Тяговый трос отделяется от расширителя и сматывается на барабан лебедки. Опорное устройство демонтируется. Расширитель отсоединяется от полиэтиленовой плети и поднимается из приемного колодца наверх.

В завершение процесса футляр изымается из грунта с использованием пневмоударных машин и скважина заделывается песком, предварительно засыпанным в него, по мере выхода футляра на поверхность. Затем восстанавливается трубопровод смежного участка, если от него отделялись какие-либо части. К обоим концам полиэтиленового трубопровода привариваются полиэтиленовые буртовые втулки под плоские фланцы. Проводятся гидравлические испытания нового трубопровода в соответствии с действующими нормативами. При положительном результате испытаний восстанавливаются днища колодцев, и производится обвязка трубопроводов, входящих в колодцы соответствующими водопроводными узлами. По завершении этих работ водопроводная сеть промывается и сдается в эксплуатацию так, как это принято для вновь строящихся водопроводов.

Порядок производства замены водопровода по другой схеме отличается от рассмотренного. Натяжение производится с использованием машины с наборными штангами на тяговое усилие 1 250 кН при диаметре водопровода до 400 мм, и, кроме того, полиэтиленовая плеть наращивается сваркой труб из

ПНД на сварочной установке рядом с местом проведения восстановительных работ. Машина с наборными штангами монтируется в котловане, а на поверхности располагается блок ее питания и управления, с которым она соединяется питающими шлангами.

При исключительной загруженности не только поверхности, но и подземного пространства машина с наборными штангами позволяет производить замену ветхого водопровода диаметром до 400 мм путем подачи полиэтиленовой плети через трубопровод смежного участка. Подготовка плети производится сваркой отдельных труб из ПНД стандартной длины на уровне трубопровода смежного участка. Сварочная установка размещается в котловане, длину и ширину которого принимают в зависимости от диаметра полиэтиленовых труб. Во всех случаях должны обеспечиваться условия для размещения труб (секций труб), оборудования и оснастки, с помощью которых будут осуществляться сварка нового трубопровода, а также для качественного и производительного выполнения всех основных и вспомогательных технологических процессов замены с соблюдением требований безопасного ведения работ. При необходимости стенки котлована крепят, а также организуют водоотлив.

Трубы (секции труб) в зависимости от массы могут подаваться в котлован вручную, с помощью подъемного крана, автокрана, трубоукладчика и т. п. Для размещения и манипуляций с указанными механизмами следует предусматривать соответствующие пространство и время.

Котлованы с целью уменьшения объемов земляных работ следует разрабатывать в местах наименьшего заглубления водопроводов либо в местах, где на сети имеются обвалы и/или ветхие камеры переключения, которые предполагается заменить либо реконструировать. Располагать котлован также целесообразно в местах, удобных для проведения замены в обе стороны (здесь предлагается использовать технологические схемы

производства реконструктивных работ с одного поста, который организуется либо в месте размещения сварочной установки, либо в местах расположения машины с наборными штангами или мощных лебедок).

В местах обвалов или непроходных участков на реконструируемых водопроводах необходимо произвести работы по пробивке скважины или забивке обсадной трубы удалению ремонтных вставок и освобождению трубопровода от засоров и завалов.

По завершении реконструктивных работ на заменяемом водопроводе котлован и часть трубопровода, попавшую в зону котлована, восстанавливают трубами из традиционных материалов и засыпают грунтом.

Для замены с разрушением изношенных водопроводов следует использовать полиэтиленовые трубы, которые могут поставляться без соединений на барабанах (кассетах).

II. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ.

4 МОНТАЖ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ЕМКОСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

4.1 Общие требования к монтажу сборных конструкций сооружений

Монтаж начинают после инструментальной проверки соответствия проекту планового и высотного положения монолитного днища с пазами для установки стеновых панелей, а также фундаментов и других элементов. Вне зависимости от принятого способа и метода монтажа конструкций необходимо обеспечить надежную их устойчивость. При монтаже различных элементов выполняют следующие операции: подготовку элемента к монтажу, строповку, очистку места установки и устройство постели, подачу элемента, а

также перемещение его при установке, закрепление в проектное положение. Строповку элементов следует производить в местах, указанных в проекте, и обеспечивать подачу их к месту установки в положении, близком к проектному. Приемку элемента монтажники производят в тот момент, когда его останавливают над местом установки на высоте не более 30 см, после чего его разворачивают и устанавливают в проектное положение по принятым ориентирам (рискам, штырям, упорам, граням и т. д.). Приемку монтажных работ производят после полного закрепления всех конструктивных узлов и приобретения бетоном замоноличивания стыков проектной прочности.

4.2 Технология монтажа сооружений

При возведении комплексов водопроводных и канализационных сооружений монтируют камеры реакции (хлопьеобразования), горизонтальные отстойники, фильтры, блоки очистных сооружений, резервуары чистой воды, аэротенки, биофильтры и другие прямоугольные емкостные сооружения.

Монтаж камер реакции осуществляют чаще всего комбинированным методом, при котором стеновые панели монтируют отдельно, а остальные элементы внутри камеры – комплексно. Монтаж камеры из панелей с опорной пятой начинают после устройства бетонной подготовки. Затем бетонируют днище и после набора им необходимой прочности устанавливают стойки и струенаправляющие перегородки камеры.

Монтаж горизонтальных отстойников с учетом значительных размеров их в плане осуществляют кранами с передвижением их по бетонной подготовке или днищу вдоль монтируемых стен (рис. 4.1). Отстойники монтируют как отдельным, так и комплексным методом, при котором стеновые панели и плиты покрытия коридоров устанавливают за один проход

крана. Пример монтажа отстойника, состоящего из 10 коридоров шириной по 6м, приведен на рисунке 4.2.

Монтаж ведут с транспортных средств, причем монтаж панелей начинают со среднего коридора (в осях «Е» - «Д»), а затем ведут кольцевыми симметричными захватками с передвижением крана вокруг смонтированных коридоров. При такой организации работ после монтажа средних коридоров в них ведут работы по замоноличиванию стыков, торкретированию монолитных участков и др. Монтаж стеновых панелей на III...IV захватках осуществляют после выполнения необходимых работ на предыдущих захватках, в том числе по замоноличиванию стыков, устройству монолитного пояса, монтажу стеновых панелей перегородок по оси 2, технологических трубопроводов и плит покрытия.

При раздельном методе монтажа горизонтальных отстойников вначале одним краном большой грузоподъемности монтируют стеновые панели коридоров, а другим (вслед за ним) меньшей грузоподъемности – плиты покрытия. Краны в процессе монтажа панелей и плит двигаются вдоль коридоров «змейкой» и используются по своей грузоподъемности более эффективно. При раздельном методе монтажа коридоров стыки панелей замоноличивают до установки плит покрытия. Последовательность монтажа стеновых панелей при этом следующая. Первыми устанавливают угловые (маячные) панели, которые выверяют, а затем по ходу движения крана монтируют остальные панели. После выверки производят «прихватку» панелей друг к другу электросваркой закладных деталей и арматурных выпусков.

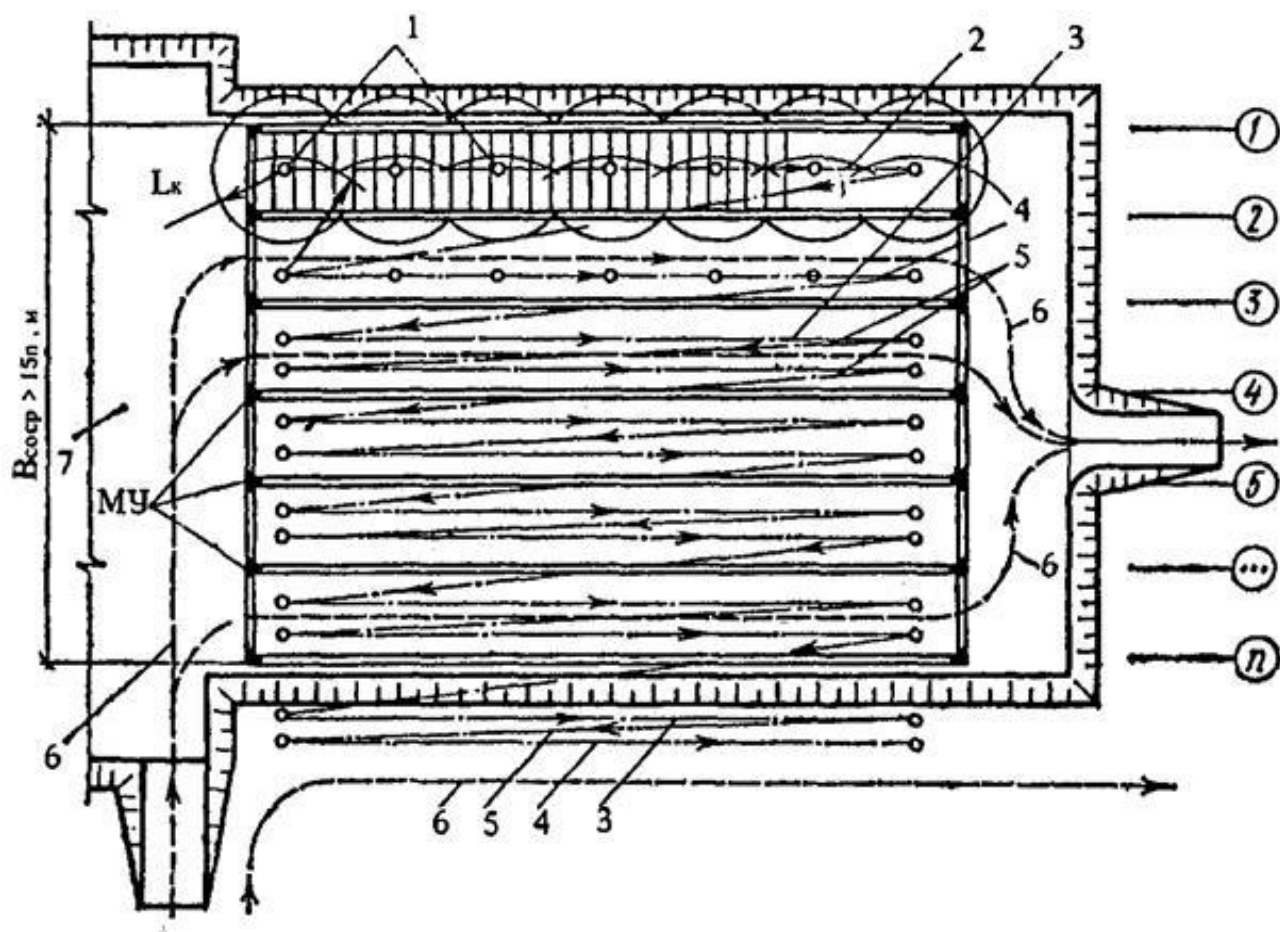


Рисунок 4.1. Принципиальная схема монтажа горизонтального отстойника:

1 – стоянки крана, 2 – ось движения крана при монтаже стеновых панелей первой секции (коридора), 3 – то же, второй и последующих секций, 4 – ось движения крана при монтаже плит покрытия, 5 – обратный ход крана, 6 – ось движения транспорта, 7 – котлован для здания фильтров, МУ – монолитные участки, L_к – вылет крюка крана

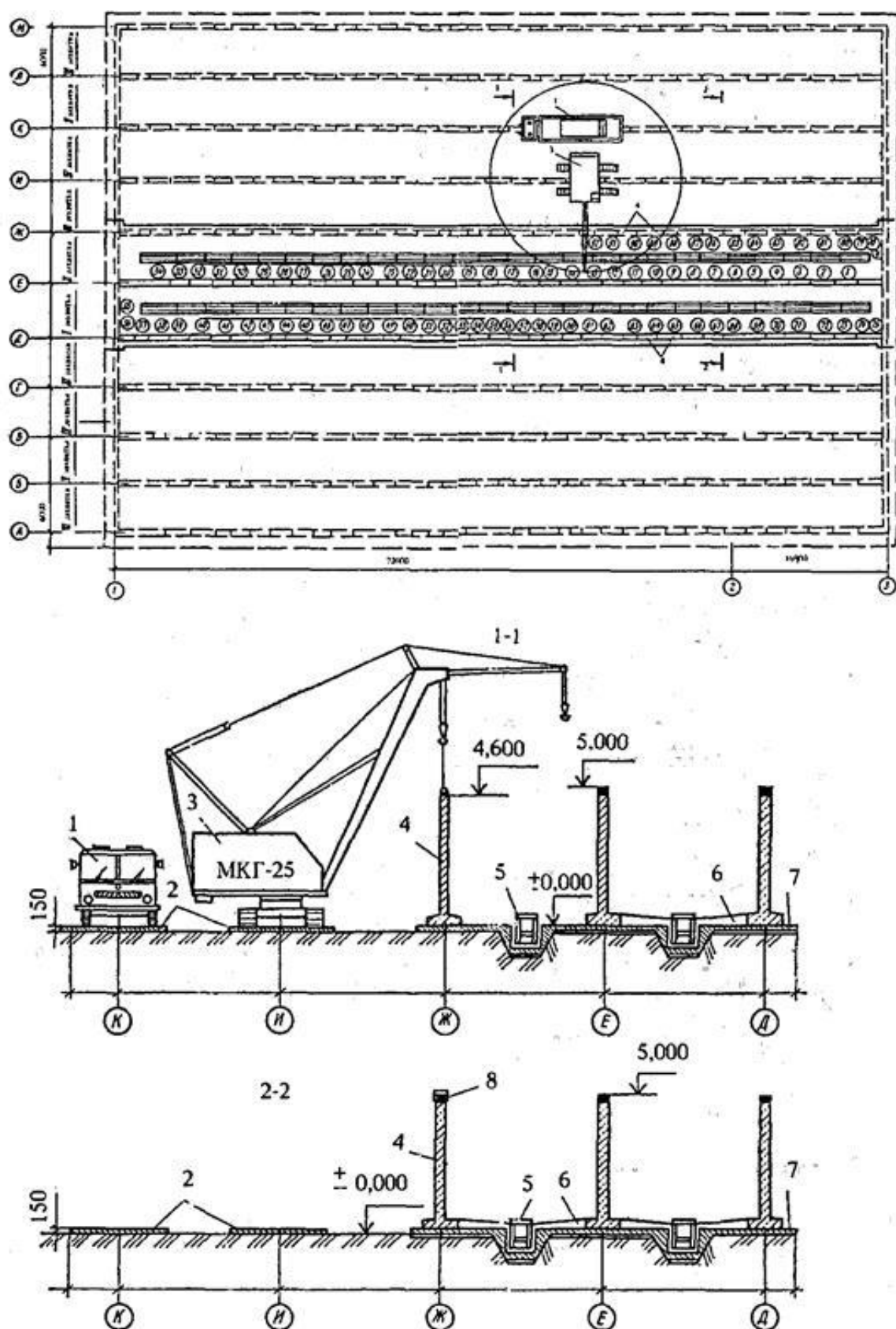


Рисунок 4.2. Схема организации монтажа горизонтального отстойника гусеничным краном:

1 – панелевоз, 2 – временная дорога из сборных железобетонных плит, 3 – монтажный гусеничный кран, 4 – стеновые панели коридоров, 5 – опалубка труб для отвода осадка, 6 – монолитное днище, 7 – бетонная подготовка, 8 – опалубка монолитного железобетонного пояса

Монтаж фильтров часто затрудняется расположением их внутри здания и необходимостью загрузки их фильтрующими материалами. При строительстве водоочистных станций (ВДС) монтируют фильтры как однорядные, так и двухрядные. Схема монтажа однорядных фильтров приведена на рис. 4.3.

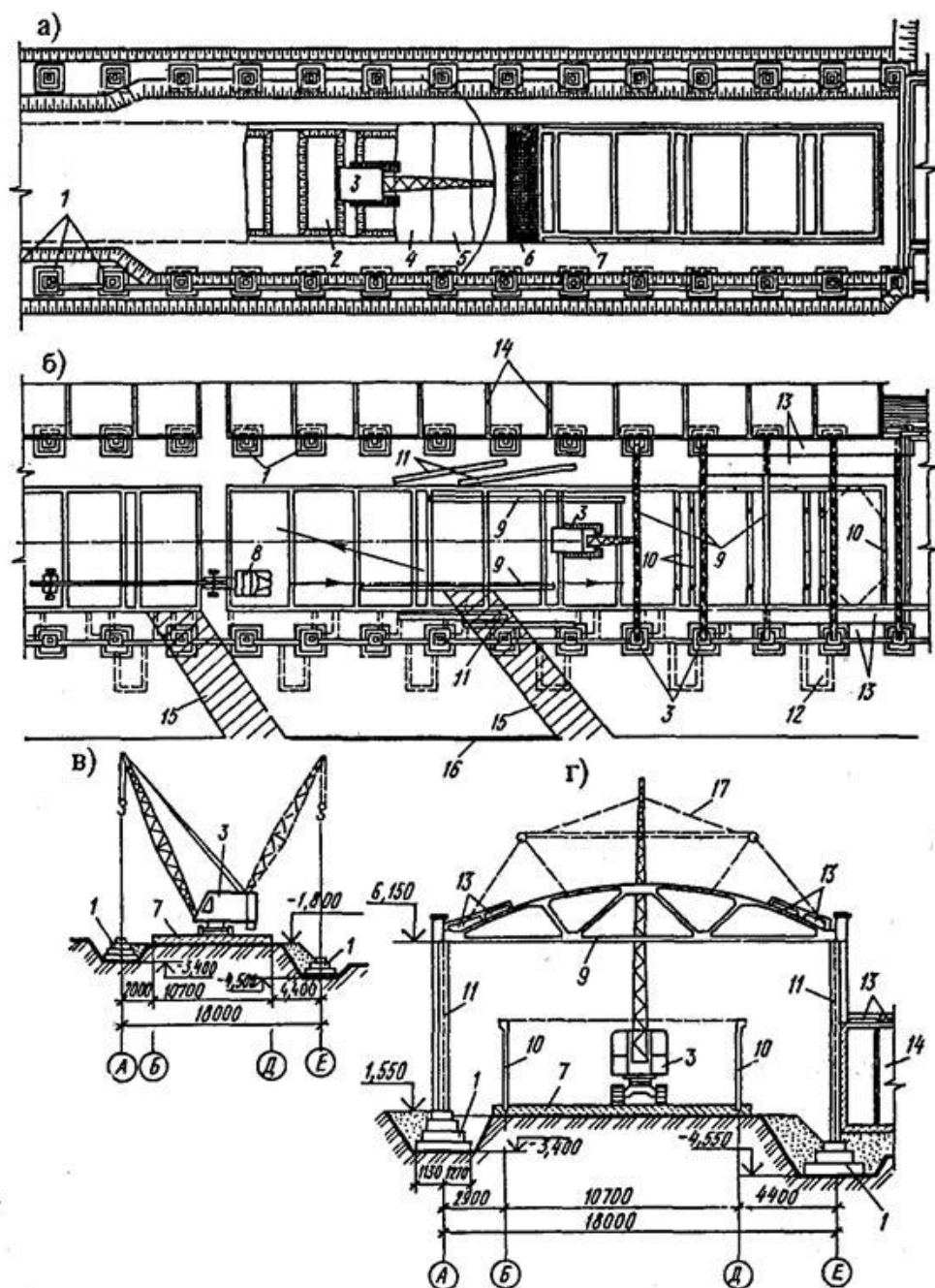


Рисунок 4.3. Схема монтажа здания фильтров водоочистной станции:

1 – фундаменты, 2 – прямки, 3 – гусеничный кран грузоподъемностью 20 т, 4 – бетонная подготовка, 5 – асфальт, 6 – арматурные сетки, 7 – монолитное днище, 8 – фермовоз, 9 – железобетонные фермы длиной 18 м, 10 – панели стен фильтров, 11 – колонны здания, 12 – колодцы, 13 – плиты покрытия, 14 – коридоры отстойника, 15 – съезды, 16 – временная автодорога, 17 – траверса для монтажа ферм

Фильтры сооружают в два этапа (цикла): нулевой и основной. В период нулевого цикла (рис. 4.3, а) выполняют земляные работы, устраивают фундаменты под колонны здания фильтров и бытовые помещения, а также монолитные днища ячеек в здании. Монтаж каркаса здания и самих ячеек фильтров (основной цикл) (рис. 4.3, б) ведут в такой последовательности: вначале монтируют каркас здания, а затем ячейки.

Монтаж колонн, ферм и плит покрытия здания ведут с помощью гусеничного крана, перемещаемого по днищу фильтров (рис. 4.3, б – г) при доставке элементов в зону крана. Затем устанавливают технологическое оборудование, трубопроводы и задвижки. Поскольку здание смонтировано полностью (включая покрытие), для монтажа фильтров применяют гусеничный кран с укороченной стрелой, передвигающийся по днищу фильтров (рис 4.4, а). Замоноличивание стыков, монтаж дренажных и переливных лотков часто выполняют параллельно с монтажом панелей ячеек, после чего производят их гидравлические испытания. Однако, одновременный монтаж всех элементов ячеек не всегда целесообразен, так как в случае некачественной заделки стыков (что может быть обнаружено только после гидравлических испытаний) трудно устранить дефекты и восстановить герметичность ячеек. Поэтому лотки лучше монтировать после испытания ячеек и устранения замеченных дефектов. При этом их устанавливают с помощью крана-балки или специального козлового крана, перемещающегося по рельсам, уложенным на стенах фильтров (рис 4.4, б).

При строительстве ВДС часто возводят двухрядные фильтры, технология монтажа которых заключается в следующем. После планировки и зачистки котлована между рядами ячеек фильтров (в галерее технологических трубопроводов) краном устанавливают фундаменты под колонны, и после устройства бетонной подготовки монтируют панели стен. Затем бетонируют подготовку под фильтры в боковых частях, а также днище галереи трубопроводов, после чего краном, передвигающимся по бетонной подготовке фильтров, монтируют панели ячеек с транспортных средств. Ячейки фильтров монтируют комплексным методом с установкой всех элементов за один проход крана. Параллельно с монтажом конструкций фильтров замоноличивают стыки. Смонтировав ячейки фильтров, монтируют балки перекрытия, колонны и подкрановые балки главного пролета здания фильтров, используя при этом башенный кран. По достижении бетоном стыков и обвязочной балки наружных сборных стен ячеек фильтров не менее 70 %-ной проектной прочности производят кладку стен в боковых помещениях над ячейками, а также монтаж плит покрытия.

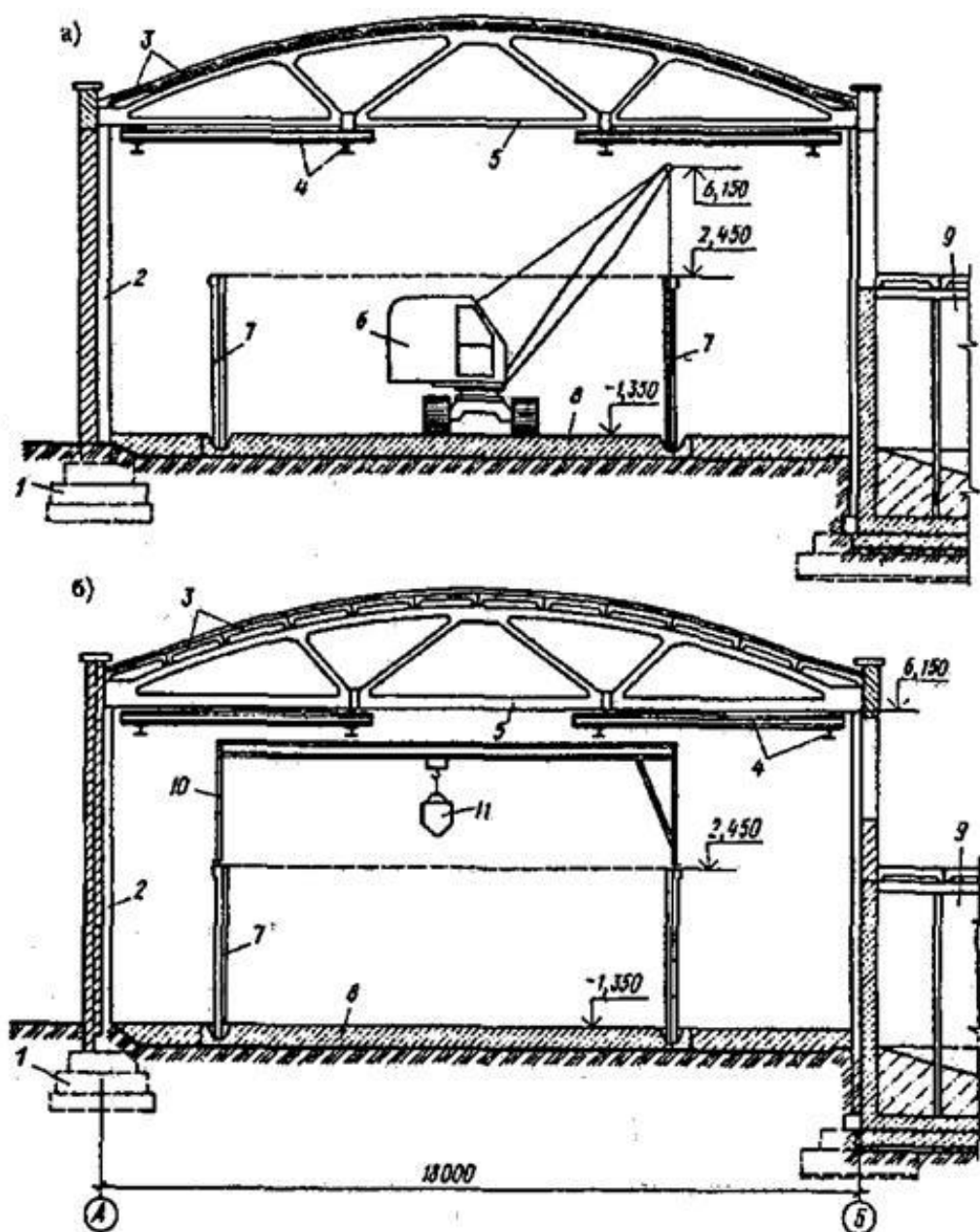


Рисунок 4.4. Монтаж ячеек и лотков фильтров:

1 – фундаменты здания фильтров, 2 – колонны, 3 – плиты покрытия, 4 – кран-балка, 5 – железобетонные фермы длиной 18 м, 6 – гусеничный кран с укороченной стрелой, 7 – панели стен фильтров, 8 – монолитное днище, 9 – коридоры отстойника, 10 – козловой кран грузоподъемностью 2,5 т, 11 – лоток фильтра

Монтаж резервуаров. Методы и последовательность монтажа прямоугольных резервуаров во многом определяются типом и габаритами сборных конструкций, и в частности типом стеновой панели. Для монтажа резервуаров различной вместимости применяют практически однотипные сборные элементы при общем небольшом количестве их типоразмеров

(стенные панели, перегородки, подколонники, колонны, балки или ригели и плиты покрытия). Все это позволяет применять однотипную технологию и схемы монтажа резервуаров практически независимо от их вместимости.

Монтаж небольших в плане резервуаров ведут с передвижением крана вокруг них по берме котлована, а средних и больших размеров – с передвижением монтажного крана по их днищу и с разбивкой на монтажные участки по продольным осям А, Б, В и т. д. (рис. 4.5). Монтаж конструкций в пределах резервуара целесообразно выполнять по пролетам, принимаемым в качестве монтажных участков. Работы на каждом участке можно выполнять тремя специализированными потоками:

- 1) установка стен панелей и фундаментов под колонны (подколонников);
- 2) монтаж колонн и циркуляционных перегородок с одновременным замоноличиванием стыков;
- 3) укладка балок (ригелей) и плит покрытия.

Последовательность монтажа сборных конструкций должна обеспечивать устойчивость и прочность их в пределах монтажного участка. Учитывая значительные размеры в плане крупных резервуаров, их монтаж производят в основном с передвижением крана внутри резервуара по его днищу. Устанавливать сборные элементы резервуаров можно комплексным, отдельным или комбинированным методами.

краном, передвигающимся по готовому днищу или бетонной подготовке, монтируют отдельно панели стен, за исключением монтажного проема, оставляемого для въезда крана и панелевозов; на втором – пневмоколесным краном, передвигающимся по днищу, устанавливают комплексно колонны, циркуляционные перегородки и плиты покрытия; на третьем – гусеничным краном устанавливают сборные элементы в месте монтажного проема. Последний этап работ выполняют после завершения всех работ внутри резервуаров, в том числе отделочных, гидроизоляционных, монтажа трубопроводов и оборудования.

Наряду с указанным отдельно-комбинированным методом эффективным является так называемый кольцевой метод монтажа резервуара с использованием двух параллельно работающих кранов (IV схема монтажа). При этом одним краном (большей грузоподъемности), передвигающимся вокруг резервуара по берме котлована, устанавливают стеновые панели, а также колонны, балки и плиты примыкающего к стенам одного пролета покрытия, а вторым (более легким) краном, передвигающимся по днищу параллельно первому, монтируют колонны, балки и плиты покрытия второго пролета. Завершив монтаж панелей, колонн, балок и плит покрытия по двум рядам пролета наружного периметра резервуара, переходят к монтажу конструкций центральной части резервуара (2-я очередь строительства). Монтаж четырех пролетов центральной части производят комплексным методом. Последний этап монтажа – заполнение монтажного проема стеновыми панелями после выхода крана из резервуара.

Монтаж покрытий прямоугольных резервуаров можно вести одновременно по нескольким пролетам, например перекрытия девятипролетного резервуара по трем – пяти пролетам. При одновременном монтаже трех пролетов один из них оставляют для передвижения крана, а в других раскладывают сборные элементы; при монтаже пяти пролетов под раскладку элементов может быть занято четыре пролета. Завершив выверку

колонн и сварку их соединений с балками и плитами, производят омоноличивание швов. Схему движения крана при этом выбирают такой, чтобы к концу монтажа кран мог выйти из резервуара через оставленный проем. После установки панелей в месте проема оставшиеся плиты покрытия устанавливают краном, находящимся вне резервуара.

Монтаж аэротенков (наиболее характерная схема приведена на рис. 4.6).

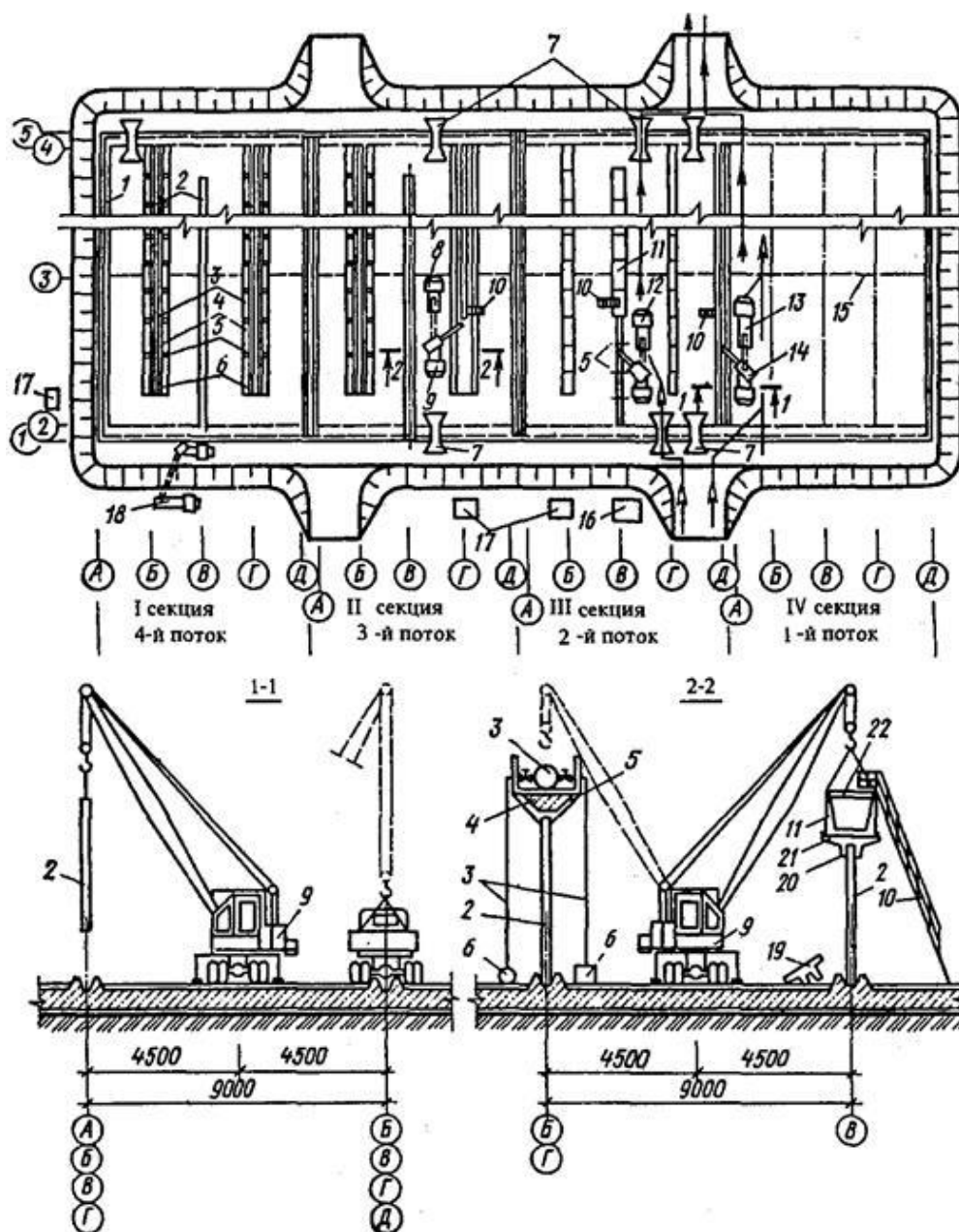


Рисунок 4.6. Схема монтажа четырехкоридорных аэротенков из типовых плоских панелей:

1 – стеновые панели наружные, 2 – то же, внутренние, 3 – воздуховоды с отводами к фильтросным каналам, 4 – плиты ходовых мостиков, 5 – балки, 6 – фильтросные каналы, 7 – инвентарные переездные мостики, 8 – бортовой автомобиль, 9 – автокран, 10 – стремянки, 11 – лотки, 12 – автомобиль по доставке лотков, 13 – панелевоз, 14 – пневмоколесный кран, устанавливающий стеновые панели, 15 – температурно-усадочный шов, 16 – растворосос для замоноличивания стыков, 17 – электросварочные агрегаты, 18 – панелевоз по доставке панелей для торцевых стен, 19 – балка, подготовленная к установке, 20 – клинья для временного крепления балок, 21 – сварной шов, 22 – предохранительная распорка в лотке.

Монтаж конструкций и технологических трубопроводов четырехкоридорных аэротенков ведут отдельным методом четырьмя специализированными потоками, что соответствует количеству секций аэротенков. В первый поток включают монтаж панелей продольных стен аэротенков по осям А, Б, В, Г и Д (рис. 4.6, 1-1) с одновременным их закреплением и замоноличиванием стыков. Во второй включают монтаж балок, плит и ходовых мостиков по осям Б и Г, балок и лотков для подачи активного ила, затем плит, перекрывающих эти лотки, по оси В. В третий поток входят работы по монтажу воздуховодов, каналов и других элементов конструкций, монтаж которых должен быть закончен до установки панелей торцевых поперечных стен. В четвертый, который разбивают на два параллельных потока, включают монтаж поперечных ходовых мостиков, торцевых стен и лотков, начиная с поперечной оси 3 (один поток направляют к оси 1, а второй к оси 5). Такое распределение работ по специализированным потокам позволяет подобрать для монтажа конструкций и трубопроводов наиболее экономичные краны, передвигающиеся по днищу и работающие на минимальных вылетах крюка.

Сварку и замоноличивание стыков конструкций, а также другие сопутствующие работы выполняют отдельные звенья. Приведенная на рисунке 4.6 схема монтажа четырехкоридорных аэротенков показывает, что каждая секция может быть разбита на четыре типовых монтажных участка с постоянной технологией, повторяющейся во всех последующих секциях. Движение крана в коридорах шириной 9 м выдерживается прямолинейным, а

в более широких коридорах может быть и зигзагообразным. При прямолинейной схеме кран, двигаясь по оси коридора, монтирует одновременно панели двух противоположных стен на вылете стрелы 4...5 м, а при зигзагообразной схеме процесс выполняется аналогично, что позволяет работать крану при минимальном вылете стрелы.

Поскольку при монтаже азротенков применяются элементы различной массы, в процессе работ приходится использовать разные способы их доставки в котлован, а также установки в проектное положение. Например, конструкции, доставляемые в котлован по одной – две на одном транспорте, монтируют обычно с транспортных средств, т. е. «с колес», а более мелкие – с предварительной доставкой и раскладыванием на днище. Из-за стесненности условий монтажа возможен монтаж «с колес» конструкций массой 2...2,5 т, пользуясь транспортными средствами грузоподъемностью не более 5 т. При монтаже элементов с предварительной раскладкой их размещают в непосредственной близости к фронту работ или у противоположных стен. Закончив в азротенках монтажные работы, переходят к торкретированию и железнению бетонных поверхностей монолитных участков, а также гидравлическому испытанию емкостей и гидроизоляции наружных поверхностей стен.

Монтаж двух- и трехкоридорных азротенков (небольшой производительности) с шириной коридоров не менее 4...5 м выполняют по той же схеме, что и четырехкоридорных. Азротенки с узкими коридорами (шириной менее 4...5 м) монтируют обычно комплексным методом – по коридорам. При этом после монтажа панелей продольных стен сразу устанавливают в коридоре все конструкции, а также воздуховоды, переходные мостики и т.п. К монтажу следующего коридора переходят после полного завершения работ в предыдущем. Чтобы исключить простой крана в ожидании фронта работ, монтажные работы целесообразно организовать параллельно в двух секциях азротенков. Установив конструкции в пределах первого коридора первой

секции, кран переводят во вторую для выполнения аналогичных работ, а в смонтированном коридоре первой секции в это время сваривают закладные детали, замоноличивают стыки и пр. Завершив работы в первом коридоре второй секции, кран возвращают в первую, где продолжают монтировать следующий коридор. В это время во второй секции готовят фронт для продолжения работ в следующем коридоре и т. п.

Монтаж типовых вентиляционных градирен ведут башенным краном, расположенным с одной стороны каркаса при обеспечении вылета крюка крана для монтажа элементов самого крайнего ряда конструкций. При этом возможны два способа монтажа каркасов градирен – снизу вверх и сверху вниз. При монтаже способом снизу вверх (рис. 4.7, а) работы ведут следующим образом. На монолитные колонны водосборного бассейна устанавливают поперечные и продольные ригели I яруса каркаса, после их выверяют и закрепляют в проектном положении. Далее в стаканы, образованные ригелями, опускают колонны каркаса с приваренными опорными деталями под ригели II яруса, после чего их временно закрепляют. Затем на них монтируют ригели II яруса и к ним приваривают опорные детали III яруса, после чего монтируют колонны этого яруса и т. д., пока не будут смонтированы все оставшиеся ярусы каркаса.

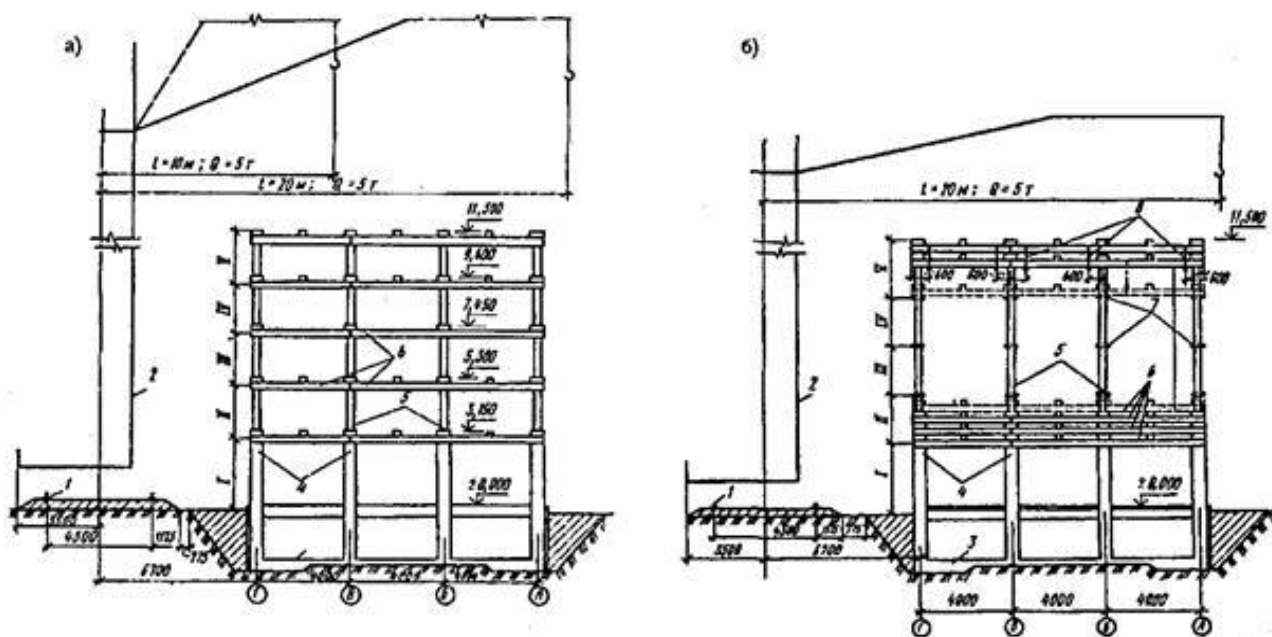


Рисунок 4.7. Монтаж типовой сборной железобетонной вентиляторной градирни:

а – способом снизу вверх; б – то же, сверху вниз; 1 – рельсовый подкрановый путь, 2 – башенный кран, 3 – водосборный бассейн, 4 – монолитные колонны, 5 – сборные колонны, 6 – ригели, 7 – опорные детали, 8 – временные хомуты

При монтаже каркаса способом сверху вниз (рис. 4.7, б) работы выполняют так. На монолитные колонны бассейна устанавливают поперечные и продольные ригели I яруса, и после выверки крепят их между собой и к колоннам на сварке закладных деталей. Затем на ригели I яруса последовательно укладывают поперечные и продольные ригели II, III и IV ярусов. В образованные ригелями стаканы на колонны бассейна устанавливают колонны каркаса с приваренными опорными деталями под ригели верхнего V яруса. Выставленные на всю высоту каркаса колонны расчаливают и временно раскрепляют, после чего к ригелям V яруса на временных хомутах подвешивают ригели IV яруса, а к колоннам приваривают опорные детали этого яруса. Далее на них опускают подвешенные ригели, выверяют и временно закрепляют. Установку ригелей III и II ярусов производят в такой же последовательности.

5. МОНТАЖ КРУГЛЫХ (ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ) СООРУЖЕНИЙ

Цилиндрические емкостные сооружения из типовых сборных элементов устраиваются с последующим натяжением на их стенку кольцевой арматуры. В целях обеспечения оптимальных размеров вертикальных стыков между стеновыми панелями разбивочные оси совмещают с внутренней поверхностью емкостей. Стены сооружений диаметром от 4,5 до 9 м выполняются из панелей типа ПСЦ1, имеющих криволинейную внутреннюю и внешнюю поверхности, а сооружений диаметром от 9 до 18 и от 24 до 50 м - соответственно из панелей типа ПСЦ2 и ПСЦ3, имеющих плоскую внутреннюю поверхность и криволинейную наружную. Панели типа ПСЦ3, предназначенные преимущественно для радиальных отстойников, имеют поверху обвязочную балку для размещения рельса скребкового механизма.

Панели в стенах цилиндрических сооружений соединяют между собой сваркой закладных деталей металлическими накладками с последующим замоноличиванием стыков цементно-песчаным раствором. Поскольку для монтажа цилиндрических сооружений разных диаметров применяют однотипные панели, зазоры стыков между ними не постоянны и изменяются при диаметре 4,5...9 м (панели ПСЦ1) от 19 до 61 мм, а при диаметре 9...54 м (панели ПСЦ2 и ПСЦ3) от 18 до 46 мм. Перед навивкой кольцевой арматуры поверхность сооружения должна быть выровнена по цилиндрическому шаблону при помощи торкретирования.

Панели типа ПСЦ2 и ПСЦ3 соединяют с дном шарнирно с заделкой швов тиоколовыми герметиками или заливкой их горячим битумом.

Вертикальные стыки между стеновыми панелями цилиндрических сооружений замоноличивают до натяжения кольцевой арматуры. Прочность раствора замоноличивания к моменту натяжения кольцевой арматуры рассчитывается в проекте. Замоноличивание панелей ПСЦ 1 в пазах дна

производится до натяжения кольцевой арматуры, а герметизация стыков между панелями ПСЦ 2 и ПСЦ 3 и дном – после ее натяжения.

Предварительнонапрягаемая кольцевая арматура устраивается двумя способами: навивкой на стену высокопрочной арматурной проволоки периодического профиля диаметром 5 мм при помощи навивочной машины; установкой колец из стержневой арматуры с последующим натяжением их электротермическим способом (при диаметрах сооружений до 30 м). Применение того или иного класса арматуры и способы ее натяжения зависят от диаметра сооружения и состава оборудования, но при этом необходимо учитывать, что стены цилиндрических сооружений с кольцевым направлением относятся к конструкциям первой категории трещиностойкости.

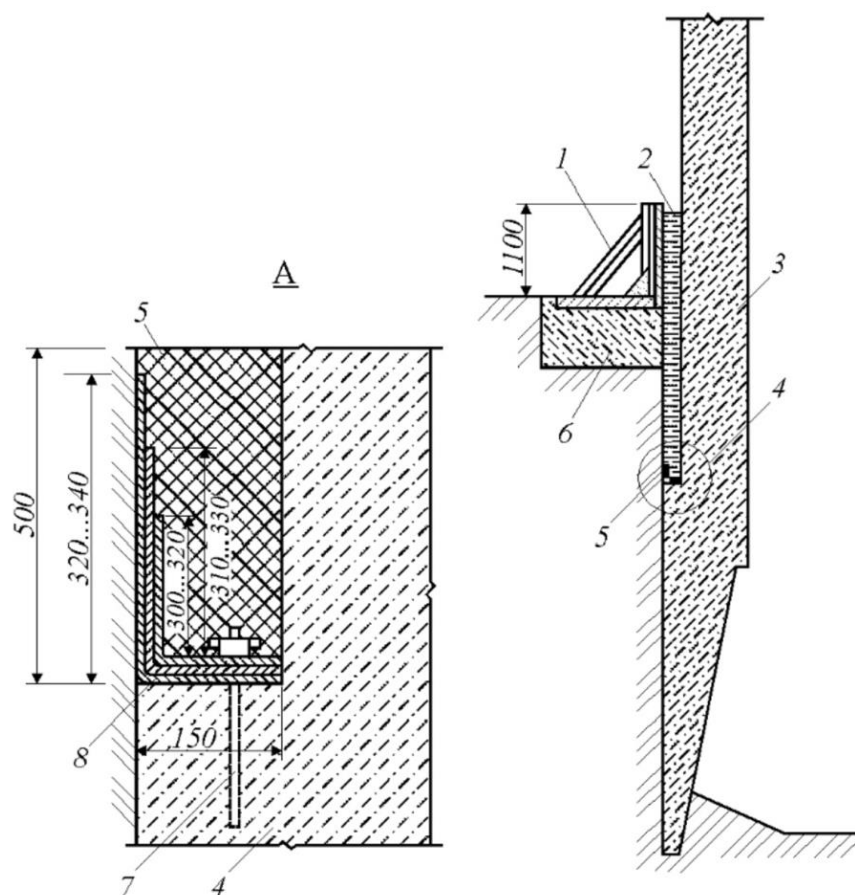


Рис. 5.1. Конструкция ножевой части опускаемого колодца

Днища опускаемых колодцев выполняют из монолитного железобетона. При устройстве опускаемых колодцев в осушенных котлованах под днищем устраивается дренаж в виде обратного фильтра. Оклеечную гидроизоляцию при этом выполняют по бетонной подготовке. При погружении колодца с выемкой грунта из-под воды в основании колодца (при диаметрах до 12 м) устраивают водонепроницаемую бетонную подушку или дренирующий пригруз (при диаметрах колодца более 12 м).

Железобетонную плиту днища армируют верхней и нижней арматурными сетками, укладываемыми по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Для колодцев больших размеров днища обычно устраивают ребристыми с заполнением межреберного пространства тощим бетоном или раствором.

Большинство тонкостенных опускаемых колодцев, погружаемых ниже уровня грунтовых вод, нуждаются в проведении специальных мероприятий против всплытия после бетонирования днища. В целях создания бокового трения о грунт стен колодцев, погружаемых в тиксотропной рубашке, иногда предусматривают замену ее песчано-щебеночной смесью или цементно-песчаным раствором. Толщина панелей сборных колодцев принимается по расчету. Обычно она не превышает 300...800 мм и зависит от глубины погружения колодца и геологических условий, в которых он опускается. Ширина принимается равной 2000 мм. Армируются железобетонные панели по расчету.

В цилиндрических резервуарах монтажные участки назначают в зависимости от общих габаритов резервуаров и их вместимости. Так, в резервуарах вместимостью до 1000 м³ монтажные участки назначают между осями колонн и стеновых панелей, а в резервуарах емкостью более 1000 м³ – по секторам, ограниченным углами в 90 и 120°. При кольцевых участках объемы и трудоемкости работ по ним не одинаковы, а при секторных равны между собой. Кольцевые участки рекомендуется назначать тогда, когда днище

достаточно прочное и может выдержать нагрузку от крана и транспортных средств, а если нет, то назначают участки в виде секторов. При этом часть днища по оси сектора, достаточную для размещения крана, оставляют не забетонированной и выстилают железобетонными плитами, на которые въезжает кран. С этой стоянки краном комплексным методом монтируют конструкции в центральной части резервуара, а затем его перемещают в сторону на расстояние, достаточное для монтажа следующего ряда конструкций сектора. Со второй стоянки краном вначале перекадывают дорожные плиты, а затем бадьями подают бетон для бетонирования освободившегося участка днища и монтируют конструкции резервуара в пределах сектора. В такой же последовательности процессы повторяют. Материалы и конструкции в рабочую зону подают автотранспортом непосредственно к крану. В последующем, по мере удаления крана от центра резервуара, автомашины останавливаются за его пределами (если позволяет вылет стрелы крана). Достоинством описанной «секторной» схемы монтажа является то, что работы можно вести одновременно несколькими кранами в разных секторах резервуара.

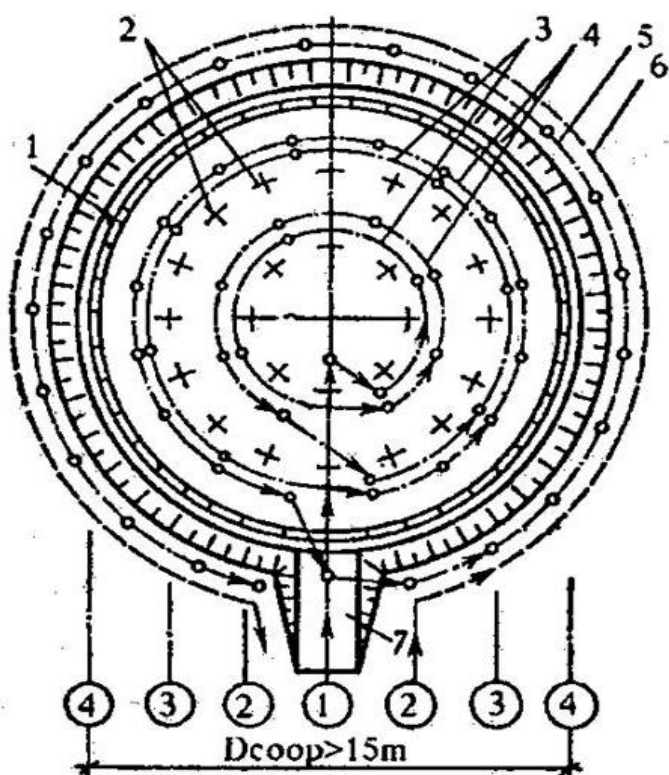


Рис. 5.2. Принципиальная схема монтажа цилиндрического резервуара

1 – стеновые панели, 2 – места установки колонн, 3 – ось движения крана при монтаже колонн, 4 – то же, при укладке ригелей и плит покрытия, 5 – то же, стеновых панелей и плит покрытия последнего ряда, 6 – ось движения транспортных средств, 7 – въезд и выезд из котлована, кружками обозначены стоянки крана

Монтаж резервуара начинают с центра, с заезда крана на днище. При этом кран и транспортные средства в процессе монтажа колонн, ригелей и плит движутся по кольцевым направлениям. В заключение кран выезжает на берму котлована и, двигаясь по ней, монтирует стеновые панели и плиты покрытия последнего ряда. При этом транспорт, занятый доставкой конструкций, движется по берме котлована. Используют также схему монтажа стеновых панелей с заездом крана непосредственно на днище резервуара. В этом случае панели раскладывают плашмя на подкладки по обе стороны от монтируемой стенки: снаружи – на грунт дна котлована, а внутри – на днище резервуара. Для того чтобы уложить панели с наружной стороны резервуара, котлован уширяют на 3...4 м. Панели раскладывают большей стороной параллельно стене и монтажными петлями в одну сторону, с тем чтобы петли двух смежных панелей, расположенных по обе стороны стенки, находились примерно на одинаковом расстоянии от монтажного крана. Для монтажа конструкций кран въезжает на днище и, двигаясь по подкладным щитам или дорожным плитам вдоль уложенных панелей, устанавливает их в проектное положение. После монтажа, выверки и окончательного закрепления стеновых панелей стыки между ними заделывают бетоном и заливают битумом в паз с заделкой его асбестоцементной смесью. По достижении бетоном в стыках между панелями и торкретным слоем 70 % от проектной прочности на внешнюю поверхность панели навивают высокопрочную проволоку или арматуру с помощью специальной навивочной машины.

Метод монтажа цилиндрических резервуаров с раскладкой панелей плашмя приводит к увеличению размеров котлована и соответственно объемов земляных работ. Поэтому целесообразнее складировать завезенные

на днище панели в специальных кассетах в вертикальном положении. При этом на днище обычно располагают 2...3 кассеты, в которых размещают панели в количестве, необходимом для монтажа резервуара, за исключением 3...5 панелей, последние устанавливают в кассету, расположенную между резервуарами. Панели из этой кассеты используют для установки их в проемы, оставленные в резервуарах для выезда крана.

Монтаж радиальных первичных и вторичных отстойников чаще всего осуществляют группами, причем либо комплексным методом, при котором к монтажу каждого последующего сооружения приступают после завершения предыдущего, либо раздельным, при котором отдельные виды элементов и деталей всех отстойников монтируют последовательными потоками. Отстойники диаметром до 20 м монтируют с передвижением крана по дну котлована вокруг сооружения (рис. 5.3, а), а диаметром более 20 м – с передвижением его непосредственно по днищу сооружения. Схема монтажа радиального отстойника диаметром 40 м пневмоколесным краном приведена на рисунке 5.3, б, в. До начала монтажа панелей проверяют отметки дна паза и при необходимости выравнивают его, затем размечают места установки панелей. Кран въезжает на днище и, двигаясь по подкладным щитам, производит установку панелей в проектное положение. Строповку панелей осуществляют за четыре монтажные петли универсальной траверсой. Подъем их производят методом поворота (рис. 5.3, в), а затем в вертикальном положении перемещают к месту установки.

Панель устанавливают в паз на слой вязкой битумной массы толщиной 6...8 мм и закрепляют внизу клиньями или сверху временными монтажными приспособлениями – трубчатыми подкосами с якорями и струбцинами (рис. 5.3, г).

Монтаж элементов сборных лотков ведут одновременно со стенами и закрепляют их инвентарными стяжками и муфтами со струбцинами (рис. 5.3, д). После установки панелей и лотков, их выверки и окончательного закрепления заделывают стыки между панелями. После твердения бетона

стыков и их распалубки на внутреннюю поверхность стен отстойника наносят слой торкрета, а после достижения бетоном в стыках и торкретным слоем 70%-ной проектной прочности производят предварительное напряжение стенки отстойника навивкой на внешнюю поверхность высокопрочной проволоки или арматуры.

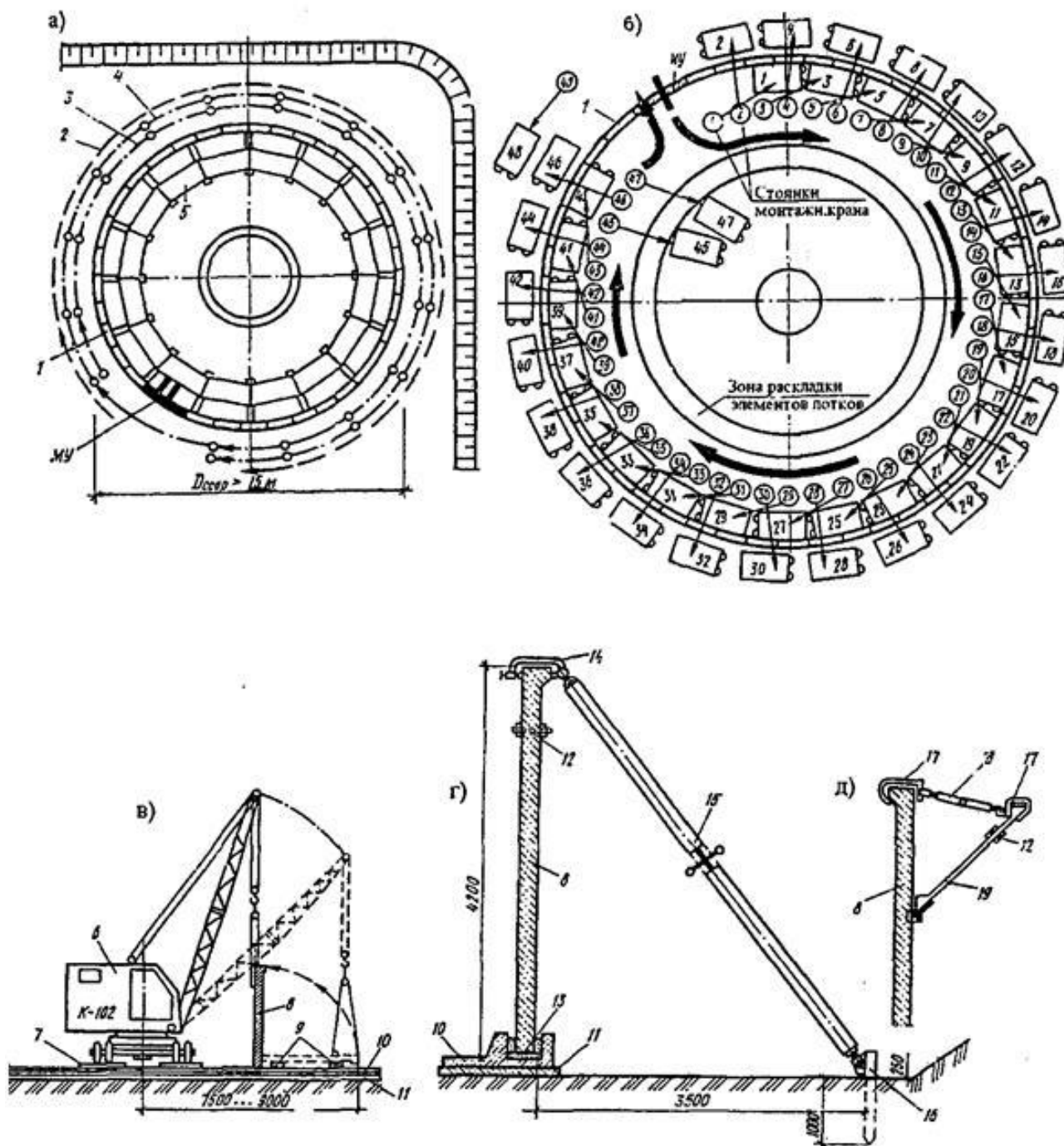


Рис. 5.3. Схема монтажа радиальных отстойников

1 – места установки панелей, 2 – ось движения транспорта, 3 – то же, крана при монтаже панелей, 4 – то же, кронштейнов и лотков, 5 – прямоугольный лоток, 6 – монтажный кран, 7 –

подкладные щиты, 8 – стеновые панели, 9 – подкладки, 10 – монолитное днище, 11 – бетонная подготовка, 12 – фиксатор, 13 – пазы в днище, 14 – трубка, 15 – подкос трубчатый со стяжным винтом, 16 – якорь из трубы, 17 – скобы, 18 – стяжная муфта (форкопф), 19 – угловой лоток (цифры на панелях и в кружках указывают места их раскладки и последовательность монтажа, МУ – монолитный участок)

Независимо от применяемых схем монтажа радиальных отстойников установку панелей и лотков начинают и завершают у монолитного участка, в котором сосредоточены три основных их элемента – стены, лотки и сливная камера с отводной трубой. При этом замоноличивание стыков панелей заканчивают бетонированием монолитного участка и сливной камеры. Поскольку радиальные отстойники строят чаще всего группами (по два, три и четыре), их целесообразно возводить единым потоком, принимая каждый из них за монтажный участок и предусмотрев максимальное совмещение процессов при равномерном и непрерывном выполнении работ одними и теми же исполнителями.

Монтаж метантенков, представляющих собой цилиндрические емкостные сооружения со стенами из типовых панелей, устанавливаемых в паз конусообразного днища, ведут раздельным кольцевым методом с передвижением крана вокруг монтируемого сооружения по берме котлована (рис. 5.4).

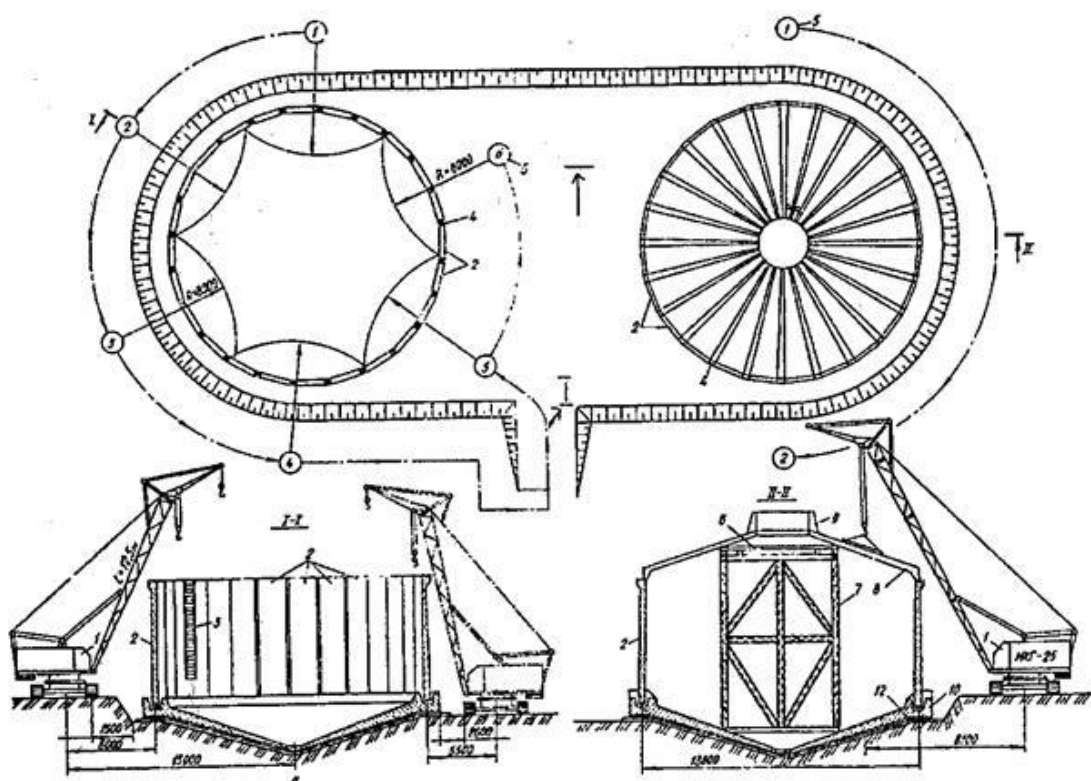


Рис. 5.4. Монтаж метантенков диаметром 18 м из типовых плоских панелей гусеничным краном: а – монтаж стеновых панелей, б – монтаж плит покрытия; 1 – монтажный кран, 2 – панели, 3 – инвентарная металлическая лестница, 4 – стыки между сборными конструкциями, 5 – стоянки кранов, 6 – деревянный настил, 7 – трубчатая инвентарная эстакада, 8 – плиты покрытия, 9 – опорное кольцо покрытия, 10 – монолитное днище метантенков с выступами для установки стеновых панелей

До начала монтажа стеновых панелей устраивают бетонную подготовку и монолитное днище метантенков с пазами. После выверки отметки паза и исправления дефектов переходят к установке стеновых панелей.

Произведя выверку стеновых панелей, их рихтовку и окончательное закрепление сваркой закладных деталей, переходят к монтажу плит покрытия, имеющих в плане трапециевидальную форму (рис. 5.4, II-II). Их монтируют тем же гусеничным краном с гуськом, но оборудованным стрелой 17,5 м. Для удобства монтажа в целях временного опирания плит в центре (до установки центрального опорного кольца) применяют специальную металлическую трубчатую инвентарную эстакаду с подмостями. Иногда вместо такой эстакады используют инвентарную трубчатую стойку с консольной опорой вверх. При этом, чтобы не произошло перекоса и возможного обрушения

плит их следует для более симметричного нагружения стойки устанавливать симметрично с двух сторон.

Монтаж башенных градирен. Пример смонтированной из сборных элементов градирни показан на рисунке 5.5, а.

При монтаже сборных железобетонных оболочек градирен разных очертаний на практике используют в основном следующие два способа работ: монтаж с помощью передвижной опалубки и сплошных инвентарных трубчатых лесов с применением подъемников для подачи материалов; монтаж с использованием подъемной опалубки без лесов с помощью центральной мачты с вращающимся горизонтальным подъемным мостом. Монтаж оболочки рассматриваемой градирни из трапециевидных ребристых панелей выполняется с применением инвентарного внутреннего кольца жесткости, составленного из однотипных шаблон-люлек. Кольцо жесткости для монтажа первого яруса плит составлено из 40 шаблон-люлек. К монтажу панелей оболочки приступают после установки и закрепления кольца жесткости. Каждая устанавливаемая краном панель верхней своей частью опирается на шаблон-люльку и приваривается в четырех точках к установленным ранее панелям, после чего снимается с крюков крана. Окончательную заделку стыков изнутри проводят с помощью навесных лестниц, а снаружи – с навесных люлек.

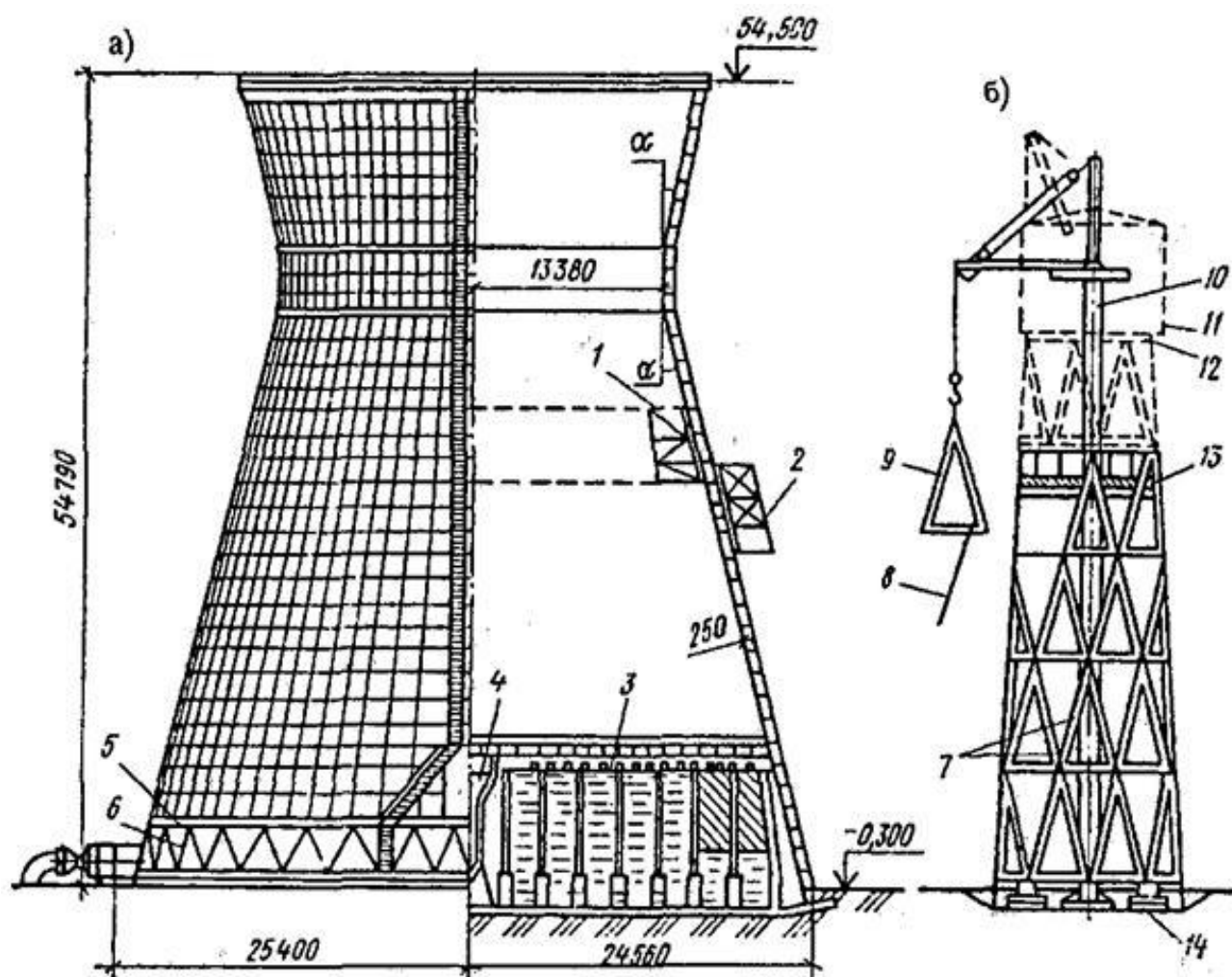


Рис. 5.5. Монтаж градирни (а) и водонапорной башни (б)

1, 2 – внутренняя и наружная шаблоны-люльки, 3 – ороситель, 4 – распределительный резервуар, 5 – монолитный пояс, 6 – раскосные стойки, 7 – треугольные элементы опоры башни, 8 – оттяжка, 9 – поднимаемый треугольный элемент, 10 – монтажный кран-укосина, 11 – металлический резервуар, 12 – элементы горизонтальной площадки, 13 – кольцевой шаблон-подмости, 14 – фундамент

Монтаж водонапорных башен часто ведут из железобетонных треугольных элементов (рис. 5.5, б), монтируемых кольцевыми рядами и образующих после установки многоярусную сетчатую оболочку. Нижние треугольные элементы при монтаже раздвигают в узлах на заданный проектом размер; в каждом последующем ярусе этот размер уменьшают, в результате чего обеспечивается коническая форма ствола башни. Соединяют такие элементы сваркой закладных деталей, затем замоноличивают. Верхний ярус

установленных элементов перекрывают железобетонными вкладышами, на которые опирается резервуар башни. Устойчивость каждого треугольного элемента в процессе монтажа обеспечивают применением кольцевого шаблона.

6 ВОЗВЕДЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Первым этапом устройства любых емкостных сооружений систем водоснабжения и водоотведения является устройство монолитного днища. К бетонированию днищ резервуаров и других емкостных сооружений (независимо от формы в плане) приступают после устройства щебеночной и бетонной подготовки.

6.1 Устройство щебеночной и бетонной подготовки

Способы и схемы выполнения этих процессов выбирают в зависимости от общих габаритов сооружения в плане, плотности грунта в основании и наличия грунтовых вод. При плотных грунтах основания щебень и бетон в котлован доставляют автосамосвалами непосредственно в рабочую зону (рис. 6.1, а) и разравнивают его специальными разравнивателями, смонтированными на экскаваторе. В слабых грунтах, когда заезд в котлован невозможен или размеры сооружения в плане невелики, для подачи щебня и бетонной смеси применяют виброжелоба, загружаемые непосредственно из самосвалов (рис. 6.1, б). Бетон также подают стреловыми кранами в бадьях, загружаемых смесью на заводе и доставляемых в автомобилях (рис. 6.1, в) или на объекте с доставкой смеси автосамосвалами. Используют для этих целей и ленточные бетоноукладчики (рис. 6.1, г – е). Бетоноукладчиком, передвигающимся по берме котлована, подают смесь на полосу шириной до 20 м с каждой стороны, разравнивают и уплотняют ее. Бетонную подготовку

сооружений больших площадей (под горизонтальные отстойники, аэротенки и др.) устраивают с помощью автобетоноукладчиков или автобетононасосов (рис. 6.1, в), работающих с бермы котлована и укладывающих бетонную смесь в подготовку полосами шириной по 5...6 м.

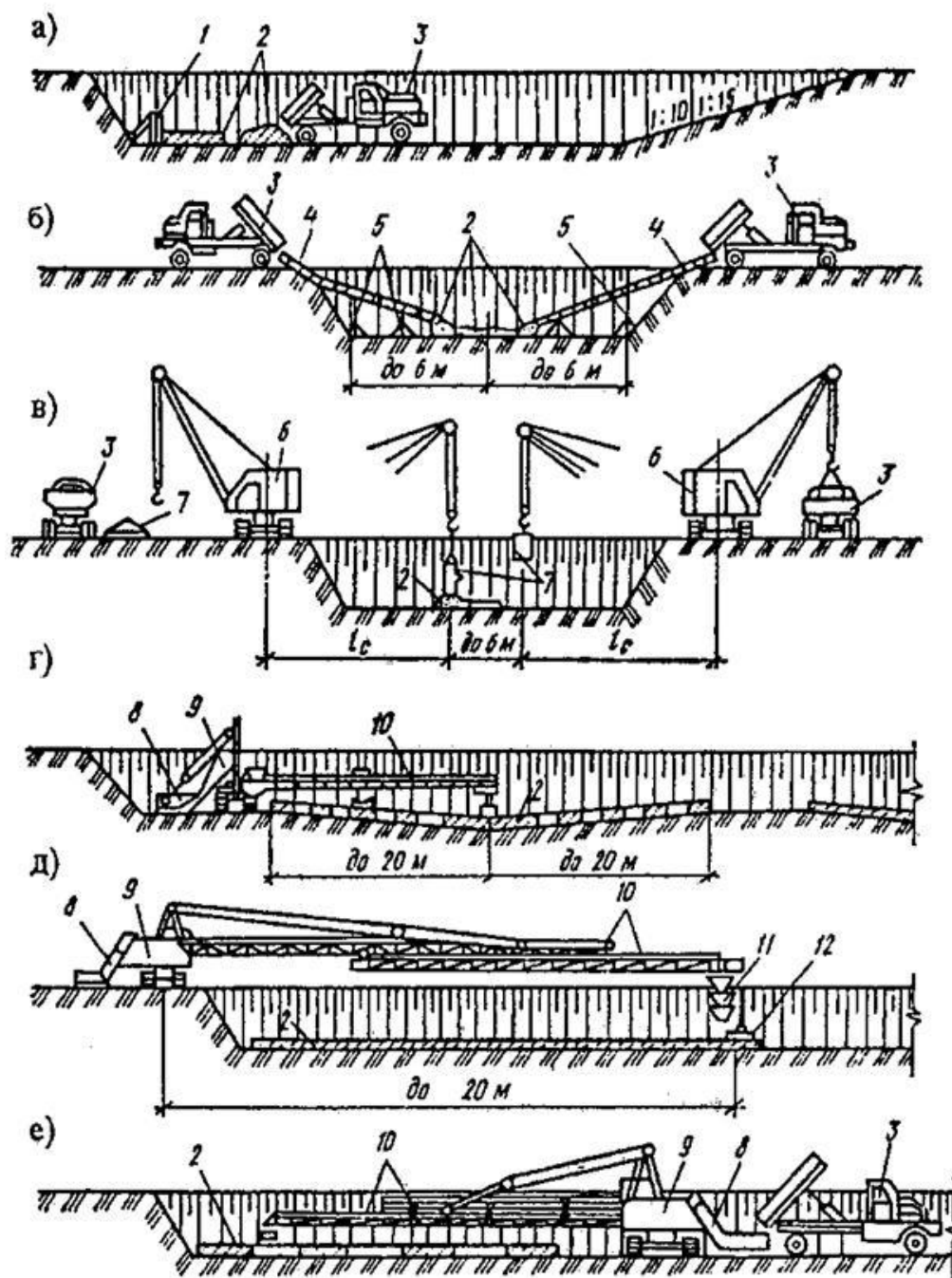


Рис. 6.1. Схема устройства щебеночной и бетонной подготовки под днище емкостных сооружений: 1 – опалубка, 2 – щебень или бетонная смесь, 3 – автосамосвал, 4 – виброжелоб, 5 – опоры, 6 – кран, 7 – бадьи, 8 – скиповой подъемник, 9 – бетоноукладчик, 10 – конвейер, 11 – хобот, 12 – вибратор

При устройстве бетонных подготовок (как затем и бетонного днища) применяют бетононасосные установки производительностью 5...40 м³/ч с радиусом действия до 300 м. Смесь такой установкой укладывают отдельными полосами шириной 6 м, параллельно одной из сторон сооружения или «в елочку» (рис. 6.2, а). Однако более эффективным для устройства подготовки (как и днища) является применение автобетононасосов с трубчатой сочлененной стрелой (рис. 6.2, б), с одной стоянки можно укладывать смесь на площади радиусом до 18 м. В цилиндрических сооружениях полосы бетонирования разграничивают по хордам основания последовательно или через одну (рис. 6.2, в).

6.2 Бетонирование днища

Перед бетонированием днища устраивают выравнивающую цементную стяжку и гидроизоляцию, после чего укладывают защитную стяжку, устанавливают опалубку, раскладывают арматуру и укладывают бетон в днище. Защитную стяжку поверх гидроизоляционного покрытия устраивают из цементно-песчаного раствора толщиной 2,5...3 см или асфальта толщиной до 5 см. Уплотняют цементную стяжку виброрейками по маячным рейкам, укладываемым на расстоянии 2...3 м одна от другой, а асфальтовую – поверхностными вибраторами или легкими катками.

Опалубка днища обычно включает в себя опалубку по наружному периметру днища, при сборных стенах сооружений опалубку пазов – гнезд (рис. 6.2, г) и опалубку прямков. Опалубку устраивают из заранее изготовленных щитов или отдельных опалубочных блоков, что особенно целесообразно при сложной форме днища сооружений.

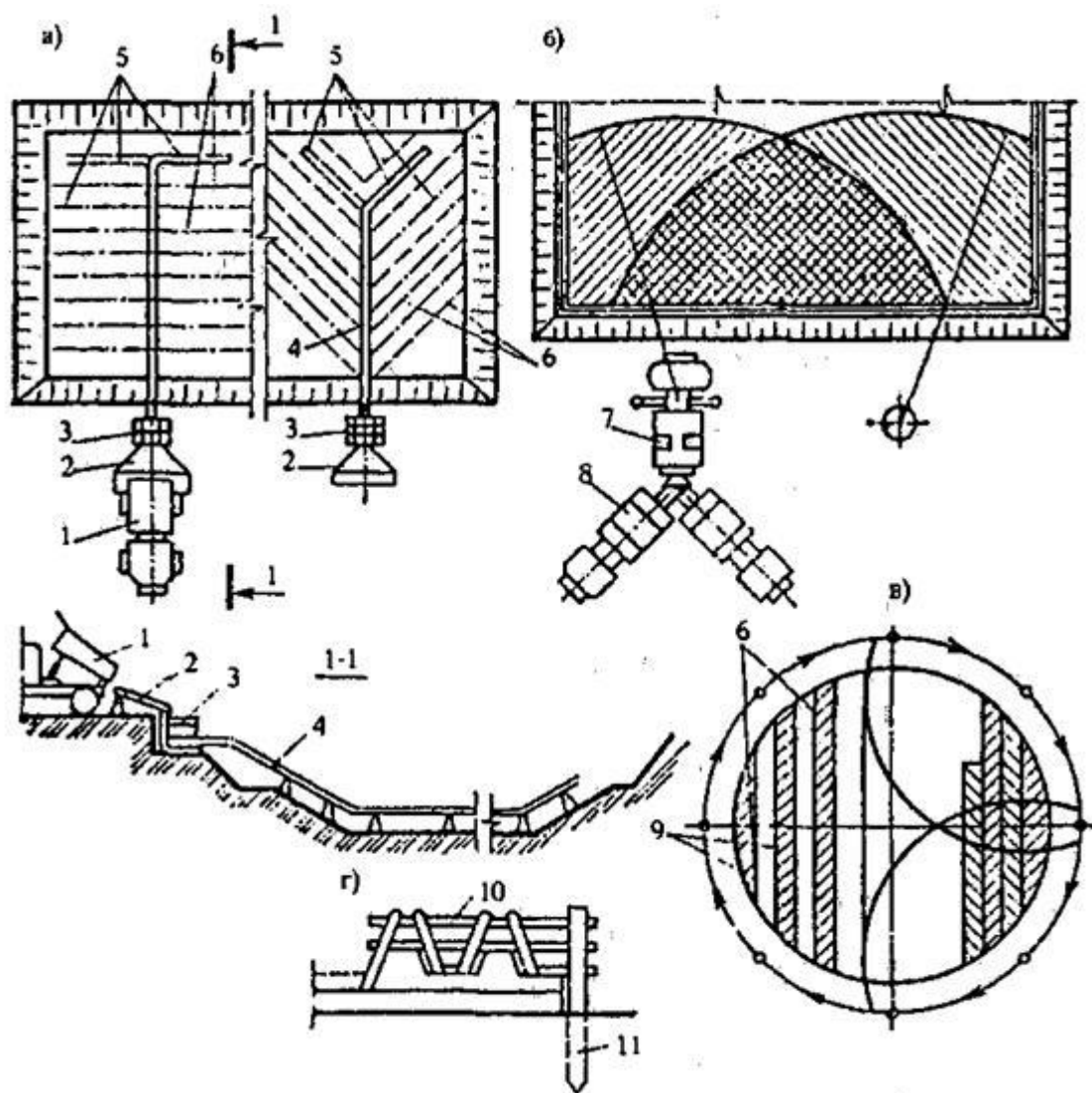


Рис. 6.2. Схема укладки бетонной смеси бетононасосами и устройства опалубки днища:

1 – автосамосвал, 2 – вибробункер, 3 – бетононасос, 4 – бетоновод, 5 – места укладки бетоноводов в процессе бетонирования, 6 – рабочие швы в бетоне, 7 – автобетононасос, 8 – автобетономеситель, 9 – забетонированные полосы, 10 – ригель, 11 – свая

Арматуру днища монтируют из арматурных сеток, каркасов или отдельных стержней. В цилиндрических сооружениях днища делят concentricкими окружностями, которые затем дополнительно делят на секторы трапециевидальной формы (рис. 6.3, а). По размерам этих секторов изготавливают арматурные каркасы, размеры которых соответствуют габаритам транспортных средств. Для армирования днища используют также арматурные сетки из стержней диаметром 5...8 мм (в зависимости от размера днища сооружения), которые свертывают в рулоны. На объекте рулоны разворачивают, вытягивают и укладывают в проектное положение. Для

прямоугольных сооружений применяют арматурные сетки и каркасы размерами, кратными размерам секций или захваток (рис. 6.3, б). В прямоугольных сооружениях небольших размеров раздельная установка опалубки, арматуры и укладка бетонной смеси последовательными потоками часто бывает затруднительна. Поэтому в таких случаях эти процессы выполняют одним потоком с применением одного или двух кранов, передвигающихся по уложенным деревянным щитам или железобетонным плитам (рис. 6.3, в). Работы при этом ведут последовательными полосами или чаще через полосу (рис. 6.3, г). За первый проход краном укладывают арматурные сетки или каркасы для полосы шириной 2...4 м, а за второй – бетонную смесь. При движении крана в обратном направлении перекладывают дорожные плиты в новое положение (для бетонирования следующей полосы) и одновременно переставляют опалубку с первой полосы на вторую или устанавливают ее заново.

Укладка бетона в днище возможна различными способами и, в частности, теми же, что и бетонирование подготовки (рис. 6.1, 6.2). Однако производство бетонных работ при этом усложняется наличием арматуры, когда укладывать смесь в днище непосредственно из транспортных средств невозможно, и поэтому применяют дистанционные способы с использованием виброжелобов, бадей, а также бетононасосных установок. Пример устройства днища с подачей бетона бадьями приведен на рисунке 9.3.

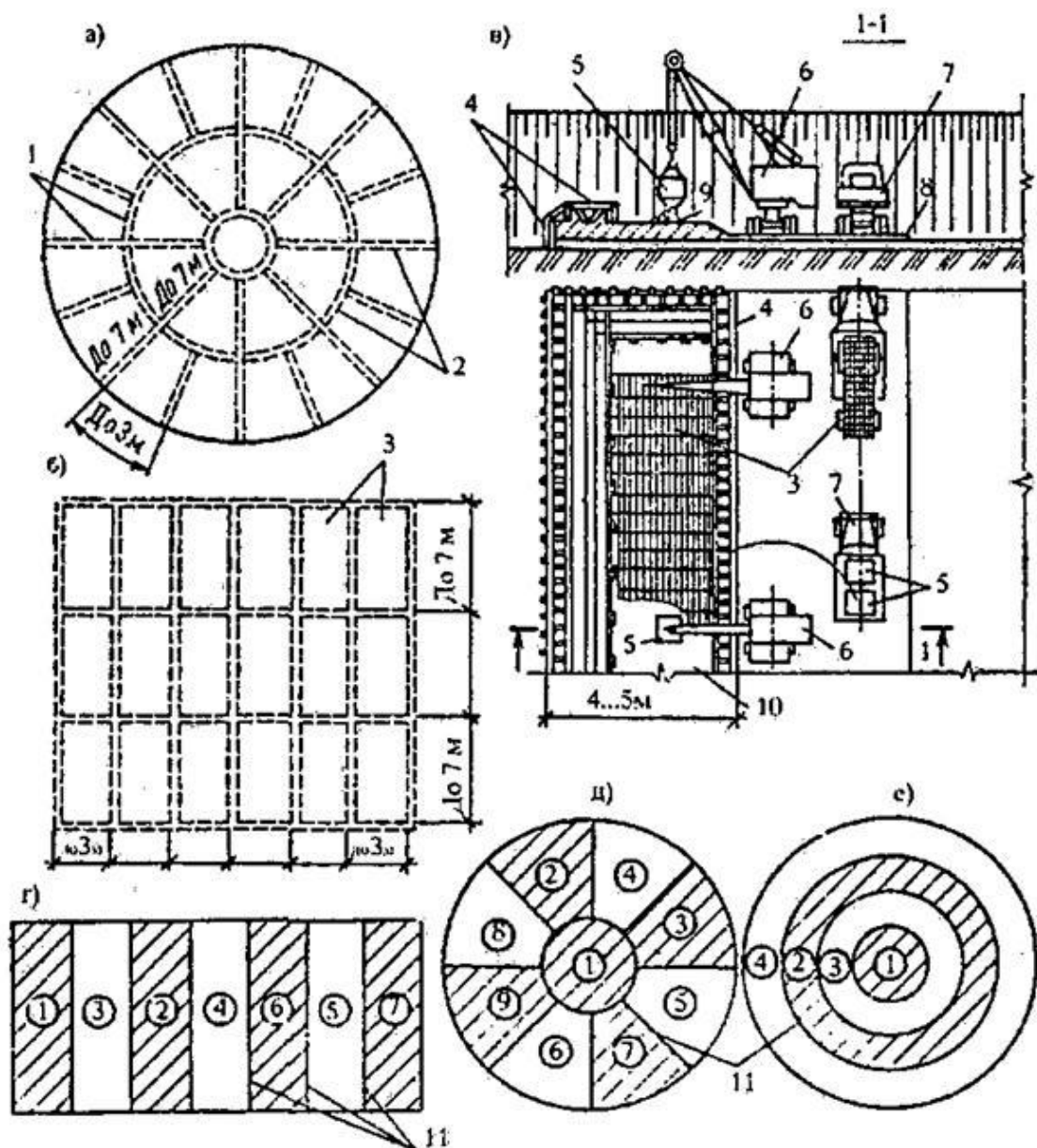


Рис. 6.3. Схема организации бетонных работ при устройстве дна емкостных сооружений:

1 – контуры каркасов, 2 – нахлестка арматурных каркасов, 3 – сетки в виде рулонов, 4 – опалубка, 5 – бадьи, 6 – кран, 7 – автомобили, доставляющие арматурные каркасы и бадьи с бетоном, 8 – временный настил для проезда кранов и транспорта, 9 – укладка бетона, 10 – забетонированное дно, 11 – рабочие швы, места установки опалубочных досок (цифры в кружках указывают последовательность бетонирования)

Как и при устройстве подготовки, при бетонировании дна бетононасосными установками требуются частые перекладки бетоноводов, что в целом снижает эффективность этого способа. Поэтому более эффективным для бетонирования дна является применение конвейерных бетоноукладчиков (рис. 6.1, г, д, е). Двигаясь по берме котлована, они укладывают смесь в дно полосой до 20 м с каждой стороны. При

бетонировании днищ больших размеров (горизонтальных отстойников, аэротенков и др.) применяют схемы работ с передвижением бетоноукладчика по дну котлована и с укладкой смеси полосами шириной 5...6 м при общей ширине захватки до 20 м (рис. 6.1, е). Для бетонирования днища эффективно также применение автобетоноукладчиков. Стрелы таких полноповоротных бетоноукладчиков, состоящие из двух или трех секций (звеньев), соединенных шарнирно между собой, позволяют подавать смесь в любую точку в пределах радиуса действия стрелы. Применение их является весьма эффективным, так как не требуется заезд на днище машин и механизмов и прокладка бетоноводов.

Для эффективной организации процесса укладки смеси в днище его разбивают на полосы бетонирования с соответствующей установкой опалубки и укладки арматуры, с соблюдением последовательности поточного выполнения процессов на захватках. При относительно малых размерах сооружений до 28...30 м (прямоугольных или цилиндрических в плане) смесь укладывают полосами или концентрическими кольцами шириной 2...4 м последовательно и непрерывно до полного завершения. При больших размерах сооружений в плане укладку ведут через полосу (рис. 6.3, г, е) с последующим заполнением оставленных промежутков. Бетонирование днищ больших размеров в плане ведут совмещенным способом при перемещении машины, выполняющей процессы, на днище по специально выстилаемым деревянным щитам или железобетонным плитам – ходам-проездам. При этом работы выполняют последовательными полосами, укладывая одновременно арматуру и бетонную смесь (рис. 6.3, в), причем в первый проход крана укладывают арматурные сетки и каркасы для полосы шириной 3...4 м, а во второй – смесь. При устройстве бетонных подготовок и днищ емкостных сооружений перспективными являются установки для пневмонабрызга бетонной смеси. При этом по шлангам с помощью сжатого воздуха подают сухую бетонную смесь, которую на выходе из концевой сопла смешивают с водой. Бетонная смесь выбрасывается с большой скоростью (до 120 м/ч.),

благодаря чему образуется при укладке очень плотный слой бетона, не требующий дополнительного уплотнения. Для выполнения набрызг-бетонных работ применяют специальный комплект машин, главной из которых является бетон-шприц-машина.

При бетонировании днищ цилиндрических сооружений вначале устраивают бетонные выступы, необходимые для установки стеновых панелей, а затем бетонируют днище. При этом, выгрузив смесь в скип бетоноукладчика и перегрузив ее в бункер, транспортером подают смесь в опалубку выступов. Заполнив участок опалубки до необходимого уровня, подачу смеси прекращают и приступают к ее уплотнению. В заключение заглаживают открытые поверхности выступов стальными гладилками. Днище радиального отстойника бетонируют с помощью бетоноукладчика, транспортером которого смесь подают к месту укладки, где разравнивают до получения ровного слоя на 3...5 мм выше бетонных маяков. Уплотняют бетон днища поверхностным вибратором.

Наиболее трудоемким при возведении монолитных емкостных сооружений (резервуаров, отстойников, фильтров, аэротенков и др.) является бетонирование их стен, имеющих часто переменную толщину (200...500 мм) и высоту (до 5...7 м).

6.3 Бетонирование стен емкостных сооружений в щитовой опалубке

При возведении емкостных водопроводных сооружений из монолитного бетона процесс бетонирования их стен с необходимостью обеспечения герметичности (водонепроницаемости) емкости за счет достижения достаточной плотности бетона в конструкциях, что обеспечивается непрерывным бетонированием стен, т. е. при укладке слоев бетонной смеси с интервалами, не превышающими срока их схватывания.

При бетонировании стен в щитовой переставной или стационарной опалубке (рис. 6.4) их делят на ярусы бетонирования высотой 1...1,2 м и блоки

бетонирования (рис. 6.4, б, д), устанавливают опалубку с внутренней или наружной стороны и арматурный каркас на всю высоту сооружения.

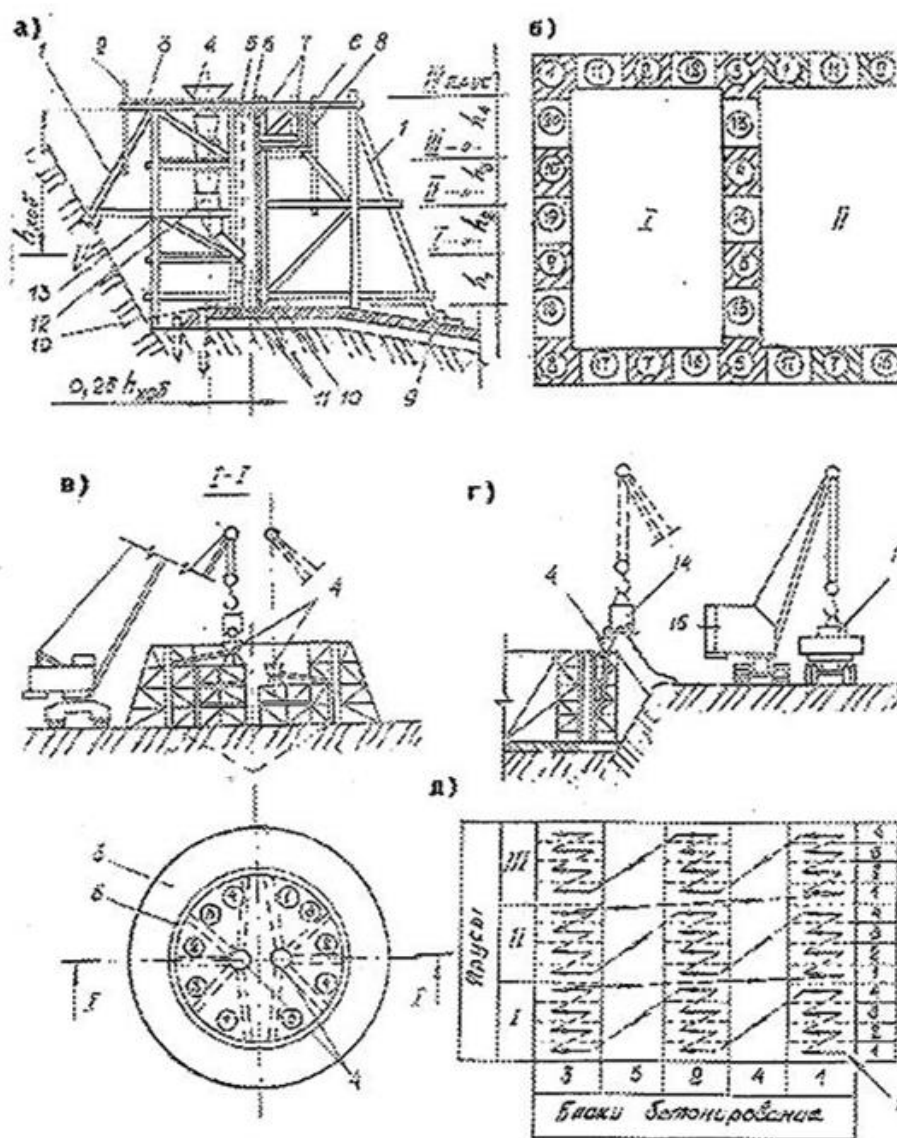


Рис. 6.4. Бетонирование стен емкостных сооружений в щитовой опалубке:

а – общая схема бетонирования стены и разбивка ее на ярусы, б – разбивка стен на захватки (римские цифры) и блоки бетонирования (арабские цифры), в, г – подача бетонной смеси бадьями с помощью крана, д – последовательность установки опалубки и укладки бетона; 1 – подкос, 2 – ограждение, 3 – рабочий настил, 4 – приемный бункер, 5 – границы щитов опалубки, 6 – бетонизируемые конструкции, 7, 8 – опалубка лотка и ее каркас, 9 – упор, 10 – прижимная доска, 11 – ребра жесткости, 12 – хобот звеньевой, 13 – опора подмостей, 14 – вибробадья, 15 – кран (цифрам в кружках указана последовательность бетонирования стен; $h_1 - h_4$ – высоты ярусов)

Далее, установив на высоту одного яруса опалубку, с другой стороны стены укладывают бетонную смесь (рис. 6.4, в, г), а затем, наращивая

опалубку, укладывают ее во все остальные ярусы. Смесь укладывают слоями 20...25 см с интервалами, не превышающими 1,5...2 часа (в соответствии с временем ее схватывания). Процесс укладки смеси при этом чередуется с процессом наращивания опалубки (рис. 6.4, д).

Такой порядок бетонирования применим для сооружений, не имеющих покрытий (аэротенки, радиальные отстойники, фильтры и др.) В сооружениях с покрытиями (резервуары чистой воды и др.) перед бетонированием наружных стен возводят монолитные (или сборные) железобетонные конструкции внутри сооружения - колонны, перегородки и опирающуюся на них часть покрытия.

Для подачи и укладки бетонной смеси в опалубку стен могут использоваться, как монтажные краны, так и автобетононасосы (АБН) с шарнирно-сочлененной стрелой, что облегчает и ускоряет бетонирование стен.

6.4 Бетонирование стен в катучей и горизонтально скользящей опалубке

Основным недостатком применения щитовой опалубки для бетонирования стен сооружений является необходимость перерывов (для набора смесью распалубочной прочности), что замедляет темпы бетонных работ и повышает их трудоемкость. Поэтому более эффективной является горизонтально-скользящая опалубка, сконструированная в виде инвентарного передвигающегося по рельсам агрегата (рис. 9.5, а), позволяющей непрерывно бетонировать стены сооружений в процессе поступательного движения опалубки. Такая опалубка представляет собой агрегат непрерывного действия, который формирует стены, заменяет леса и подмости и одновременно служит постоянным рабочим местом для бетонщиков. Конструкция его позволяет производить перемещение опалубочных щитов вдоль оси стены, поднимать щиты для поярусного ее бетонирования, регулировать уклон ее поверхности и

отделять щиты от бетона с последующей установкой их в новое проектное положение.

6.5 Бетонирование стен прямоугольных сооружений

Перед бетонированием горизонтально-скользящую опалубку приводят в рабочее положение, щиты опалубки устанавливают в проектное положение.

Технологическая схема бетонирования стен отстойника в горизонтально-скользящей опалубке приведена на рисунке 6.5. Для бетонирования применяют малоподвижные бетонные смеси с осадкой конуса 0...2 см при водоцементном отношении $B / Ц = 0,45...0,55$. Бетонирование стен ведут поярусно в непрерывно скользящих щитах. При этом высота первого яруса равна высоте опалубочных щитов. Смесь в опалубке уплотняют вибраторами, установленными на щитах. Скорости передвижения агрегата опалубки, зависит от сроков достижения минимальной прочности бетона, достаточной для освобождения его из опалубки. Обычно она принимается 4...8 м/ч, а при использовании ускорителей твердения бетона – до 10...12 м/ч.

Бетонирование стен цилиндрических сооружений осуществляют в универсальной горизонтально-скользящей опалубке. Рельсовый путь для передвижения опалубки выгибают в соответствии с радиусом бетонируемой стены. При этом внутренний рельс укладывают и крепят к закладным деталям и штырям непосредственно на бетонном днище, а наружный – к деревянным шпалам. После бетонирования стены штыри креплений срезают, а рельсы вместе с подкладками демонтируют для повторного применения на другом сооружении.

После монтажа арматурных каркасов стены и подготовки рабочего шва у днища начинают поярусное бетонирование стены. Смесь укладывают непрерывно на всю высоту яруса. Причем верхний уровень укладываемой смеси должен быть ниже верха щитов на 5...7 см. Смесь уплотняют наружными или внутренними вибраторами. Скорость передвижения агрегата,

опалубки в процессе бетонирования (время выдерживания бетона в опалубочных щитах) принимают такой, чтобы прочность бетона, выходящего из опалубки, составляла не менее 0,1 МПа.

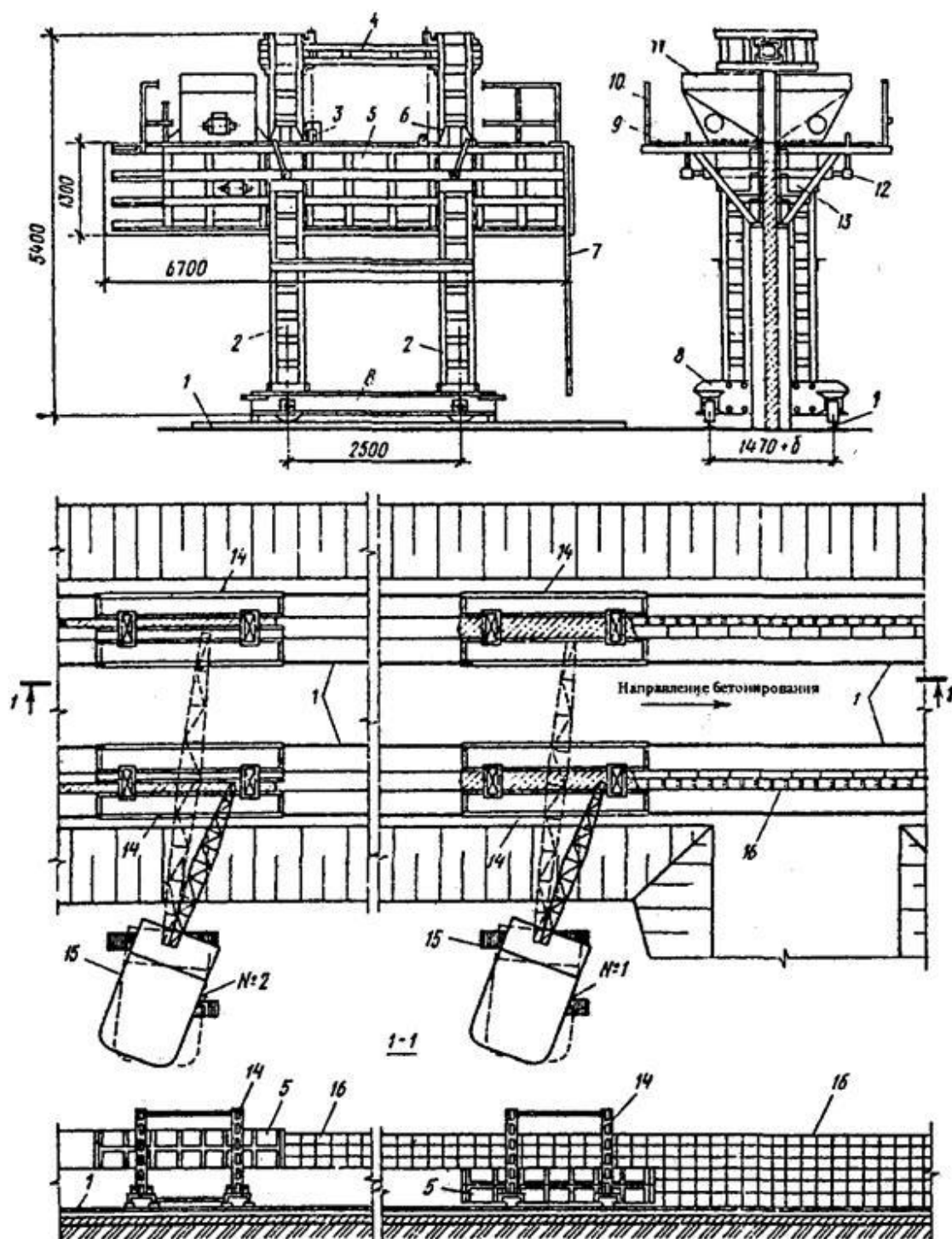


Рис. 6.5. Бетонирование стен прямоугольных отстойников с помощью горизонтально-скользящей опалубки:

а – схема опалубки, б – технологическая схема бетонирования стен; 1 – рельсовый путь, 2 – стойка, 3 – лебедка подъема щитов, 4 – балка, 5 – щиты опалубки, 6 – фиксаторы, 7 – лестница,

8 – тележка опалубки, 9 – рабочий настил, 10 - ограждение, 11 – бункер, 12 – прижимное устройство, 13 – ползуны, 14 – агрегаты опалубки, 15 – краны, 16 – арматурные сетки

6.6 Бетонирование стен стволов круглых водонапорных башен

Процесс бетонирования стен в подъемно-переставной опалубке представлен на рисунке 6.6, а. Опалубку переставляют вверх по мере бетонирования с помощью специальной подъемной головки на каркасе шахтного подъемника после того, как бетон приобретает прочность, достаточную для распалубливания. При подъеме опалубку переставляют поярусно отдельными щитами. Опорной конструкцией опалубки служит шахтный подъемник, устанавливаемый в центре ствола. Стены башен высотой более 15 м и толщиной более 120 мм при постоянном поперечном сечении сооружения в плане можно возводить в скользящей опалубке (рис. 6.6, б). По мере бетонирования стен опалубку поднимают с помощью гидравлических или электрических домкратов, установленных по периметру опалубки на стержнях через 1,5...2 м. Арматуру и бетонную смесь для возведения стен подают вверх с помощью шахтного подъемника. Стены башен постоянного сечения возводят в скользящих опалубках, а стены с наклоном (с конусностью) – в подъемно-переставных.

Для возведения стен стволов башен также применяется вертикально-скользящая опалубка, не требующая для своего подъема специальных домкратных стержней. Подъем такой опалубки (рис. 6.6, в) обеспечивают специальным устройством для опирания на ранее отформованную часть бетонной стены путем двустороннего ее обжатия выдвижными или самозаклинивающимися звеньями. Движение опалубки по вертикали осуществляют с помощью двухсекционного подъемного механизма шагающего действия. Звенья опорно-подъемного устройства расположены на расстоянии 6...6,5 м друг от друга и соединяются кружалами, к которым крепятся блоки щитов опалубки. В процессе возведения стен опалубку

удерживают с помощью наружной опорной рамы, а щиты опалубки вместе с кружалами поднимают вверх с помощью ригеля подъемной рамы, винта и привода. С помощью этой опалубки можно возводить стены как постоянного, так и переменного поперечного сечения в плане, в том числе конических и сооружений двойкой кривизны, изменяя площадь щитов опалубки и угол наклона. Укладку бетонной смеси ведут непрерывно и послойно (толщина слоя не менее 25 см) по всему периметру стен. Щиты опалубки поднимают со скоростью 0,3 м/ч и с шагом 0,8 м.

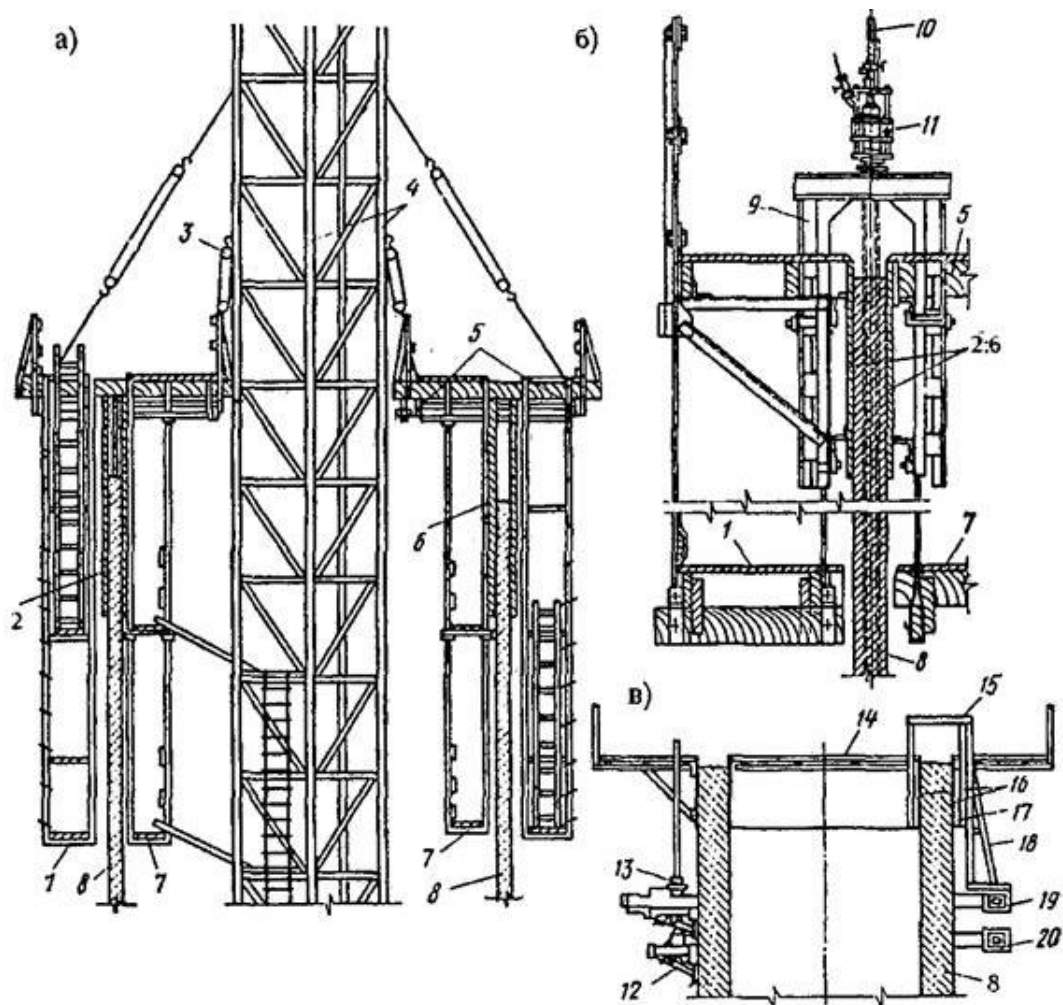


Рис. 6.6. Бетонирование стен ствола водонапорной башни:

1, 7 – наружные и внутренние подвесные подмости, 2, 6 – щиты наружной и внутренней опалубки, 3 – ручные тали для подъема опалубки, 4 – шахтоподъемник, 5 – опорная кольцевая ферма с рабочей площадкой, 8 – стены возводимого сооружения, 9 – домкратная рама, 10 – домкратный стержень, 11 – домкрат, 12 – цанговые зажимы, 13 – винтовые подъемники, 14 – рабочая площадка, 15 – П-образные рамы, 16 – щиты внутренней и наружной опалубки, 17 – кружала, 18 – опорные стойки, 19, 20 – верхние и нижние опорные кольца

Бетонирование оболочек градирен осуществляют с помощью специального двухконсольного крана (рис. 6.7, а), состоящего из центральной мачты и подъемного моста с телескопическим устройством, позволяющим изменять его длину. В конце моста с двух сторон расположены подмости-люльки шарнирной конструкции длиной 8 м. По мере возведения оболочки, люлькам придают положение, соответствующее наклону стен. Башню агрегата перед бетонированием очередного яруса подращивают путем установки вставки на высоту 1,2 м (соответственно высоте щита).

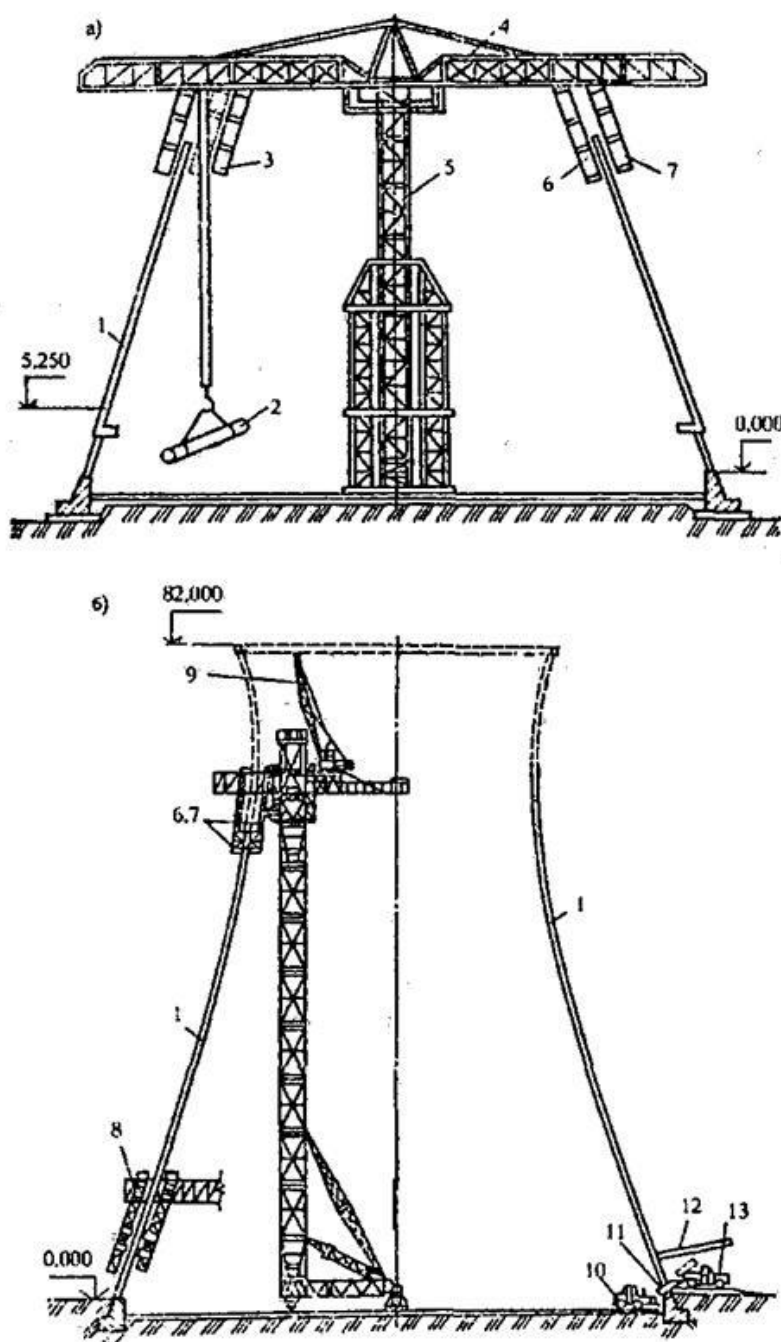


Рис. 6.7. Способы бетонирования градирен:

1 – оболочка (стенка) градирни, 2 – подача арматуры, 3 – положение внутренней люльки при подаче арматуры, 4 – стрела (консоль) крана, 5 – башня агрегата (крана), 6, 7 – соответственно внутренняя и наружная люльки, 8 – положение консоли крана и подвесных люлек при бетонировании нижних ярусов оболочки, 9 – стреловой кран, 10 – автопогрузчик, 11 – вибробункер, 12 – навес, 13 – автосамосвал

На схеме (рис. 6.7, б) показан пример бетонирования оболочки градирни специальным одноконсольным краном, оборудованным подвесными подмостями-люльками для производства бетонных работ на высоте. Основание башни крана опирается на тележки для перемещения его по кольцевому пути.

Оболочку градирни бетонируют также в подъемно-переставной опалубке с применением двухконсольного башенного агрегата на двух противоположных захватках (рис. 6.8, а).

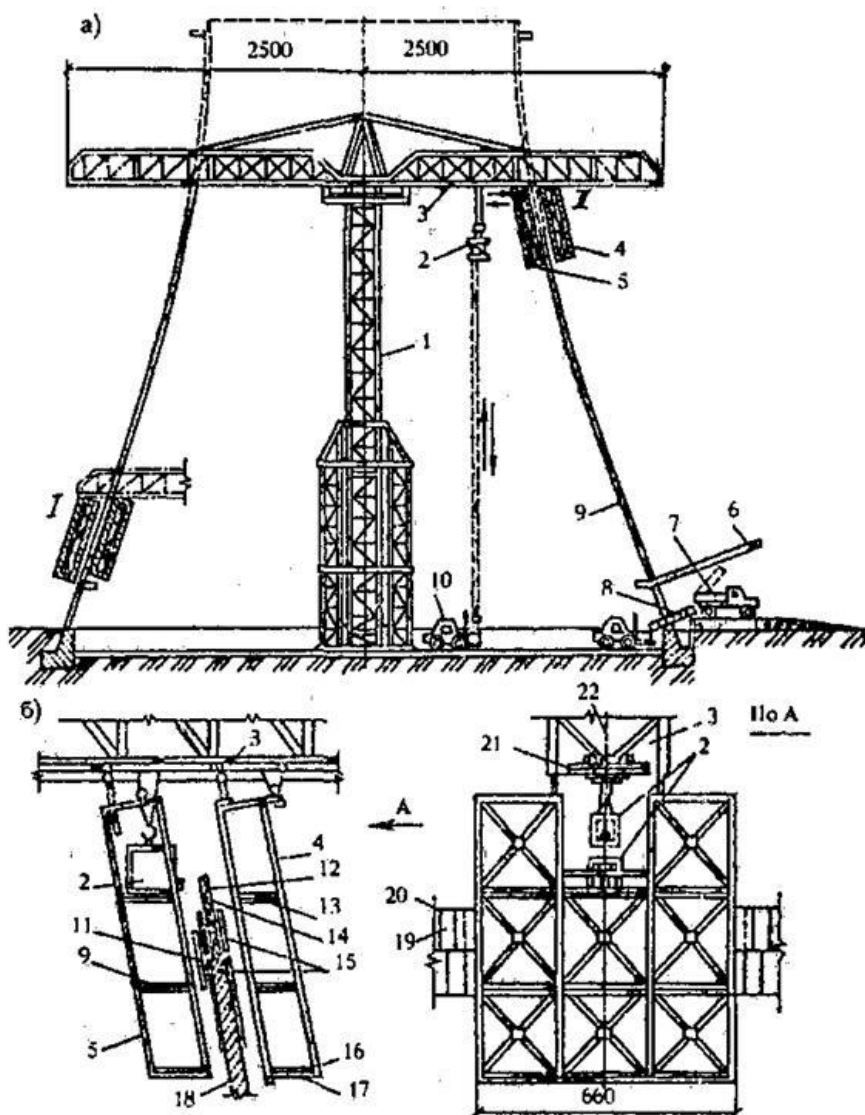


Рис. 6.8. Схема бетонирования оболочки градирен с применением двухконсольного крана:
I, II – положение люлек соответственно при бетонировании нижних и верхних поясов; 1 – башня крана, 2 – вибробадья, 3 – стрела, 4, 5 – наружная и внутренняя люлька, 6 – защитный навес, 7 – автосамосвал, 8 – вибробункер, 9 – средний настил, 10 – автопогрузчик, 11 – направляющая штанга, 12 – лоток, 13 – верхний настил, 14 – армокаркас, 15 – щиты опалубки, 16 – нижний настил, 17 – прогоны настила, 18 – оболочка градирни, 19 – бетонизируемый ярус, 20 – верх щитов опалубки, 21 – грузовая каретка, 22 – ось стрелы крана

Стену бетонировать ярусами высотой 1,25 м. Симметрично расположенные стрелы крана снабжены подвесными подмостями-люльками для производства бетонных работ на высоте (рис. 6.8, б). Каждый ярус оболочки бетонировать горизонтальными слоями толщиной 25 см захватками длиной, равной длине люльки (7...8 м). Каждый слой перекрывают до начала схватывания бетона в нижележащем слое, учитывая время бетонирования одного слоя. После окончания бетонирования оболочки и ее твердения торкретируют внутреннюю поверхность оболочки. Торкрет наносят двумя-тремя слоями при общей их толщине до 30 мм. Каждый последующий слой наносят после схватывания предыдущего. Сопло направляют перпендикулярно торкретируемой поверхности.

6.7 Возведение монолитных сооружений водоснабжения и водоотведения в скользящей и катучей опалубке

Основным недостатком применения катучей опалубки для бетонирования стен сооружений является необходимость перерывов (для набора смесью распалубочной прочности), что замедляет темпы бетонных работ и повышает их трудоемкость. Поэтому более эффективной является горизонтально скользящая опалубка, сконструированная в виде инвентарного передвигающегося по рельсам агрегата, позволяющей непрерывно бетонировать стены сооружений в процессе поступательного движения опалубки. Такая опалубка представляет собой агрегат непрерывного действия,

который формирует стены, заменяет леса и подмости и одновременно служит постоянным рабочим местом для бетонщиков. Конструкция его позволяет производить перемещение опалубочных щитов вдоль оси стены, поднимать щиты для поярусного ее бетонирования, регулировать уклон ее поверхности и отделять щиты от бетона с последующей установкой их в новое проектное положение. В основу технологии и конструкции горизонтально скользящей опалубки положены принципы непрерывности и поточности процесса бетонирования стены горизонтальными ярусами в непрерывно скользящих щитах. С помощью агрегата опалубки можно бетонировать стены прямоугольных сооружений практически любой длины. В последние годы разработана и внедрена новая конструкция самоходной универсальной горизонтально скользящей опалубки, пригодной для возведения стен как прямоугольных, так и цилиндрических сооружений при радиусах кривизны 9...48 м и высоте стен до 8 м. Специфической особенностью этой опалубки является применение щитов криволинейной формы, а также криволинейных рельсовых путей. Бетонирование стен прямоугольных сооружений. Перед бетонированием горизонтально скользящую опалубку приводят в рабочее положение, щиты опалубки устанавливают в соответствии с проектом. Для бетонирования применяют малоподвижные бетонные смеси с осадкой конуса 0...2 см при водоцементном отношении $B / Ц = 0,45...0,55$. Бетонирование стен ведут поярусно в непрерывно скользящих щитах. При этом высота первого яруса равна высоте опалубочных щитов. Смесь в опалубке уплотняют вибраторами, установленными на щитах. Необходимое качество монолитных стен при этом в значительной мере обеспечивается правильным выбором скорости передвижения агрегата опалубки, которая обуславливается сроком достижения минимальной прочности бетона, достаточной для освобождения его из опалубки. Обычно она принимается равной 4...8 м/ч, а при использовании ускорителей твердения бетона – до 10...12 м/ч.

Бетонирование стен цилиндрических сооружений осуществляется в универсальной горизонтально скользящей опалубке. Рельсовый путь для

передвижения опалубки выгибают в соответствии с радиусом бетонируемой стены. При этом внутренний рельс укладывают и крепят к закладным деталям и штырям непосредственно на бетонном днище, а наружный – к деревянным шпалам. После бетонирования стены штыри креплений срезают, а рельсы вместе с подкладками демонтируют для повторного применения на другом сооружении. Агрегат опалубки монтируют краном из отдельных укрупненных узлов. После монтажа арматурных каркасов стены и подготовки рабочего шва у днища начинают поярусное бетонирование стены. Смесь укладывают непрерывно на всю высоту яруса. Причем верхний уровень укладываемой смеси должен быть ниже верха щитов на 5...7 см. Смесь уплотняют наружными или внутренними вибраторами. Скорость передвижения агрегата, опалубки в процессе бетонирования (время выдерживания бетона в опалубочных щитах) принимают такой, чтобы прочность бетона, выходящего из опалубки, составляла не менее 0,1 МПа; ее определяют опытным путем. Завершив бетонирование стен сооружения, агрегат опалубки разбирают на укрупненные узлы и переставляют на рельсовые пути другого бетонируемого сооружения.

7 СВАРКА И ЗАМОНОЛИЧИВАНИЕ СТЫКОВ МЕЖДУ СБОРНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СООРУЖЕНИЙ, ИХ ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ

Эксплуатационная надежность и строительная прочность смонтированных конструкций сооружений в значительной мере зависят от качества сварки и замоноличивания стыков между элементами.

7.1 Сварка арматурных выпусков и закладных деталей

Наиболее распространенными видами сварочных соединений арматуры при монтаже железобетонных конструкций являются стыковые (соединение

стержней), крестовые (стержня со стержнем или с пластиной) и нахлесточные (пластина с пластиной). В условиях монтажа их чаще выполняют дуговой или термитной сваркой с принудительным или свободным формованием шва и применением электродной проволоки или штучных электродов. Выполняемые при монтаже емкостных сооружений сварные швы всех видов должны обеспечивать равнопрочное соединение стыкуемых элементов. Арматуру с закладными деталями панелей чаще всего соединяют ручной дуговой сваркой внахлестку двусторонним швом. Соединение стержней между собой выполняют также ручной дуговой сваркой, внахлестку, но односторонним швом. При сварке стержней разного диаметра длину, ширину и высоту швов принимают по меньшему из диаметров.

Защиту закладных деталей и арматурных выпусков от коррозии в процессе монтажа конструкций чаще всего выполняют методом газопламенного напыления не позднее чем через три дня после окончания сварочных работ. При более длительном перерыве на сварных соединениях появляются оксидные пленки, налеты ржавчины, удалять которые очень трудно. При газопламенном нанесении защитных покрытий используют порошки цинка или его пылевые отходы, а для нанесения комбинированных покрытий (лакокрасочных по металлическому подслою) – порошки полиэтилена и др. Перед нанесением покрытий поверхности зачищают до металлического блеска стальными щетками и удаляют сварочный шлак.

7.2 Технология замоноличивания стыков

В емкостных сооружениях ввиду повышенных требований в отношении прочности и водонепроницаемости надежное скрепление сборных элементов и качественная заделка (замоноличивание) их стыков имеют первостепенное значение. Для заделки стыков применяют бетонные смеси и растворы,

приготовленные на быстротвердеющих цементах или портландцементях марки не ниже 400. Растворные и бетонные смеси, подаваемые в стыки растворонасосами или пневмонагнетателями на расстояние более 40 м, должны удовлетворять специальным требованиям, обеспечивающим их транспортирование по трубам без образования пробок, должны иметь устойчивую структуру и не расслаиваться.

Замоноличивание стыков бетоном или раствором производят монтажники, ведущие установку конструкций, после выверки элементов, приемки сварных соединений и антикоррозийной защиты металлических деталей. Непосредственно перед замоноличиванием проверяют правильность и надежность установки опалубки, подмостей и других устройств и очищают стыкуемые поверхности. Подачу бетона или раствора производят механизированным способом путем их нагнетания бетоно- или растворонасосами. Иногда эти работы можно выполнять с использованием хоботов для подачи смеси и вибраторов для ее уплотнения. При механизированном способе стыки замоноличивают цементно-песчаным раствором марки 300 с подачей раствора под давлением в нижнюю зону стыка (рис. 7.1).

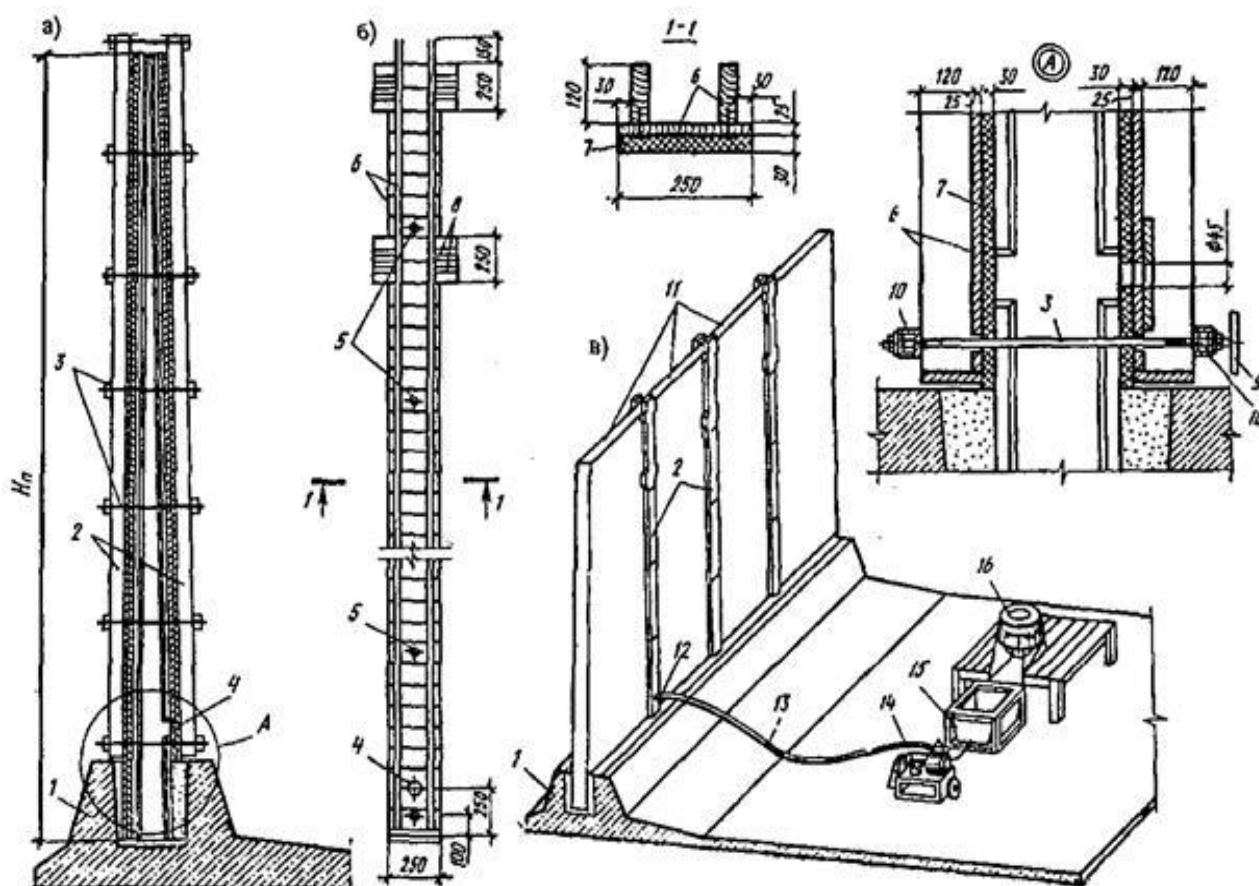


Рис. 7.1. Схемы замоноличивания стыков между стеновыми панелями и применяемые для этого устройства:

1 – паз монолитного днища, 2 – инвентарные опалубочные щиты, 3 – стяжные болты, 4 – отверстия для сопла, 5 – отверстия через 900...1200 мм для стяжных болтов, 6 – доски, 7 – резина пористая, 8 – подкос, 9 – ручка, 10 – уголок 50×50×5 мм (спаренные), 11 – стеновые панели, 12 – сопло, 13 – шланг, 14 – растворонасос, 15 – приемный бункер, 16 – смеситель

Герметичность стыка при этом обеспечивают применением специальной инвентарной щитовой опалубки с уплотнением ее резиной толщиной 30 мм (рис. 7.1, а, б). Перед установкой опалубки торцы панелей у стыков очищают от наплывов бетона. Опалубку в стыках крепят к панелям инвентарными болтами на расстоянии 0,9...1,2 м, причем один из болтов должен быть установлен ниже инъекционного отверстия. Каждый стык раствором заполняют в один прием, т. е. без перерыва в работе нагнетательной установки (рис. 7.1, в), до появления над верхней кромкой панелей раствора нормальной

консистенции. После извлечения сопла в инъекционное отверстие вставляют пробку.

Стяжные болты через 1...1,5 часа после заполнения стыка поворачивают, чтобы нарушить их сцепление с раствором, а через 3 часа извлекают и снимают опалубку. Отверстия от болтов зачеканивают жестким раствором на расширяющемся цементе или портландцементе. В жаркое время года поверхность стыков и прилегающие участки стен панелей увлажняют в течение 3 суток.

При замоноличивании стыков панелей, установленных в паз днища, вначале заделывают горизонтальные стыки между панелями и выступами паза днища (рис. 7.2, а), а затем вертикальные стыки между самими панелями. Выгрузив бетонную смесь в бадьи и подав ее к месту укладки, заделывают стыки панелей в пазу непосредственно из бадьи открытием секторного затвора. Смесь укладывают с обеих сторон панели по 15 см и уплотняют вибратором до появления на поверхности бетона цементного молока. Забетонировав пазы с обеих сторон, открытые поверхности бетона сверху заглаживают стальными гладилками. После достижения бетоном 50%-ной проектной прочности выбивают стальные клинья, а отверстия заделывают бетонной смесью.

Замоноличивание стыков ведут одновременно с монтажом панелей на параллельной захватке после временного крепления панели. Щиты опалубки для замоноличивания вертикальных стыков устанавливают краном (рис. 7.2, б) с подачей к стыку в полностью готовом виде. Комплект опалубки заводят щитами по обе стороны стыка и крепят ее к стыку панелей болтами. По достижении бетоном проектной прочности опалубку разбирают, для чего с помощью торцовых ключей ослабляют гайки на крепежных болтах вначале в нижней, а затем в верхней части опалубки, предварительно зацепив крюками

стропа ее за петли. Затем отрывают опалубку от замоноличенного стыка, одновременно медленно поднимая ее краном.

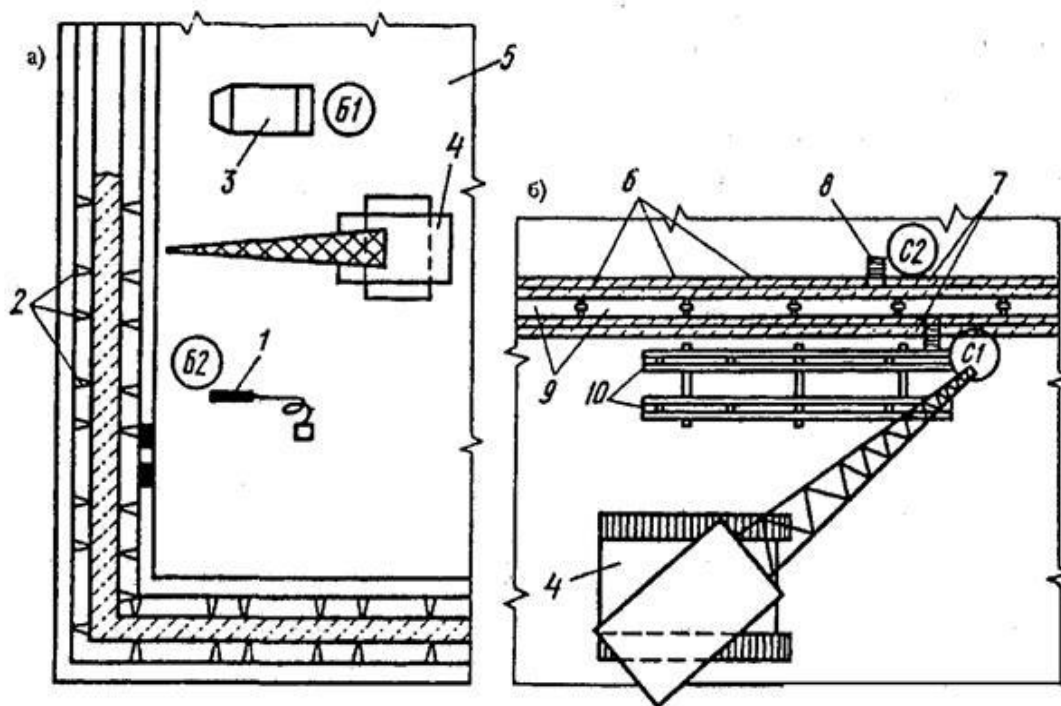


Рис. 7.2. Замоноличивание стыков между стеновыми панелями:

1 – вибратор, 2 – стальные клинья, 3 – бадья, 4 – гусеничный кран, 5 – днище сооружения, 6 – установленные щиты, 7 – устанавливаемые щиты, 8 – приставная лестница, 9 – панели стен, 10 – складирование щитов, Б1, Б2 – бетонщик, С1, С2 – слесари

Заделка стыков панелей методом торкретирования (рис. 7.3) с помощью агрегатной установки, включающей торкрет-машину производительностью 4 м³/ч, бетоносмеситель, скиповой подъемник, пневматический бак для воды и др. При этом операции выполняют в такой последовательности: устраивают опалубку со стороны закрытой части стыка, наполняют пневматический бак водой, запускают компрессорную установку и торкрет-машину, загружают ее песком и обеспечивают подачу в нее воздуха, прочищают сухим песком с последующей промывкой водяной струей бетонных поверхностей стыка, с которым будет сцепляться наносимый торкрет, заполняют ковш скипового подъемника составляющими торкретной смеси, запускают бетоносмеситель и высыпаяют в него составляющие, перемешивают сухую смесь и высыпаяют ее в

работающую торкрет-машину, обеспечивают подачу сухой смеси и воды к соплу и послойно наносят торкрет в полость стыка (рис. 7.3, в, г).

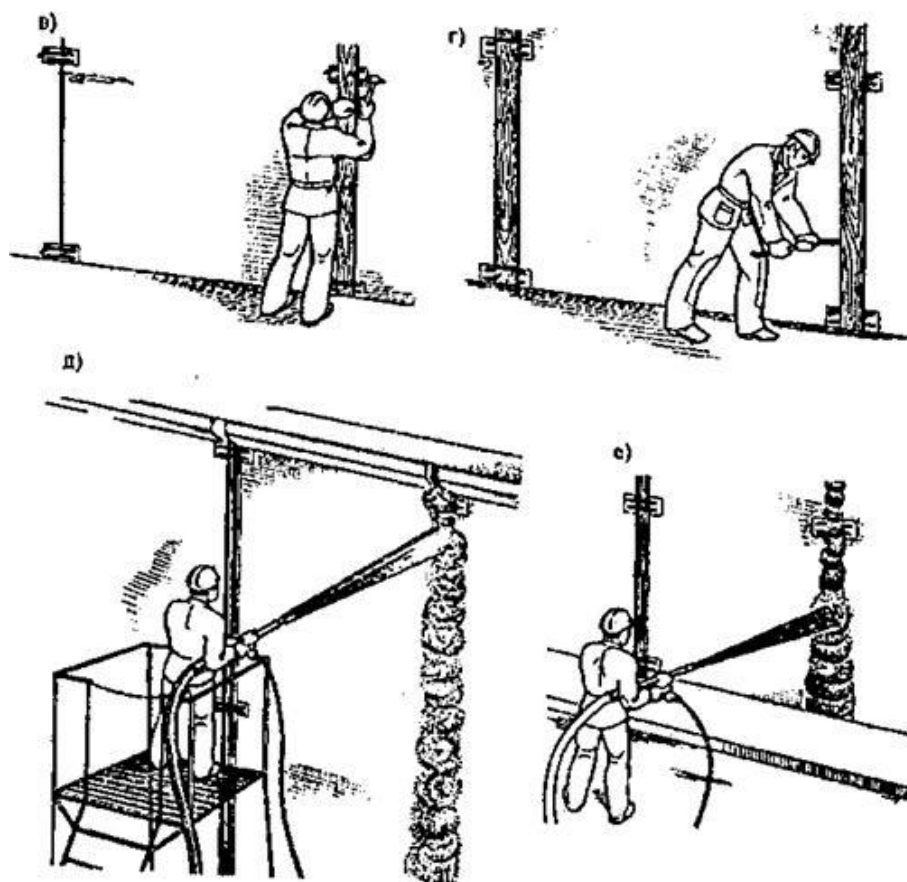


Рис. 7.3. Схемы заделки стыков между панелями сборных сооружений методом торкретирования: а, б - устройство опалубки, в, г – нанесение торкрета в полость стыка

Средняя толщина слоя торкрета, наносимого за один раз не должна превышать 80 мм. Каждый последующий слой наносят до затвердения предыдущего, примерно через 2...5 часов в зависимости от температуры наружного воздуха. Этот перерыв уточняется строительной лабораторией из условия, что под действием струи свежей смеси не должен разрушаться предыдущий слой торкрета. Одновременно при этом в процессе втапливания наносимого слоя в предыдущий должно обеспечиваться хорошее их сцепление и монолитность всего покрытия.

Герметизация стыков емкостных сооружений тиоколовыми герметиками необходима при устройстве стен с гибкими соединениями в углах, монтируемых из стеновых панелей без монолитных участков в углах и пересечениях. Тиоколовые герметики отличаются высокой деформативностью, хорошей адгезией к бетону, влаговоздухонепроницаемостью. Эти герметики могут применяться во всех канализационных сооружениях, в том числе предназначенных для жидкостей, содержащих щелочи и слабые кислоты (концентрацией до 10 %), а также в сооружениях технологического водоснабжения. Гибкие угловые соединения стен сооружений могут быть двух типов: шпоночного и компенсаторного. Стык шпоночного типа выполняют путем залива его вертикального канала жидким тиоколовым герметиком, а компенсаторного типа – путем наклейки на бетонные поверхности лент из тиоколового герметика, армированного стеклотканью.

Водонепроницаемость и долговечность герметизируемых стыков зависят от качества подготовки бетонных поверхностей, так как тиоколовые герметики имеют надежную адгезию только к сухим и чистым поверхностям. Поэтому поверхности стыкуемых элементов тщательно очищают. Для нанесения герметиков на поверхность панелей применяют ручной или пневматический шприц. При их отсутствии герметик наносят и разравнивают шпателем. Профильные тиоколовые ленты изготавливают за 8...10 дней до начала работ по герметизации стыков.

Гидравлические испытания сооружений производят в целях проверки прочности их конструкций и определения степени водонепроницаемости стен и днища, причем после завершения всех строительно-монтажных работ, за исключением оклеенной гидроизоляции и обратной засыпки, которые следует выполнять после испытания и устранения всех дефектов. Сооружение испытывают водой не ранее чем через 28 суток после окончания бетонных работ. При использовании быстротвердеющих цементов испытание может

быть произведено и раньше, но при условии, что бетон в конструкциях к этому времени достиг проектной прочности.

Заполнять сооружение водой рекомендуется в два этапа: 1) на высоту 1 м и выдерживание в течение суток с целью испытания днища; 2) то же, заполнение до проектной отметки. Во время заполнения следят за уровнем воды и состоянием ограждающих конструкций, стыка стен с днищем, фундамента и грунта в основании сооружения. Испытание железобетонных емкостных сооружений на водонепроницаемость разрешается начинать не ранее 5 суток после их заполнения водой. Зная разность уровней и площадь зеркала воды в сооружении, вычисляют объем утечки воды из сооружения за единицу времени (например, за сутки). Удельная утечка, отнесенная к 1 м² смоченной его внутренней поверхности, л/м²

$$q = \frac{V_1 - V_2}{F_{ст} - F_{д}},$$

где V_1 – объем воды в сооружении (л) при первом замере, т. е. в начале испытания; V_2 – то же, при втором замере, в конце испытания; $F_{ст}$ – смоченная внутренняя поверхность стен сооружения, м²; $F_{д}$ – то же, днища, м².

Признается выдержавшим испытание сооружение (согласно СП), если убыль в нем воды за сутки не превышает 3 л на 1 м² смоченной поверхности стен и днища; нет выхода струек воды через стеновые панели и особенно через стыки; температурные или деформационные швы не обнаруживают признаков течи и не обнаружено увлажнения грунта в основании. При испытаниях на наружных поверхностях сооружения допускаются только потемнения в отдельных местах. Если обнаружены струйные течи или потеки воды по стене, даже если количественно потери воды не превышают установленной нормы, сооружение считается не выдержавшим испытание. Вода из такого сооружения (а также при значительном увлажнении грунта в основании) должна быть немедленно выпущена. Замеченные дефекты фиксируют и

устраняют. Испытания сооружения после этого повторяют до тех пор, пока не будет обеспечена требуемая нормами степень водонепроницаемости.

Метантенки до сдачи в эксплуатацию после гидравлического испытания на водонепроницаемость проверяют еще на газонепроницаемость (герметичность). При этом уровень воды в метантенке должен быть на 15 см ниже обечайки горловины. Для проверки герметичности соединений под газовым колпаком создают давление воздуха, равное 5 кПа, а затем обливают водой купольную часть метантенка, а также все соединения, люки и крышки, расположенные выше уровня воды. В процессе испытания определяют утечку воздуха и сравнивают ее с допустимой.

8 УСТРОЙСТВО ЗАГЛУБЛЕННЫХ ВОДОЗАБОРНЫХ И НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ОПУСКНЫМ СПОСОБОМ

8.1 Общие сведения

Подземные сооружения в зависимости от гидрологических условий и глубины заложения осуществляют различными способами, основными из которых являются открытый, опускной и «стена в грунте» (табл. 8.1).

Таблица 8.1.

Глубины, при которых рекомендуются методы строительства

Грунт	Площадь сооружения, м ²	Глубина, м, при которой рекомендуется метод строительства		
		в открытом котловане, до	Опускной более	«стена в грунте», более
Пески естественной влажности	75	5	5,5	5
	450	6,5	8,5	6,5
	1250	11,5	16	11,5
	75	5	6	5
	450	6	10	6

Суглинки естественной влажности	1250	13	18,5	13
Пески водонасыщенные	75	5	5	5
	450	5	5	5
	1250	7	10	7
Суглинки водонасыщенные	75	5,5	6	5,5
	450	9	11,5	9
	1250	17	20	17

Объемно-планировочные и компоновочные решения заглубленных сооружений, принимаются в соответствии с назначением сооружения и технологией строительного производства. Применяемые решения должны обеспечить уменьшение расхода материалов, индустриальность конструкций, снижение стоимости строительства. Форма и размеры подземной части заглубленных сооружений, определяются заданием на проектирование строительной части объекта, условиями производства работ, инженерно-геологическими условиями, применяемым оборудованием для производства работ и предварительными расчетами.

8.2 Опускной способ

При строительстве сооружений иногда возникает необходимость устройства мощных или глубоко заложённых фундаментов в сложных гидрогеологических условиях. В этом случае прибегают к устройству опускных систем. Опускная система – ограждающая конструкция в виде бетонной, железобетонной или металлической оболочки, погружаемой в грунт, внутри которой создаётся рабочее пространство для ведения строительно-монтажных работ. Опускные системы выполняются в виде опускных колодцев или кессонов. Опускные колодцы - открытые сверху и

снизу полые, как правило, массивные, конструкции, погружаемые под действием собственного веса по мере удаления из полости грунта. Кессоны – тонкостенные конструкции, имеющие сверху герметичное перекрытие, образующее рабочую камеру с избыточным давлением, позволяющим работать под водой.

Производство работ по устройству опускных колодцев разбивается на несколько циклов (строительных технологических комплексов):

1. Устройство основания под ножевую часть;
2. Бетонирование ножевой (опорной) части и нижнего яруса опускного колодца;
3. Нарращивание стенок опускного колодца;
4. Гидроизоляция стенок опускного колодца;
5. Опускание колодца;
6. Бетонирование днища опускного колодца.

Массивные опускные колодцы большого диаметра и кессоны наряду со стеной в грунте используются при возведении заглубленных помещений зданий и сооружений (подземные гаражи, шахты, скиповые ямы, отстойники, водозаборные сооружения, насосные станции и т. д.). По условиям работы и возведения такие конструкции нельзя рассматривать как фундаменты.

Опускные колодцы используются при устройстве заглубленных подземных помещений насосных станций, водозаборов, скиповых ям доменных печей, вагоноопрокидывателей, установок непрерывной разливки стали, подземных гаражей, в качестве массивных и заглубленных фундаментов для опор мостов, набережных, механических прессов и различных испытательных стендов.

Опускные колодцы классифицируются: по материалу – на железобетонные, бетонные, металлические, деревянные, каменные и

кирпичные. Опускные колодцы из дерева, камня и кирпича применяются крайне редко; по форме колодца (в плане) – на круглые, прямоугольные, квадратные и с закругленными торцовыми стенками (рис. 8.1).

Прямоугольная или квадратная форма позволяет более рационально использовать площадь внутреннего помещения под оборудование. Однако опускные колодцы круглой формы более экономичны. Круглый опускной колодец лучше работает на сжатие и меньше подвержен кренам при опускании. Первым этапом процесса сооружения колодца является устройство основания под нож. Надежное основание, рациональная и правильно выбранная схема опирания ножа колодца на грунт гарантируют сохранность колодца при снятии его с временных опор и равномерность погружения в грунт на первых метрах опускания. Чаще всего применяются пять типов оснований под нож опускного колодца.

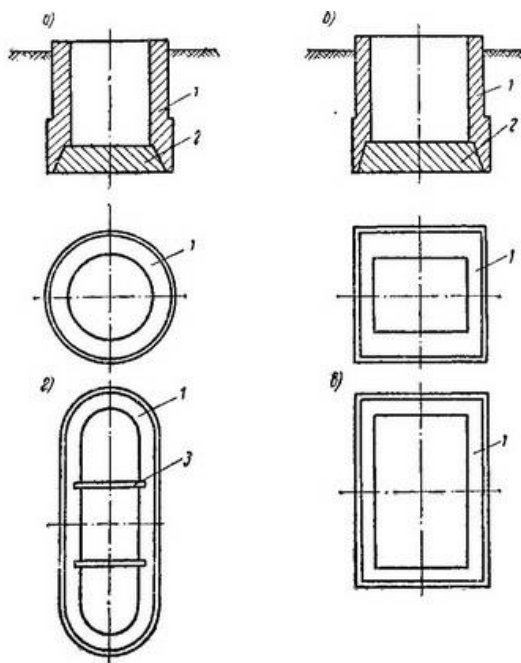


Рис. 8.1. Формы сечений опускных колодцев:

а - круглые; б - квадратные; в - прямоугольные; г - с закругленными боковыми стенками; 1 - стена; 2 - днище; 3 - поперечная стенка

Подкладки выполняются из круглых бревен, отесанных на один или два канта, из брусев или железнодорожных шпал, распиленных на два-три

отрезка. Деревянные подкладки укладывают на песчаную (песчано-гравийную) подушку с заглублением их на 0,5 диаметра подкладки. Песчаная подушка равномерно распределяет давление на грунт основания и увеличивает площадь опирания.

Песчаные подушки делают втопленными в естественный грунт основания и насыпными. Высота подушки 50...70 см, ширина определяется длиной деревянных подкладок плюс 100 см (по 50 см с каждой стороны). Диаметр подкладок не менее 22...25 см, длина определяется по расчету в зависимости от веса колодца и грунта основания. Обычно длина подкладок находится в пределах 2...3,5 м. Деревянные подкладки на втопленной и на насыпной песчаных подушках применяют для сравнительно небольших колодцев и с незначительным первоначальным их весом.

Для более крупных опускных колодцев сооружают опоры из песчано-гравийных призм, из деревянных опор-подмостей на щебеночном основании и осуществляют бетонирование ножа колодца враспор в подготовленной траншее (котловане).

Такие опоры используются и при бетонировании опускных колодцев на слабых грунтах. Если на месте установки колодца залегают илистые грунты или торф, то их удаляют и заменяют песчаными грунтами. Песчаные и песчано-гравийные призмы для удержания опалубки отсыпают по контуру стен опускного колодца.

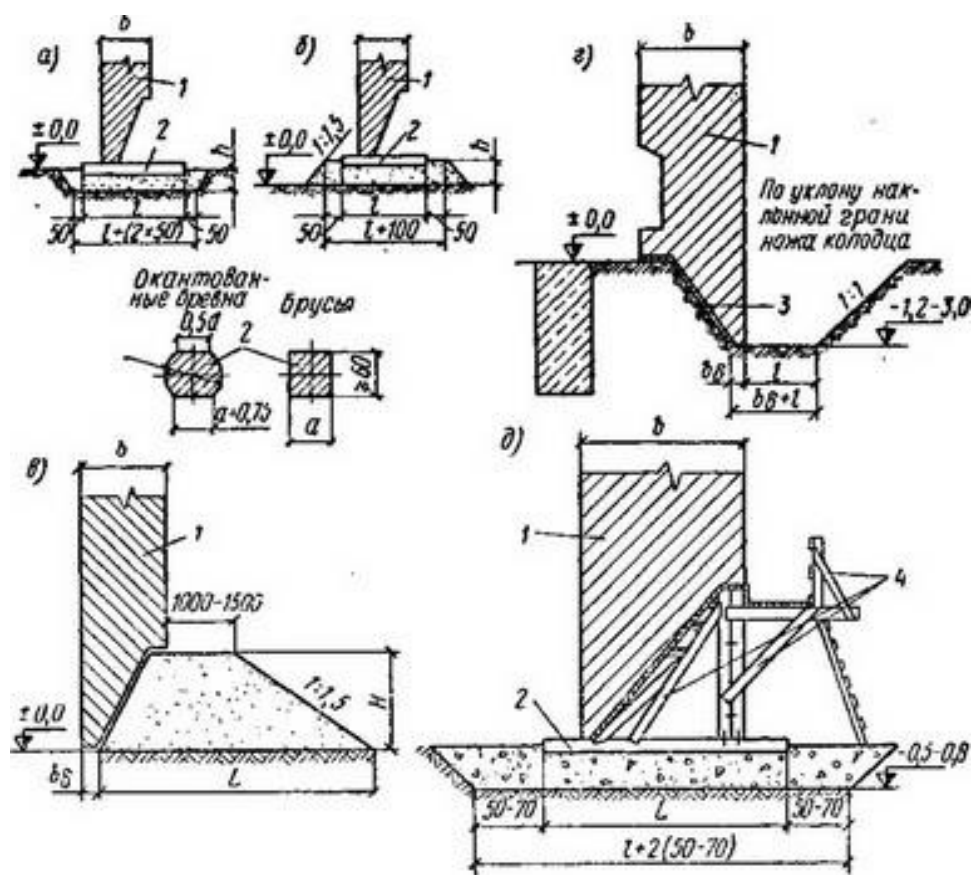


Рис. 8.2. Схема подготовки оснований под нож и установка ножа опускаемого колодца:

а – на втопленной песчаной подушке и деревянных подкладках; б – на насыпной песчаной подушке и деревянных подкладках; в – на насыпной песчаной призме; г – в специально подготовленной траншее (котловане); д – на песчано-гравийной (щебеночной) призме и деревянных опорных подмостях; 1 – нож колодца; 2 – деревянные подкладки; 3 – деревянная опалубка или железобетонные плиты-оболочки; 4 – деревянные подмости

Наружный откос призмы выравнивают вручную с уклоном, соответствующим углу наклонной грани ножа опускаемого колодца. На наружный откос призмы и под банкетку ножа укладывают сборные железобетонные плиты-оболочки, которые затем крепят к армокаркасам ножа. В дальнейшем они служат опалубкой. Могут быть использованы и деревянные щиты опалубки.

Широкое распространение получил способ бетонирования ножа колодца в траншее враспор. При этом одна из сторон траншеи делается с уклоном, соответствующим уклону наклонной грани ножа колодца. На этот откос укладывается опалубка чаще всего из железобетонных плит-оболочек, затем

устанавливается армокаркас ножа, закрепляется опалубка у вертикальной грани ножа с другой стороны и нож бетонируется. Подготовка основания под нож сборного из железобетонных панелей опускного колодца имеет некоторые особенности. При монолитном ноже колодца, т. е. когда нож армируется и бетонируется непосредственно на месте погружения колодца, подготовку основания под нож производят так же, как и при монолитных опускных колодцах. В этом случае, чаще всего в грунте основания, делается пионерный котлован, одна сторона которого планируется строго по уклону наклонной ножевой части колодца, а с другой стороны котлована оставляется проход примерно 1 м шириной для установки вертикальных щитов опалубки ножа.

На рисунке 8.3 приведена схема опирания ножа круглого опускного колодца диаметром 60 м и высотой 20,5 м, стены которого выполнены из плоских сборных железобетонных панелей. Таким образом, общий вес колодца передается через опорные стойки, шпалы и упоры на два опорных бетонных кольца, благодаря чему нагрузка равномерно распределяется на всю площадь опоры.

Конструкции опускных колодцев обычно делают массивными с толщиной стен до 1...1,5 м и более, что обусловлено не столько требованиями прочности или жесткости, сколько условиями опускания – необходимостью иметь достаточную массу для преодоления сил трения.

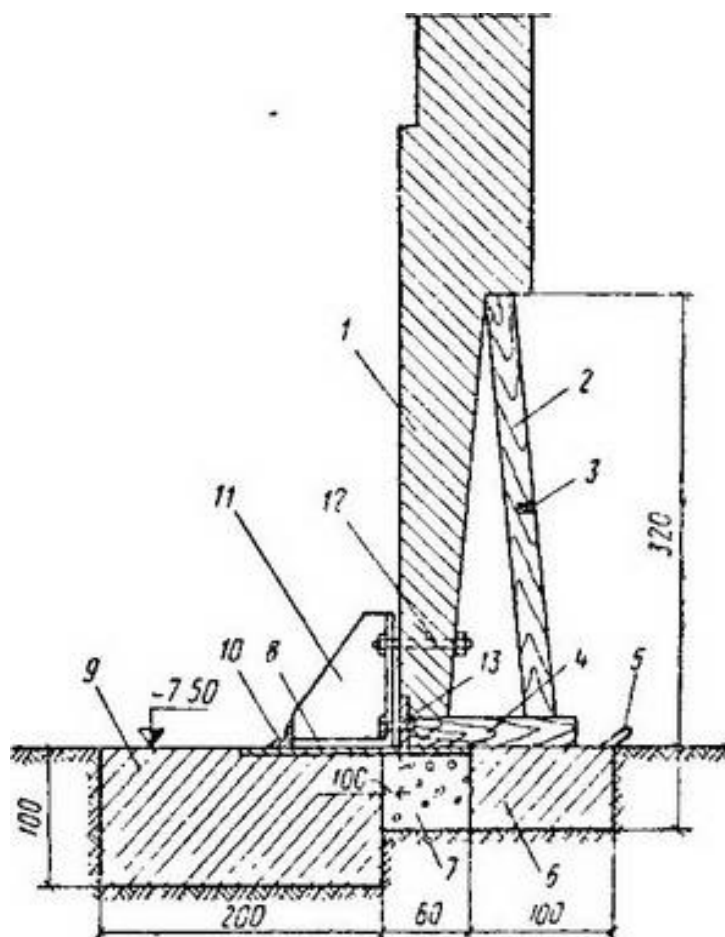


Рис. 8.3. Схема подготовки оснований под нож опускаемого колодца из сборных железобетонных панелей:

1 – нож; 2 – деревянные опорные стойки; 3 – нур для взрывчатого вещества; 4 – деревянные бруссы (шпалы); 5 – рым; 6 – внутреннее опорное кольцо; 7 – уплотненный щебень; 8 – металлическая пластинка; 9 – опорное бетонное кольцо формашты; 10 – фиксирующий металлический уголок; 11 – металлические упоры; 12 – металлические крепежные болты; 13 – металлический резец

Широкое внедрение прогрессивного способа опускания колодцев в тиксотропной рубашке позволило во многих случаях отказаться от массивных колодцев и перейти к облегченным конструкциям оболочкам, толщина стен которых не превышает 60...80 см. Оболочки больших диаметров (до 50...60 м) могут быть возведены из монолитного железобетона, что позволяет легко создать нужную массу для погружения колодца. В зависимости от глубины погружения колодца оболочка может собираться по высоте из одного или нескольких ярусов панелей. Длину панелей при глубине погружения колодца

менее 15 м следует принимать равной глубине колодца. В многоярусных конструкциях отдельные ярусы соединяют при помощи сплошной монолитной обвязки, до бетонирования которой сваривают выпуски арматуры из верхних и нижних панелей. Горизонтальные стыки могут быть устроены также и на болтах. Для объединений панелей и выравнивая их по высоте в верхней части устраивают сплошной монолитный пояс. Конструкция ножевой части должна обладать повышенной прочностью и распределять нагрузки от массы колодца на грунт, обеспечивая устойчивость всего сооружения. Ножевую часть выполняют сплошного или ребристого (пустотного) сечения высотой 2...3 м. В стенках колодца должны быть предусмотрены пазы или консольные выступы для опирания междуярусных перекрытий и днища, а также закладные детали для крепления инъекторов и манжет.

При крупнообломочных грунтах либо при наличии в грунтах валунов, обломков скальных пород, остатков деревьев и других предметов, мешающих погружению опускного колодца, применяют кессоны. Кессон представляет собой жесткую коробчатую конструкцию, имеющую потолок и боковые стенки консоли, располагаемые в нижней части фундамента. В рабочую камеру подается сжатый воздух по трубам, давление которого назначается таким, чтобы уравновесить давление столба воды высотой H и обеспечить ее отсутствие в рабочей камере. Для сообщения с рабочей камерой, которое необходимо в основном для прохода людей, подачи материалов и оборудования, на шахтной трубе устанавливают шлюзовой аппарат. Разработку грунта часто осуществляют гидромонитором, а его удаление - с помощью эрлифта.

В настоящее время кессоны применяются, когда: подземное сооружение возводится в непосредственной близости от существующих зданий или сооружений и есть опасность выноса или выпора грунта из-под подошвы их фундаментов; подземное сооружение строится в сильно обводненных грунтах. В этих условиях опускной колодец требует больших затрат на водоотлив, и

поэтому экономически выгоднее использовать кессон. Кроме того, кессон находит применение при проходке горизонтальных туннелей в водонасыщенных грунтах.

По назначению различают кессоны: для устройства глубоких фундаментов и заглубленных зданий; для выполнения различных строительных работ под водой. По способу опускания кессоны делят на: опускаемые с поверхности земли и из котлованов; островные, погружаемые на местности, покрытой водой, с искусственных островков; наплавные, опускаемые с воды путем затопления кессонной камеры, которой предварительно сообщается плавучесть.

Кессоны для устройства глубоких фундаментов и заглубленных зданий

Форма сечения кессонной камеры – прямоугольная, квадратная или круглая. Стенки камеры наклонные и заканчиваются ножом. Высота камеры от банкетки до потолка принимается не менее 2,2 м. В потолке оставляются отверстия для установки шахтной трубы, патрубков для трубопроводов сжатого воздуха, воды, электроэнергии.

Собственно кессон (рис. 8.4) состоит из кессонной камеры, надкессонного строения, гидроизоляции. Обычно кессонная камера устраивается из железобетона и лишь в редких случаях - из металла.

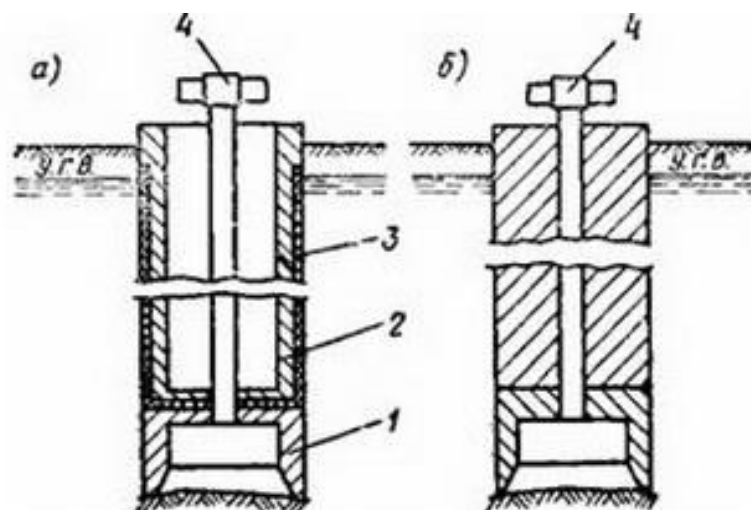


Рис. 8.4. Схемы устройства кессона:

а – для заглубленного здания; *б* – для глубокого фундамента; 1 – кессонная камера; 2 – надкессонное строение; 3 – гидроизоляция; 4 – шлюзовой аппарат

Надкессонное строение выполняется в зависимости от назначения кессона как колодец с железобетонными стенками (рис. 8.4, а) или в виде сплошного массива из монолитного бетона или железобетона (рис. 8.4, б). Иногда в конструкции надкессонного строения предусматривается установка по наружному контуру кессона тонких железобетонных плит-оболочек, выполняющих роль внешней опалубки. С внутренней стороны плиты-оболочки снабжается выпусками арматуры или покрываются мелким щебнем (щебеночная шуба). То и другое служит связью для бетона, укладываемого в надкессонное строение.

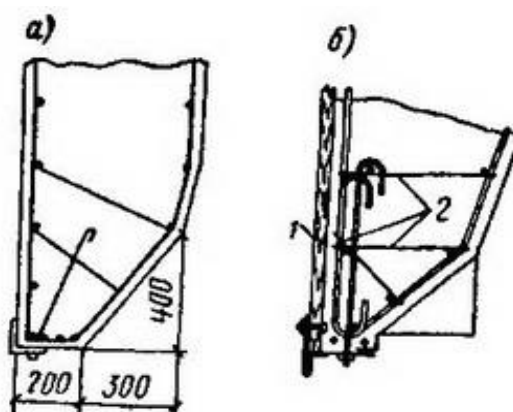


Рис. 8.5. Нож кессона:

а – тупой; *б* – с резцом; 1 – опалубка; 2 – хомуты

Гидроизоляция наносится на наружные стенки кессона для защиты от проникания воды внутрь кессона. В качестве гидроизоляции применяются торкрет, покраска битумно-бензиновым раствором, штукатурка из холодных битумных мастик и из горячих асфальтовых растворов, металлические листы, свариваемые в виде ванны. Перед нанесением гидроизоляции поверхность бетона должна быть хорошо очищена от грязи, краски, масляных пятен и т. п.

Поскольку опускные колодцы или кессоны, погружаемые в тиксотропных рубашках, чаще подвержены кренам, следует, как минимум, в начале и в конце каждой смены производить геодезический контроль

вертикальности данного колодца. Навалы опускного колодца на грунтовую стену тиксотропной рубашки могут повлечь за собой смятие инъекционных труб и поломку форшахты. Геодезический контроль степени вертикальности опускных сооружений обычно выполняется следующим, хорошо зарекомендовавшим себя простым способом. Подготовленное к погружению опускное сооружение разбивается в плане двумя взаимно перпендикулярными диаметрами на четыре сектора. На наружной поверхности стены по вертикальным линиям, проходящим через концы вышеуказанных диаметров, наносят риски с интервалом, например, в 1 м, разбивая таким образом все сооружение по высоте на несколько ярусов. Риски каждого яруса должны находиться на равных расстояниях от верха или низа колодца. Величина и направление крена, а также общее перемещение вниз определяются нивелиром привязкой отметок рисок одного из ярусов к реперу. Для того чтобы экскаваторщик, ведущий разработку грунта, мог в любой момент приблизительно определить крен, с внутренней стороны стен закрепляют два отвеса с длиной нити почти на всю глубину колодца. Отвесы располагают в диаметрально противоположных точках.

8.3 Открытый способ

Открытый способ основан на отрывке котлована с естественными откосами или шпунтовым ограждением, на дне которого возводят подземное сооружение. По окончании работ котлован засыпают грунтом.

Работы нулевого цикла базируются на технологиях переработки грунта и устройства земляных сооружений различных типов, форм и расположения по отношению к поверхности.

Стоимость работ нулевого цикла в среднем составляет до 20 % общей стоимости строительства, а трудозатраты – до 30 % общих трудозатрат.

В состав работ нулевого цикла входят:

- отрывка котлована с зачисткой основания под фундаменты;
- водоотвод и водопонижение;
- подготовительные работы к монтажу подземной части здания - устройство усиленного основания под самоходный кран;
- разбивка осей фундаментов в вырытом котловане;
- монтаж подземной части здания, включая фундаменты, фундаментные балки, стены подвалов;
- прокладка подземных коммуникаций водопровода, канализации, газопровода, теплосети, водостока, дренажа, телефонной канализации, электрокабелей;
- устройство бетонной подготовки под полы;
- монтаж перекрытия над подземной частью здания;
- гидроизоляция фундаментов и стен подвала;
- обратная засыпка пазух с уплотнением;
- подготовительные работы к монтажу надземной части здания - укладка подкрановых путей на усиленное основание и монтаж башенного крана.

Отрывку котлована осуществляют экскаваторами разных типов.

Недокопка котлована обычно составляет 15...30 см. Этот слой грунта можно снять бульдозером, планировщиком или вручную.

Подготовка основания. Монтаж фундаментов начинают только после приемки подготовленного основания, а именно:

. Земляное основание выравнивают путем зачистки при песчаных грунтах или подсыпки песка, если фундаменты сооружают на других грунтах. Толщина песчаной подсыпки должна быть не менее 5 и не более 15 см. Применяется крупный песок без примесей ила или пылеватых частиц. Подсыпку осуществляют и за пределы будущих фундаментов: не менее 10 см с каждой стороны.

Сильно ослабленный грунтовыми водами или атмосферными осадками грунт уплотняют щебнем или гравием слоем толщиной 5...8 см, утрамбовывают, сверху устраивают основание из тощего бетона толщиной не менее 3 см.

Песчаная или бетонная подготовка будут обеспечивать равномерную передачу нагрузки от сооружения на земляное основание.

Особенности монтажа подземной части здания.

Основные особенности работ:

- увязка с земляными работами - монтажный кран или спускают в котлован и для него устраивают въездной пандус или для крана оставляют достаточно широкую полосу для перемещения по кромке котлована;

- тщательность обратной засыпки грунта и послойного уплотнения, так как необходимо гарантировать устойчивость подкрановых путей, которые часто располагают и в зоне обратной засыпки грунта.

Способ применяют при сравнительно небольшом углублении сооружения (до 15 м) и преимущественно в сухих грунтах. При других условиях используют способы «стена в грунте» или опускной.

8.4 Способ «стена в грунте»

Использование способа «стена в грунте» вместо традиционных методов выполнения работ при сооружении подземных помещений способствует снижению сметной стоимости до 25 %, подпорных стен и ограждений – до 50 %, противофильтрационных завес – до 65 %.

Способ позволяет отказаться от дорогостоящих работ по водоотливу, водопонижению, замораживанию и цементированию грунтов, дает

возможность экономить дефицитные материалы, металлический шпунт, снижает энергоемкость строительства, а в отдельных случаях является единственно возможным способом возведения подземного сооружения.

Наиболее трудоемкой и дорогостоящей операцией этого метода остается образование узкой глубокой траншеи в грунтах на глубину до 50 м, шириной 0,5...1,2 м. Для этих целей используют траншеепроходческое оборудование, в основе работы которого – ударный, вибрационный, режущий и водовоздушный принципы разработки грунта в узкой траншее.

К области незаменимости метода «стена в грунте» относятся, в частности, следующие случаи:

- сооружение имеет в плане большие размеры и очень сложную конфигурацию, что исключает возможность успешного применения метода опускного колодца из-за большой вероятности его частых перекосов при опускании, а большая глубина заложения сооружения в водонасыщенных неустойчивых грунтах и сжатые сроки исключают возможность строительства его в открытом котловане;

- сооружение имеет разную ступенчато или плавно меняющуюся глубину заложения стен по его периметру, что также исключает возможность его возведения методами опускного колодца и в открытом котловане;

- сооружение закладывается на значительную глубину в сильно проницаемых суффозионных и подверженных выпору грунтах в условиях отсутствия в его основании водоупорных пластов для сопряжения с ними противофильтрационных шпунтовых или ледопородных диафрагм;

- сооружение большого размера в плане и большой глубины строится в суровых климатических условиях при длительном периоде морозов, что практически исключает его возведение опускным методом из-за опасности примерзания конструкций к окружающему грунту, а возведение его в открытом котловане невозможно в требуемые сроки из-за сильных морозов;

– строительство сооружения производится в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений на стесненной площадке, когда опускной метод и строительство в открытом котловане исключаются из-за возникновения опасности нарушить устойчивость смежных сооружений (эти случаи наиболее часты в связи с реконструкцией и расширением промышленных предприятий и подземных объектов в городах);

– сооружение является незамкнутым, то есть линейным или линейно-протяженным (противофильтрационная диафрагма, подпорная стенка или галерея), осуществление которого методом опускного колодца вообще невозможно, а сооружение в открытом котловане также заведомо исключается из-за явной технической нецелесообразности (большие глубины заложения);

– сооружение представляет собой канализационный коллектор, который необходимо уложить в короткие сроки в неустойчивых водонасыщенных грунтах в глубокой траншее при отсутствии металлического шпунта.

Из приведенных примеров незаменимости метода “стена в грунте” видна особо важная роль, которую играет этот метод в техническом прогрессе строительства заглубленных сооружений.

Наряду с выяснением области незаменимости или сравнительной эффективности метода «стена в грунте» следует установить также и область неприменимости этого метода:

– крупнообломочные грунты с пустотами между отдельными камнями, не заполненными мелкозернистыми грунтами, в результате чего глинистая суспензия с большими скоростями проваливается в грунт и траншеею создать не удастся;

– карстовые грунты с пустотами, которые также могут служить путями для утечки глинистой суспензии, в результате чего ее горизонты в траншее не удастся поддержать на нужном уровне, что приводит к быстрому обрушению стенок траншеи;

– текучие илы, особенно когда они залегают у поверхности земли;

- насыпные грунты на территории современных и древних свалок, имеющие включения твердых, в частности металлических предметов, таких как рельсы и балки, а также пересекающие трассу траншеи, подземные сооружения и инженерные сети, перенос которых невозможен;

- твердые включения, в частности валуны, если их размеры превышают 150...200 мм.

Метод «стена в грунте» обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами строительства:

- появляется возможность устройства глубоких котлованов в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений, что особенно важно при строительстве в стесненных условиях, а также при реконструкции сооружений;

- резко уменьшается, а в некоторых случаях отпадает необходимость в устройстве водопонижения или водоотлива; уменьшаются объемы земляных работ;

- отпадает необходимость в устройстве обратных засыпок и, следовательно, исключаются неравномерные осадки и просадки полов и отмосток в процессе их эксплуатации;

- появляется возможность одновременно производить работы по устройству надземных и подземных частей зданий, что резко сокращает сроки их строительства.

Метод «стена в грунте» предназначен для возведения заглубленных в грунт сооружений различного назначения. Сущность его заключается в том, что стены заглубленного сооружения возводят в узких и глубоких траншеях, вертикальные борта которых удерживаются от обрушения при помощи глинистой суспензии, создающей избыточное гидростатическое давление на грунт и выполняющей роль крепления траншеи. После устройства в грунте траншей необходимых размеров их заполняют (в зависимости от конструкции и назначения сооружения) монолитным железобетоном, сборными

железобетонными элементами или глиногрунтовыми материалами. В результате этого в грунте формируют несущие стены сооружений или противофильтрационные диафрагмы.

Сущность этого способа состоит в том, что в грунте сначала возводят из монолитного бетона (железобетона) или сборных железобетонных элементов конструкции ограждающих стен подземного сооружения, а затем под их защитой разрабатывают грунтовое ядро, устраивают днище и строят внутренние конструкции. Обычно ограждающие стены выполняют функции и фундамента (опоры) подземного сооружения.

8.5 Технология «стена в грунте» для устройства подземных сооружений

Сущность технологии «стена в грунте» заключается в том, что в грунте устраивают выемки и траншеи различной конфигурации в плане, в которых возводят ограждающие конструкции подземного сооружения из монолитного или сборного железобетона, затем под защитой этих конструкций разрабатывают внутреннее грунтовое ядро, устраивают днище и воздвигают внутренние конструкции.

В отечественной практике применяют несколько разновидностей метода «стена в грунте»:

- свайный, когда ограждающая конструкция образуется из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай;
- траншейный, выполняемый сплошной стеной из монолитного бетона или сборных железобетонных элементов.

С использованием технологии «стена в грунте» можно сооружать:

- противофильтрационные завесы;

- туннели мелкого заложения для метро;
- подземные гаражи, переходы и развязки на автомобильных дорогах;
- емкости для хранения жидкости и отстойники;
- фундаменты жилых и промышленных зданий.

В зависимости от свойств грунта и его влажности применяют два метода возведения «стен в грунте».

Сухой применяется в сухих, маловлажных грунтах, без применения глинистых растворов.

Мокрый применяется с водонасыщенных, неустойчивых грунтах. Устойчивость стенок выемок и траншей обеспечивается заполнением их глинистыми растворами с тиксотропными свойствами. Тиксотропность - способность раствора загустевать в состоянии покоя и сдерживать стенки от обрушения, а при динамических воздействиях разжижаться. Глинистый раствор готовится из бентонитовых глин на глиномешалках, с добавлением химических реактивов (сода, крахмала, ССБ и др.). После очистки от песка и крупных включений раствор перекачивается в ёмкости для хранения (объёмом до 10 м³), откуда поступают в траншею (скважину). После использования раствор направляется в ёмкость-отстойник, узел очистки (вибросита) и на повторное использование. Обычно используется глинопорошок заводского изготовления.

Для разработки траншей под защитой глинистого раствора применяют землеройные машины общего назначения – грейферы, драглайны и обратные лопаты, буровые установки вращательного и ударного бурения и специальные ковшовые, фрезерные и струговые установки.

Нецелесообразно применять метод «стена в грунте» в следующих случаях:

- в грунтах с пустотами и кавернами, на рыхлых свалочных грунтах;

- на участках с бывшей каменной кладкой, обломками бетонных и железобетонных элементов, металлических конструкций и т. д.;
- при наличии напорных подземных вод или зон большой местной фильтрации грунтов.

Последовательность работ при устройстве монолитных конструкций по способу «стена в грунте» (рис. 8.6):

- забуривание торцевых скважин на захватке;
- разработка траншеи участками или последовательно на всю длину при постоянном заполнении открытой полости бентонитовым раствором, с ограничителями, разделяющими траншею на отдельные захватки;
- монтаж на полностью отрытой захватке арматурных каркасов и опускание на дно траншеи бетонолитных труб;
- укладка бетонной смеси методом вертикально перемещаемой трубы с вытеснением глинистого раствора в запасную емкость или на соседний, разрабатываемый участок траншеи.

Бетонирование осуществляют методом вертикально перемещаемой трубы с непрерывной укладкой бетонной смеси и равномерным заполнением ею всей захватки снизу вверх.

Недостатки технологии «стена в грунте»: ухудшается сцепление арматуры с бетоном, так как на поверхность арматуры налипают частицы глинистого раствора; много сложностей возникает при ведении работ в зимнее время, поэтому, когда позволяют условия, используют сборный и сборно-монолитные варианты.

Разрушение грунта в полости траншеи производят тремя методами: разрушение грунта последовательными слоями по вертикали; разрушение грунта последовательными слоями по горизонтали; разрушение грунта по вертикали сплошным забоем.

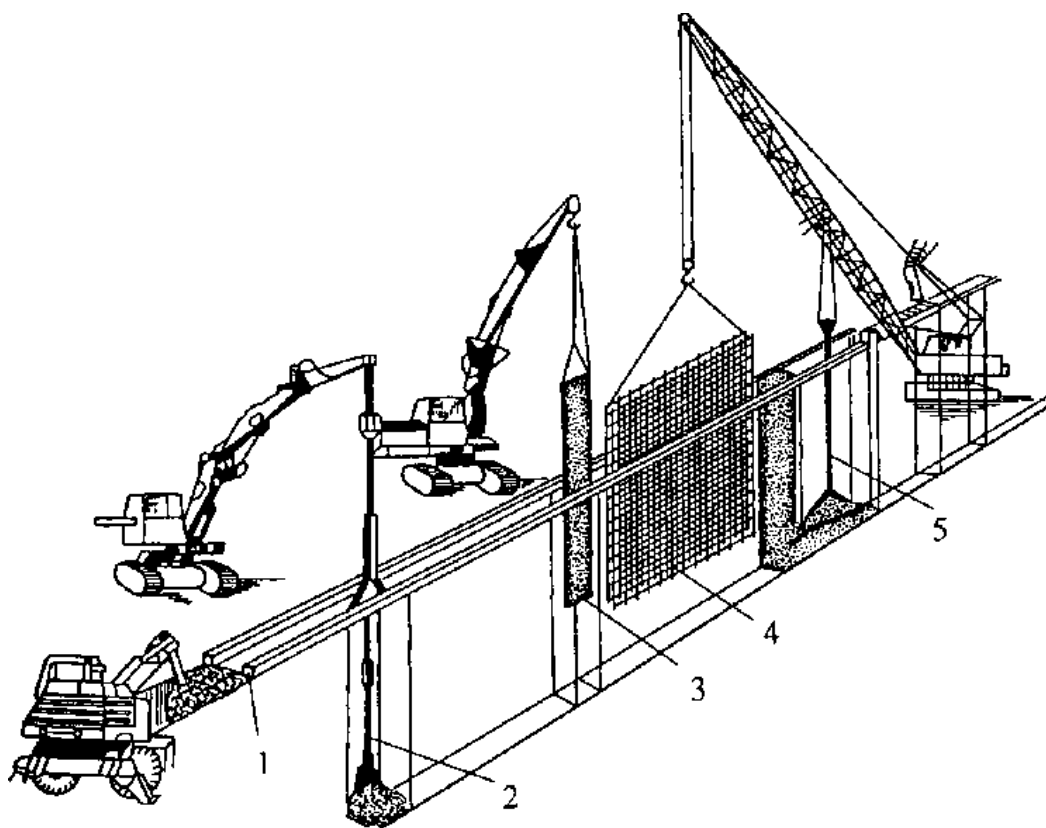


Рис. 8.6. Технологическая схема устройства «стены в грунте»:

1 – устройство форшахты (укрепление верха траншеи); 2 – рытье траншеи на длину захватки; 3 – установка ограничителей (перемычек между захватками); 4 – монтаж арматурных каркасов; 5 – бетонирование на захватке методом вертикально перемещаемой трубы

Траншеей при горизонтальном забое составляют из захваток, длина которых меньше их глубин. Разработку ведут на всю длину захватки горизонтальными слоями сверху вниз. При вертикальном забое траншеей разрабатывают сразу на всю глубину с одного или обоих ее концов.

Разработку траншей короткими захватками длиной 3,6 м в грунтах I-IV групп производят траншейными грейферами при глубинах до 30 м и штанговым экскаватором при длине захватки 2,2 м и глубине до 15 м, а траншеи, близкие по форме к кольцевым, разрабатывают штанговыми экскаваторами или грейферами с захватом небольшой длины.

Схема разработки грунта изнутри сооружения выбирается в зависимости от конкретных условий - геометрических размеров сооружений в плане,

глубины, способа обеспечения устойчивости стеновых панелей, типа грунта (рис. 8.7).

Схема производства работ	Грунты зрнато	Размеры сооружения, м		Применяемые машины и механизмы
		в плоск.	глуби- на	
	I - II	до 18	до 15	Экскаваторы ковшовые с гидравлическим оборудованием Э-10011, Э-1252 - с ковшом ёмкостью 1,0-1,5 м³
	I - II	12-30	15	То же и бульдозер ДЗ-42, ДЗ-53
	I - IV	12-30	30	Экскаваторы гидравлические с ковшом 0,15; 0,25; 0,6; 0,65 м³ и ковши высеивные на базе экскаваторов Э-10011, Э-1254, Э-2505
	I - III	более 30	12	Бульдозеры ДЗ-42, ДЗ-53 и экскаваторы драгированные Э-10011, Э-1252, Э-2505
	I - IV	более 50	12	Экскаваторы с ковшом ёмкостью 0,5 - 2,5 м³
	I - IV	более 20	50	Гидромонитор ГМ-2, ГМН-250, ВМ-1650С 4400 в котл. грунто- порывностью 50 кН

Рис.8.7. Схема разработки грунта изнутри сооружения

Так как все работы по устройству подземных сооружений методом «стена в грунте» являются скрытыми и их качество можно установить только после выемки грунта из котлована, то контроль за выполнением каждого процесса уделяют большое внимание.

В проекте сооружения требования по контролю качества должны включать проверку характеристик глинистого раствора, траншеи и зачистки дна перед установкой армокаркасов и укладкой бетонной смеси или установкой сборных панелей, правильности установки ограничителей между захватками, которые должны удерживать бетонную смесь от попадания в смежную захватку.

8.6 Технология устройства заглубленных сооружений способом «стена в грунте»

8.6.1. Общие сведения

Подземные сооружения в зависимости от гидрогеологических условий и глубины заложения осуществляют разными способами, основные из которых – открытый, «стена в грунте» и способ опускного колодца.

Сущность технологии «стена в грунте» заключается в том, что в грунте устраивают выемки и траншеи различной конфигурации в плане, в которых возводят ограждающие конструкции подземного сооружения из монолитного или сборного железобетона, затем под защитой этих конструкций разрабатывают внутреннее грунтовое ядро, устраивают днище и воздвигают внутренние конструкции.

В отечественной практике применяют несколько разновидностей метода «стена в грунте»:

- свайный, когда ограждающая конструкция образуется из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай;
- траншейный, выполняемый сплошной стеной из монолитного бетона или сборных железобетонных элементов.

Технология перспективна при возведении подземных сооружений в условиях городской застройки вблизи существующих зданий, при реконструкции предприятий, в гидротехническом строительстве.

С использованием технологии «стена в грунте» можно сооружать:

- противодиффузионные завесы;
- туннели мелкого заложения для метро;
- подземные гаражи, переходы и развязки на автомобильных дорогах;
- емкости для хранения жидкости и отстойники;
- фундаменты жилых и промышленных зданий.

В зависимости от свойств грунта и его влажности применяют два вида возведения стен – сухой и мокрый.

Сухой способ, при котором не требуется глинистый раствор, применяется при возведении стен в маловлажных устойчивых грунтах.

Свайные стены могут возводиться как сухим, так и мокрым способом, при этом последовательно бурят скважины и бетонируют в них сваи.

Мокрым способом возводят стены подземных сооружений в водонасыщенных неустойчивых грунтах, обычно требующих закрепления стенок траншей от обрушения грунта в процессе его разработки и при укладке бетонной смеси. При этом способе в процессе работы землеройных машин устойчивости стенок выемок и траншей достигают заполнением их глинистыми растворами (суспензиями) с тиксотропными свойствами. Тиксотропность – важное технологическое свойство дисперсной системы восстанавливать исходную структуру, разрушенную механическим воздействием. Для глинистого раствора это способность загустевать в состоянии покоя и предохранять стенки траншей от обрушения, но и разжижаться от колебательных воздействий.

В выемках, отрытых до необходимых глубины и ширины под глинистым раствором, этот раствор постепенно замешают, используя в качестве несущих или ограждающих конструкций монолитный бетон, сборные элементы, различного рода смеси глины с цементом или другими материалами.

Наилучшими тиксотропными свойствами обладают бентонитовые глины. Сущность действия глинистого раствора заключается в том, что создается гидростатическое давление на стенки траншеи, препятствующее их обрушению, кроме этого на стенках образуется практически водонепроницаемая пленка из глины толщиной 2...5 мм. Глинизация стенок выемок позволяет отказаться от таких вспомогательных и трудоемких работ, как забивка шпунта, водопонижение и замораживание грунта.

При отрывке траншей используют оборудование циклического и непрерывного действия; обычно ширина траншей составляет 500... 1000 мм, но может достигать до 1500...2000 мм.

Для разработки траншей под защитой глинистого раствора применяют землеройные машины общего назначения – грейферы, драглайны и обратные лопаты, буровые установки вращательного и ударного бурения и специальные ковшовые, фрезерные и струговые установки.

Буровое оборудование позволяет устраивать «стену в грунте» в любых грунтовых условиях при заглублении до 100 м.

Нецелесообразно применять метод «стена в грунте» в следующих случаях:

- в грунтах с пустотами и кавернами, на рыхлых свалочных грунтах;
- на участках с бывшей каменной кладкой, обломками бетонных и железобетонных элементов, металлических конструкций и т. д.;
- при наличии напорных подземных вод или зон большой местной фильтрации грунтов.

Наиболее проста технология работ при устройстве противофильтрационных завес, которые обычно выполняют из монолитного бетона, тяжелых, ломовых и твердых глин. Назначение завес – предохранение плотин от проникновения воды за тело плотины.

Противофильтрационная завеса может быть применена при отрывке котлованов для предохранения их от затопления подземными водами. Отпадает потребность в замораживании грунта или понижении уровня грунтовых вод иглофильтровыми понизительными установками. Завеса действует постоянно, в то время как остальные методы используются только на период производства работ, хотя грунтовые воды могут быть очень агрессивными.

Работы по отрывке траншей, как и производство последующих работ, в случае близкого расположения фундаментов существующих зданий выполняют отдельными захватками, обычно через одну, т. е. первая, третья, вторая, пятая, четвертая и т. д.

Длину захватки бетонирования назначают от 3 до 6 м и определяют по следующим критериям:

- условиям обеспечения устойчивости траншеи;
- принятой интенсивности бетонирования;
- типу машин, разрабатывающих траншею;
- конструкции и назначению «стены в грунте».

Последовательность работ при устройстве монолитных конструкций по способу «стена в грунте»:

1) забуривание торцевых скважин на захватке;

2) разработка траншеи участками или последовательно на всю длину при постоянном заполнении открытой полости бентонитовым раствором, с ограничителями, разделяющими траншею на отдельные захватки;

3) монтаж на полностью отрытой захватке арматурных каркасов и опускание на дно траншеи бетонолитных труб;

4) укладка бетонной смеси методом вертикально перемещаемой трубы с вытеснением глинистого раствора в запасную емкость или на соседний, разрабатываемый участок траншеи.

Арматура «стены в грунте» представляет собой пространственный каркас из стали периодического профиля, который должен быть уже траншеи на 10...12 см. Перед опусканием арматурных каркасов в траншею стержни целесообразно смачивать водой для уменьшения толщины налипаемой глинистой пленки и увеличения сцепления арматуры с бетоном.

Бетонирование осуществляют методом вертикально перемещаемой трубы с непрерывной укладкой бетонной смеси и равномерным заполнением ею всей захватки снизу вверх.

Бетонолитные трубы – металлические трубы диаметром 250...300 мм, толщина стенок 8...10 мм, горловина – на объем трубы, съемный клапан ниже горловины, пыжи из мешковины.

Ограничители размеров захватки:

– при глубине траншеи до 15 м применяют трубы диаметром, меньшим ширины траншеи на 30...50 мм; их извлекают через 3...5 часов после окончания бетонирования на захватке, и образовавшаяся полость сразу заполняется бетонной смесью;

– при глубине траншеи до 30 м устанавливают ограничитель в виде стального листа, который приваривают к арматурному каркасу. При необходимости лист усиливается приваркой швеллеров.

– при длине захватки более 3 м бетонирование обычно осуществляют через две бетонолитные трубы одновременно. Для повышения пластичности

бетона и его удобоукладываемости применяют пластифицирующие добавки – спиртовую барду, суперпластификаторы.

Перерывы в бетонировании – до 1,5 часа летом и до 30 мин – зимой.

Бетонную смесь укладывают до уровня, превышающего высоту конструкции на 10...15 см для последующего удаления слоя бетона, загрязненного глинистыми частицами. При использовании виброуплотнения вибраторы укрепляют на нижнем конце бетонолитной трубы. При трубах длиной до 20 м применяют один вибратор, длиной до 50 м – два вибратора.

Трубы на границе захваток обязательно извлекают. Раннее извлечение приводит к разрушению кромок образовавшейся сферической оболочки, что нежелательно, а позднее приводит к защемлению трубы между бетоном и землей, и требуются значительные усилия для ее извлечения. Поэтому часто вместо труб ставят неизвлекаемые перемычки из листового железа, швеллеров или двутавров, обязательно привариваемых к арматурным каркасам сооружения.

Иногда для предохранения устья траншеи от разрушения и осыпания устраивают из сборных элементов или металла форшахты – оголовки траншей глубиной до 1 м для усиления верхних слоев грунта, или это траншея с укрепленными на глубину до 1 м верхними частями стенок.

8.6.2 Недостатки технологии «стена в грунте»

Ухудшается сцепление арматуры с бетоном, так как на поверхность арматуры налипают частицы глинистого раствора; много сложностей возникает при ведении работ в зимнее время, поэтому, когда позволяют условия, используют сборный и сборно-монолитные варианты. Применение сборного железобетона позволяет:

- повысить индустриальность производства работ;
- применять конструкции рациональной формы: пустотные, тавровые и двутавровые;
- иметь гарантии качества возведенного сооружения.

Недостатки сборного железобетона: требуется специальная технологическая оснастка для изготовления изделий, каждый раз индивидуального сечения и длины; сложность транспортирования изделий на строительную площадку; требуются мощные монтажные краны; стоимость сборного железобетона значительно выше, чем монолитного.

Вертикальные зазоры между сборными элементами заполняются цементным раствором при сухом способе производства работ. При мокром способе наружную пазуху траншеи заполняют цементно-песчаным раствором, а внутреннюю — песчано-гравийной смесью. Наружное заполнение в дальнейшем будет служить в качестве гидроизоляции.

Применяют два варианта сборно-монолитного решения:

- нижняя часть сооружения до определенного уровня состоит из монолитного бетона, вышележащие конструкции – из сборных элементов;
- сборные элементы применяют в виде опалубки-облицовки, которую устанавливают к внутренней поверхности траншеи, наружная полость заполняется монолитным бетоном.

При строительстве туннелей и замкнутых в плане сооружений после устройства наружных стен грунт извлекается из внутренней части сооружения и его отвозят в отвал, днище бетонируют или устраивают фундаменты под внутренние конструкции сооружения.

8.6.3 Преимущества метода «стена в грунте»

Метод «стена в грунте» обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами строительства. Одним из самых важных является возможность устройства глубоких котлованов в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений, что особенно важно при строительстве в стесненных городских условиях, а также при реконструкции сооружений.

Отпадает необходимость в устройстве водопонижения или водоотлива; уменьшаются объемы земляных работ. Появляется возможность одновременно производить работы по устройству подземных частей зданий методом «up & down», что резко сокращает сроки их строительства.

8.6.4 Оборудование для выполнения работ

Для разработки траншеи под стену в грунте применяется оборудование двух типов: плоский грейфер (ковш) и гидравлическая фреза. При помощи ковшового оборудования можно разрабатывать только дисперсные составы (пески, глины), гидрофрезерное оборудование способно разрабатывать все типы: от дисперсных до полускальных (аргиллиты, алевролиты, песчаники).



Рис. 8.8. Гидрофрезерное оборудование



Рис. 8.9. Разработка грунта



Рис. 8.10. Установка арматуры

8.6.5 Технологический процесс метода

При строительстве методом «стена в грунте» выполняются следующие основные технологические процессы:

- монтаж оборудования (завода по очистке бентонита);
- устройство форшахты;
- разработка траншеи под бентонитом отдельными захватками;
- армирование и бетонирование захваток.

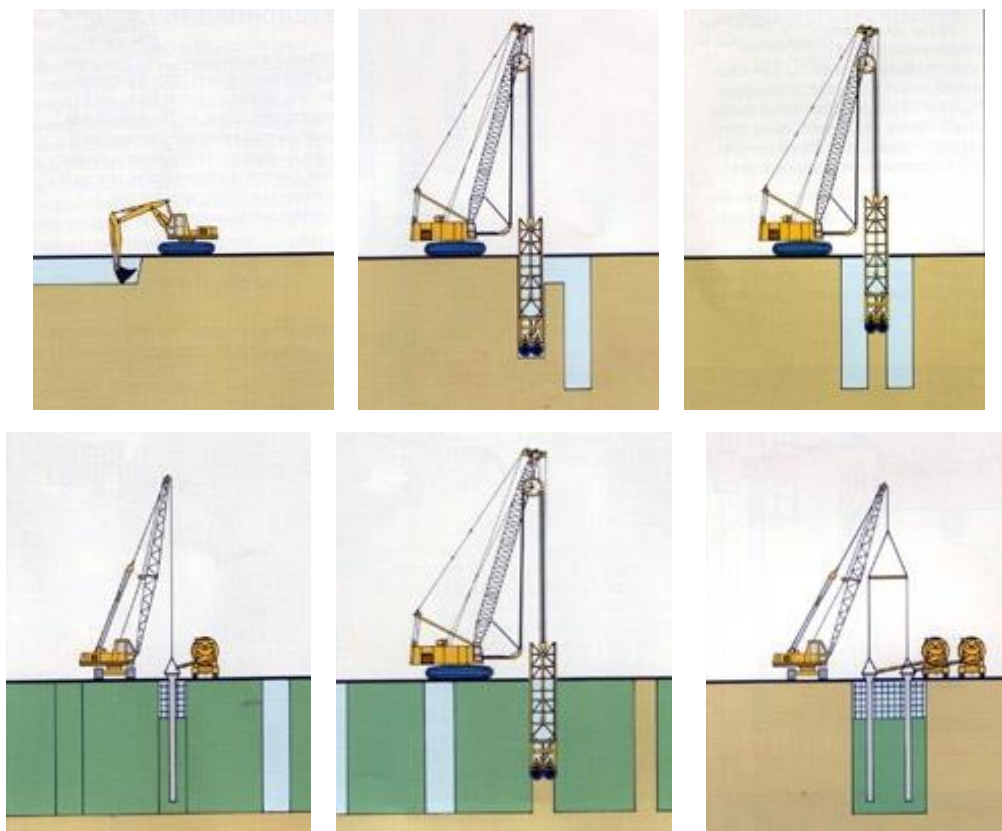


Рис. 8.11. Поэтапный процесс сооружения «стены в грунте»

Перед началом сооружения конструкции стены в грунте должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- установка ограждения стройплощадки;
- вскрытие и перекладка подземных коммуникации, попадающих в габариты стен;
- разбивание осей стен;

- планировка поверхности и устройство временных дорог;
- установка временных административно-бытовых помещений;
- подготовка мест для складирования строительных материалов и конструкций;
- завоз и монтаж технологического оборудования;
- при необходимости проведены пробные испытания грунтовых анкеров крепления стен.

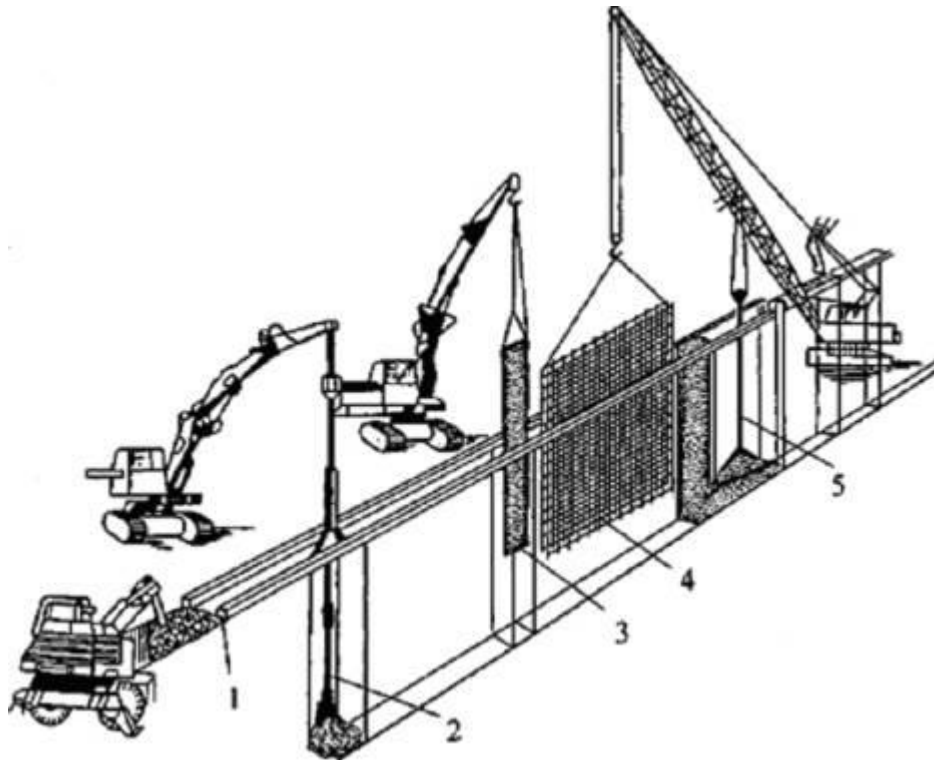


Рис. 8.12. Технологическая схема устройства «стены в грунте»:

- 1 – устройство форшахты (укрепление верха траншеи); 2 – рытье траншеи на длину захватки; 3 – установка ограничителей (перемычек между захватками); 4 – монтаж арматурных каркасов; 5 – бетонирование на захватке методом вертикально перемещаемой трубы*

III. МОНТАЖ ВНУТРЕННИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

9. МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

9.1 Внутренние инженерные системы здания

Внутренние инженерные системы здания включают в себя электрические сети, водопровод, канализацию, систему кондиционирования, отопление и кабельные сети (ТВ, телефон, интернет). Лишь благодаря их наличию дом можно назвать действительно комфортным и удобным для жизни.

Инженерными системами называют системы инженерно-технического обеспечения, используемые для бесперебойной подачи тепла, света, газа, холодной и горячей воды, а также для осуществления водоотведения, вентиляции и кондиционирования, телефонной и интернет связи, защиты от пожара и вторжения и пр. в зданиях различного назначения.

Виды внутренних инженерных систем:

- прежде всего, это отопление и индивидуальные тепловые пункты,
- системы вентиляции и кондиционирования, включая обеспечение дымоудаления,
- водоснабжение и водоотведение, в т.ч. ливневая канализация,
- системы, обеспечивающие противопожарную безопасность – автоматические пожарные сигнализации, пожаротушение разных видов,
- электроснабжение,
- системы, предназначенные для обеспечения охраны и видеонаблюдения,
- системы контроля и управления доступом,
- а также прокладка кабелей для телефонизации, организации теле-

и радиовещания, создания локально-вычислительных сетей и подключения доступа к Интернету,

- сюда же относятся системы автоматизации и диспетчеризации, разработка автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии и пр.

Для обеспечения эффективного брикетирования отечественными предприятиями и зарубежными фирмами разработано и освоено значительное количество типов и видов основного и вспомогательного оборудования, обладающего различными технологическими возможностями, эффективно работающего с теми или иными видами сырья, способного обеспечить самые высокие требования к качеству выполнения той, или иной операции. Возможности отечественных производителей позволяют полностью удовлетворить потребности в комплектации брикетирующих установок.

Технологическое оборудование классифицируют по способу и особенностям обработки материала, характеру движения материала, виду инструмента обработки, конструкции, типу привода и т.п. В соответствии с этим оборудование брикетных фабрик делят на *группы* в зависимости от особенностей технологических операций, которые на них выполняют.

Группа оборудования включает *типы*, каждый из которых объединяет оборудование по назначению либо компоновке узлов, степени механизации и автоматизации и т.п.

Тип оборудования подразделяют на виды. *Вид* отличает отдельные образцы оборудования одинакового типа, которые достигают один и тот же результат различными приёмами, в основу которых положены определённые физические или химические процессы.

Вид оборудования включает модели. *Модель* отличает отдельные образцы оборудования одинакового вида, в которые внесены конструктивные изменения, улучшающие выполнение тех или иных технологических операций или отдельных технико-экономических параметров.

В соответствии с выбранной технологией брикетирования, включающей стадии подготовки сырья, прессования и упрочнения брикетов, всё

оборудование делится на три группы.

Первая группа – оборудование для подготовки сырья и отгрузки брикетов. Она включает следующие типы оборудования: бункеры, питатели, транспортёры, элеваторы, грохоты, дробилки, мельницы, дезинтеграторы, смесители.

Вторая группа – прессующее оборудование, включая брикетные прессы различных систем и конструкций.

Третья группа – сушильное оборудование: проходные (ленточные) сушилки различных модификаций, шахтные печи, вращающиеся печи и др.

В связи с большим разнообразием различных систем, конструкций и моделей одних и тех же типов оборудования рассмотрим только наиболее распространённые, хорошо зарекомендовавшие себя виды *стандартизированного оборудования*, т.е. оборудования, на которое установлен какой-либо стандарт: ISO, ГОСТ, ОСТ, ДСТУ или СТП.

Нестандартизированное оборудование, т.е. такое, на которое стандарт не устанавливается в виду его большого разнообразия (сооружения, строительные конструкции, бункеры, различные ёмкости, течи и т.п.), не рассматриваем.

Монтаж внутренних инженерных систем представляет собой работы по непосредственной прокладке сетей внутри здания или сооружения, а также по установке оборудования.

Однако монтажу всегда предшествуют работы по проектированию, которые должны учесть все особенности конкретного объекта и потребностей потребителей. Так, размеры инженерного оборудования должны соотноситься с размерами помещений, а система кондиционирования - работать, не вступая в противоречия с системой отопления, чтобы избежать повышения издержек на содержание здания.

9.2 Виды технологического оборудования

Трудно переоценить важность качественного монтажа инженерных систем здания. Если сравнивать строительство с анатомией, внутренние коммуникации объекта играют роль систем жизнедеятельности, обеспечивающих функционирование всего «тела». Их качество и долговечность определяют возможность нормальной эксплуатации помещения, малейший сбой в работе бывает весьма чувствителен.

Проектирование внутренних инженерных систем - это важнейший этап в любом серьезном ремонте или строительстве, включающий в себя:

- выработку концепции и составление технического задания;
- выпуск проекта инженерных сетей.

Техническое задание содержит исходные данные, планировку объекта и перечень работ по монтажу инженерных систем, основанный на требованиях заказчика. В документе должно быть указано, какой функционал должны выполнять установленные сети после завершения работ. Подробное техническое задание может даже регламентировать технологии и условия выполнения монтажа инженерных систем. На основе такого ТЗ можно составить смету, в которой прописываются все статьи расходов (стоимость работ, оборудования и материалов).

На основе технического задания наши проектировщики приступают к расчетам и детальной разработке чертежей инженерных систем здания, после чего проект оформляется в виде тома. В конечном итоге заказчик получает на руки полный комплект рабочей документации. Остается согласовать документацию, подписать ее в производство работ и приступить к воплощению проекта в жизнь.

На водопроводных и канализационных сооружениях монтируют разнообразное технологическое оборудование. Так, на водозаборных сооружениях устанавливают сороудерживающие решетки и сетки, затворы, сетчатые барабанные фильтры и другое оборудование, а на сооружениях для очистки природных вод — напорные кварцевые, ионообменные и сорбционные

фильтры, хлораторы, дозаторы, электролизные, озонаторные и бактерицидные установки, машины для дробления и гашения извести, гидроциклоны, расходомеры и т.п. На канализационных очистных сооружениях монтируют решетки, решетки-дробилки, щитовые затворы, оборудование для сброса, удаления и утилизации осадков, оборудование биофильтров, аэротенков, метатенков и др. На насосных, воздухоудувных и компрессорных станциях монтируют соответственно насосы, воздухоудувки и вентиляторы с электродвигателями, а также электрооборудование (трансформаторные подстанции, щиты управления). Вентиляторы устанавливают также на вентиляторных градирнях. В зданиях водозаборов, насосных и водоочистных станциях монтируют подъемно-транспортное оборудование (подвесные и мостовые краны, тали и др.). На трубопроводах монтируют задвижки, клапаны и вентили.

Готовность зданий и сооружений к монтажу оборудования предполагает устройство в них сборочных площадок и возведение фундаментов и опорных конструкций под оборудование, прокладку подземных коммуникаций, обратную засыпку и уплотнение грунта до проектных отметок, устройство стяжки под полы и каналы, монтаж подкрановых путей и монорельсов. В машинных залах насосных станций до начала монтажа оборудования должны быть закончены все строительные работы, включая отделочные.

Подготовка оснований под оборудование. Фундаменты и постаменты под оборудование выполняют из бетона и железобетона. Они могут быть монолитными, сборно-монолитными и сборными. Однако независимо от своей конструкции они состоят из верхней части А, выступающей над полом, на котором монтируют оборудование, и нижней Б, опирающейся на грунт (рис. 9.1, а). Фундаменты и постаменты должны быть забетонированы в соответствии с проектом и не иметь поверхностных трещин, повреждений углов и оголенной арматуры. На всех фундаментах, сдаваемых под монтаж оборудования, должны быть заделаны металлические пластины (марки) с нанесенными на них осевыми и высотными отметками.

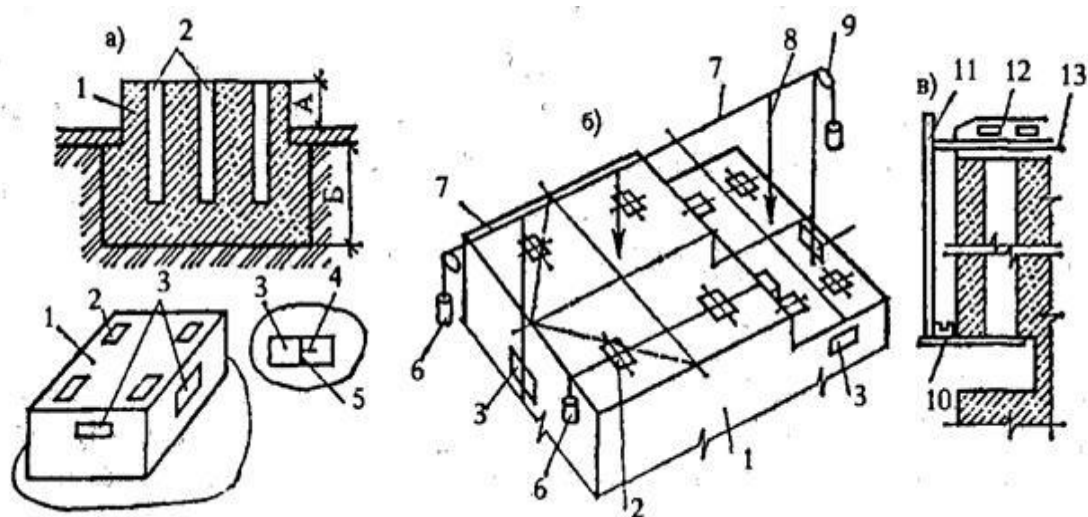


Рис. 9.1 Конструкция фундамента насосного агрегата (а), схема его разметки (б) и проверка глубины колодца (в)

1 – фундамент, 2 – колодцы, 3 – планки, 4 – высотная отметка, 5 – осевая отметка, 6 – груз, 7 – струна, 8 – отвес, 9 – блок, 10 – уровень, 11 – рейка, 12 – проверочная линейка, 13 – отметка низа рамы насоса

Крупные и тяжелые фундаменты в течение определенного времени дают осадку на 50 мм и более. Поэтому по окончании бетонирования фундамента наблюдают за его осадкой и при выверке оборудования по реперам учитывают возможные отклонения. Фундаменты, на которых оборудование устанавливают с последующей подливкой раствором (насосы, вентиляторы и др.), сдаются под монтаж забетонированными до уровня на 50 – 60 мм ниже проектной отметки опорной поверхности оборудования. Готовые фундаменты и постаменты принимают только при полном соответствии проекту их геометрических размеров, расположения закладных деталей и отверстий. Правильность размеров и осей фундаментов, колодцев, ниш и проемов проверяют с помощью струн, грузов и отвесов (рис. 9.1, б). Вдоль главной оси монтируемого агрегата на высоте 200 - 250 мм над фундаментом подвешивают струны из рояльной проволоки и натягивают их с помощью грузов так, чтобы опущенные с них отвесы попадали в точки пересечения высотных и осевых отметок планок. Размеры фундамента и правильность заложения колодцев, каналов проверяют от установленных струн и отвесов масштабной линейкой. Прямоугольность фундамента проверяют натяжением шнуров по его

диагоналям, которые должны быть равны. Глубину колодцев и проемов от высотных отметок проверяют с помощью рейки, линейки и уровня (рис. 9.1, в).

К началу работ по монтажу оборудования необходимо подготовить приобъектные склады и площадки для укрупнительной сборки и подготовки оборудования к установке; разработать, утвердить и передать монтажной организации проект производства работ (ППР); доставить на строительство оборудование в соответствии с графиком монтажных работ; выполнить в необходимом для начала монтажа оборудования объеме строительную часть зданий, сооружений и фундаментов, устроив в них монтажные проемы, отверстия для крепления оборудования и установив нужные закладные детали; смонтировать подъемно-транспортное оборудование (эксплуатационное и временное), используемое для монтажа; выполнить мероприятия по технике безопасности и охране труда.

Для монтажа оборудования механизированными методами поставка габаритного оборудования должна обеспечиваться в полностью собранном виде, не требующем при монтаже разборки для ревизии и расконсервации. Негабаритное и тяжеловесное оборудование транспортируют на специальных транспортных средствах в собранном виде или отдельными частями максимально возможных габаритов. Следует также производить дополнительное укрупнение оборудования перед установкой его в проектное положение, рационально совмещать строительные, монтажные и специальные работы, максимально использовать для монтажа эксплуатационное подъемно-транспортное оборудование (мостовые краны, тали и др.), а также грузоподъемные механизмы, предусмотренные для общестроительных и других работ.

9.4 Необходимые монтажные приспособления и инвентарь.

К началу работ по монтажу оборудования необходимо подготовить приобъектные склады и площадки для укрупнительной сборки и подготовки оборудования к установке; разработать, утвердить и передать монтажной организации проект производства работ (ППР); доставить на строительство оборудование в соответствии с графиком монтажных работ; выполнить в необходимом для начала монтажа оборудования объеме строительную часть зданий, сооружений и фундаментов, устроив в них монтажные проемы, отверстия для крепления оборудования и установив нужные закладные детали; смонтировать подъемно-транспортное оборудование (эксплуатационное и временное), используемое для монтажа; выполнить мероприятия по технике безопасности и охране труда.

Для монтажа оборудования механизированными методами поставка габаритного оборудования должна обеспечиваться в полностью собранном виде, не требующем при монтаже разборки для ревизии и расконсервации. Негабаритное и тяжеловесное оборудование транспортируют на специальных транспортных средствах в собранном виде или отдельными частями максимально возможных габаритов. Следует также производить дополнительное укрупнение оборудования перед установкой его в проектное положение, рационально совмещать строительные, монтажные и специальные работы, максимально использовать для монтажа эксплуатационное подъемно-транспортное оборудование (мостовые краны, тали и др.), а также грузоподъемные механизмы, предусмотренные для общестроительных и других работ.

Оборудование должно поставляться на строительство и передаваться в монтаж комплектно; оно должно удовлетворять государственным и отраслевым или техническим условиям, иметь технические паспорта, сертификаты или другие документы предприятия-изготовителя, удостоверяющие их качество и заводскую готовность. Условия хранения оборудования должны соответствовать требованиям заводских инструкций. Передачу его в монтаж производят по заявкам монтажников в установленные

сроки и в соответствии с принятой последовательностью строительно-монтажных работ.

Подъем и перемещение оборудования в процессе монтажа выполняют с помощью грузоподъемных приспособлений - однорольных и многорольных блоков, лебедок, домкратов, монтажных мачт и порталных подъемников. Применяют также самоходные гусеничные, пневмоколесные, башенные и тракторные краны, и краны-трубоукладчики. Используют для монтажа оборудования и эксплуатационные мостовые и подвесные краны, тали, установленные в зданиях насосных и водоочистных станций. При монтажных работах применяют стропы, захваты и траверсы. В целях безопасного ведения работ используют инвентарные, подъемно-подвесные и выпускные леса, монтажные люльки и т.п.

10 МОНТАЖ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАСОСОВ

Монтаж горизонтальных насосов, как центробежных, так и поршневых, начинают с установки плит или рам на фундамент и выверки его в плане, по высоте и горизонтали. Допускаются отклонения плиты (рамы) в плане и по высоте до 10 мм, а по горизонтали - 0,1 мм на 1 м длины плиты.

Сборочные единицы (узлы) насосов устанавливают на общей раме (рис. 10.1, а) или на отдельных рамах (рис. 10.1, б). Фундамент под насосный агрегат (рис. 10.1, в) имеет в плане прямоугольную форму с восемью анкерными гнездами, если насос и двигатель поставляются на отдельных рамах, или четырем - при поставке их на общей раме. Между рамой агрегата и верхом фундамента оставляют зазор 30 - 50 мм для монтажной под-бетонки (подливки). Насос и электродвигатель крепят к опорным планкам рамы с помощью шпилек. Анкерные болты для крепления рамы к фундаменту изготавливают из круглой стали длиной, равной 20 - 25 их диаметра.

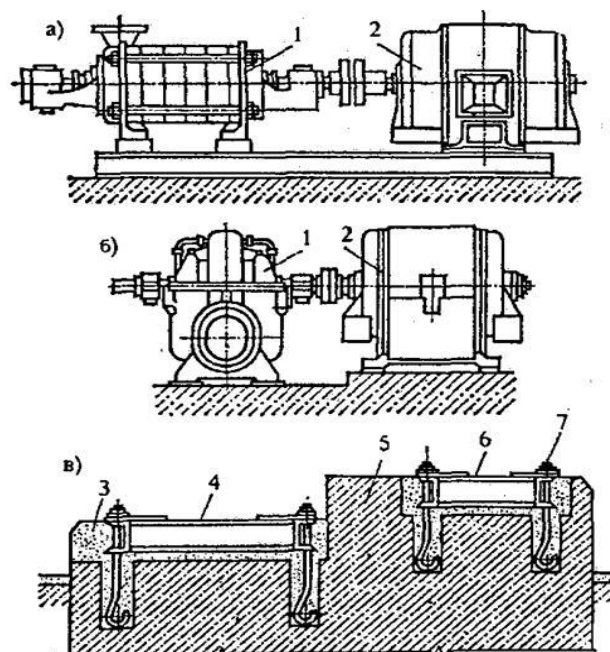


Рис. 10.1 Установка горизонтальных насосов

1 – насос, 2 – электродвигатель, 3 – монтажная подбетонка (подливка), 4 – рама под насос, 5 – фундамент, 6 – рама под электродвигатель, 7 – анкерный болт

Насосы и насосные агрегаты монтируют монтажными кранами, но чаще для этой цели используют мостовые и подвесные краны, тали, которыми оборудуют здания насосных станций. Применяют также переносные треноги с ручной талью, лебедки и другие механизмы.

Монтаж горизонтального насосного агрегата с отдельными опорными плитами под насос и электродвигатель (см. рис. 10.1, б) обычно начинают с установки на фундамент насоса вместе с опорной плитой или рамой, выверяют ее и крепят к фундаменту. После этого насос является базой, к которой центрируют электродвигатель (в агрегатах без редуктора). В агрегатах с редуктором насос и электродвигатель центрируют к выверенному и закрепленному редуктору, а в агрегатах с гидромуфтой редуктор, насос и электродвигатель - к выверенной и закрепленной гидромуфте. Насосные агрегаты на общей раме устанавливают на фундамент за один прием. Эти насосные агрегаты, а также на отдельных плитах перед подливкой бетонной смесью выверяют по высотным отметкам относительно репера или насечки. Проверяют также положение насосного агрегата по осям в плане и в

горизонтальной плоскости. При этом используют метод натянутых струн и отвесов (рис. 10.2, а). С этой целью натягивают горизонтально продольные 3 и поперечные 6 струны, на которые вешают отвесы 2 и 5 так, чтобы они совпадали с соответствующими насечками на фундаменте 8. На натянутых и закрепленных продольных струнах каждого насоса 4 с обеих сторон вешают отвесы 2 так, чтобы один отвес совпал с центром всасывающего патрубка насоса и насечкой 1 на фундаменте, а второй - с осью электродвигателя 9. Если монтируют несколько насосных агрегатов, то натягивают и крепят поперечную струну 6. При этом отвесы 5, опущенные с натянутой струны, должны совпадать с центрами нагнетательных патрубков. При монтаже насосов и электродвигателей, расположенных на отдельных опорных рамах или плитах, особое внимание обращают на обеспечение необходимого зазора между торцами полумуфт, указанного в паспорте насоса.

Наиболее ответственной операцией при монтаже горизонтальных и вертикальных насосных агрегатов является центровка валов по полумуфтам. При проверке по полумуфтам валы насоса и электродвигателя устанавливают так, чтобы торцовые плоскости полумуфт были параллельны и расположены концентрично. Необходимо совпадение образующих цилиндрических поверхностей обеих полумуфт и равенство зазоров между их торцами в любом положении. Зазоры по окружности полумуфт называют радиальными, а между торцовыми плоскостями их - осевыми.

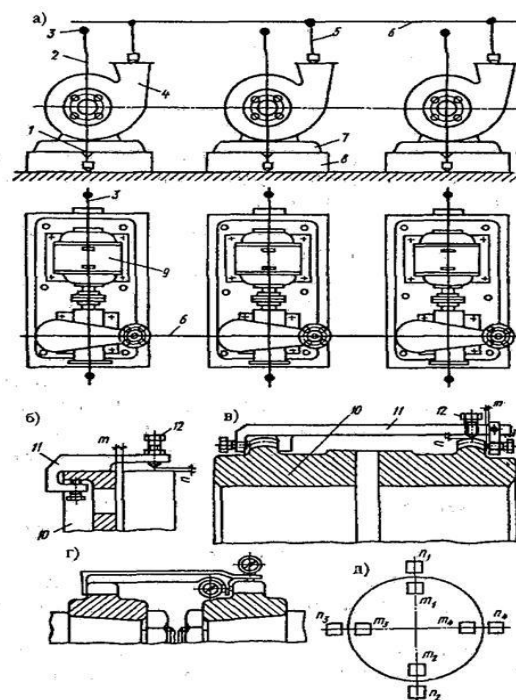


Рис.102 – Выверка насосов с помощью струн и центровка муфт с помощью щупа и индикатора

1 – насечка осевая, 2, 5 – отвесы, 3, 6 – продольная и поперечная струны, 4 – насос, 7 – плита, 8 – фундамент, 9 – электродвигатель, 10 – полумуфта, 11 – скоба, 12 – винт, n , m – замеры щупом

Для проверки соосности полумуфт в зависимости от их конструкции применяют различные приспособления. Так, concentricity проверяют щупом по зазору между скобой, установленной на одной половине пальцевой муфты, и образующей поверхностью другой половины (рис. 10.2, б). Зазоры между торцовыми плоскостями полумуфт измеряют щупом в четырех противоположных точках по окружности. Зубчатые муфты, у которых торцы удалены один от другого, проверяют с помощью щупов или индикаторов, укрепленных на одной из полумуфт (рис. 12.2, в, г). Подъемом или сдвигом подшипников или корпусов насосов достигают параллельности и concentricity расположения муфт. Запись проверки соосности полумуфт ведут по круговой диаграмме (рис. 10.2, д), причем замеры по окружности n представляют во внешних прямоугольниках, а замеры по торцу m - во внутренних. Для проверки вал устанавливают в начальное (нулевое) положение, а затем оба вала поворачивают на 90° , 180° , 270° по направлению вращения и измеряют при

этом зазоры n и m , снимая в каждом положении по одному замеру n_1, n_2, n_3, n_4 по окружности и по четыре замера по торцам полумуфт в диаметрально противоположных частях m_1, m_2, m_3, m_4 . При правильной установке должно выполняться равенство замеров $n_1 + n_2 = n_3 + n_4$ и $m_1 + m_2 = m_3 + m_4$. Замеры по торцам полумуфт подсчитывают как среднее арифметическое.

После центровки насосных агрегатов подливают бетонную смесь, набивают сальники, монтируют смазочную систему (если она имеется) и присоединяют трубопроводы. Затем агрегаты испытывают вхолостую и под нагрузкой.

Монтаж вертикальных насосов (рис.10.3, а) производят как в собранном, так и в разобранном виде (что намного сложнее). При поставке вертикального насоса в разобранном виде перед его установкой вначале проверяют фундамент, затем через проем для электродвигателя на нижний этаж к месту монтажа подают сборочные единицы. Сначала устанавливают фундаментные плиты насоса и выверяют их по высотной отметке металлической линейкой, а в горизонтальной плоскости - уровнем. Отклонения при этом не должны превышать по вертикальной отметке ± 1 мм и по горизонтальной плоскости 0,3 мм на 1 м. Затем устанавливают и закрепляют болтами корпус 3 насоса, а на верхнем этаже монтируют статор электродвигателя 1 и выверяют его положение уровнем с ценой деления 0,1 мм на 1 м. Отклонения не должны превышать по вертикальной отметке ± 1 мм и по горизонтальной плоскости 0,1 мм на 1 м. После этого приступают к центровке насосного агрегата по вертикальной оси струной и отвесом (рис. 10.3, б). За базу принимают уплотняющее кольцо корпуса насоса 3, а струну 6 натягивают через центр насоса и статора.

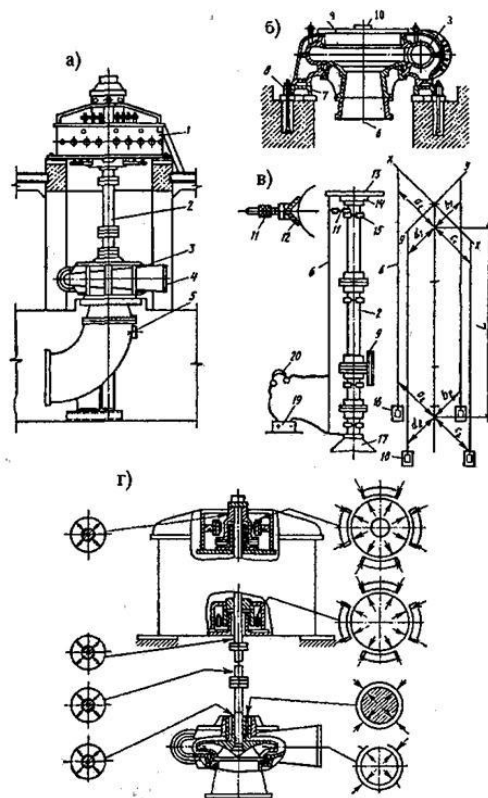


Рис. 10.3 Установка и выверка вертикального насоса

а – общая схема установки вертикального насоса, *б* – выверка корпуса насоса, *в* – центрирование вертикальных валов с помощью четырех струн, *г* – схемы мест проверки биения вала индикаторами и проверяемых зазоров, 1 - электродвигатель, 2 - трансмиссионный вал, 3 - корпус насоса, 4 - напорный патрубок, 5 - входной патрубок, 6 - струна, 7 - плита опорная, 8 - болт фундаментный, 9 - линейка контрольная, 10 - уровень, 11 - штихмасс, 12 - опора, 13 - крестовина, 14 - прокладка, 15 - хомут, 16 - емкость с маслом, 17 - насос, 18 - груз, 19 - батарея, 20 – наушники

Зазоры между струной и уплотняющим кольцом насоса замеряют штихмассом электроакустическим методом (штихмасс – это прибор для измерения внутренних линейных размеров деталей, в зависимости от конструкции бывает микрометрическим и индикаторным. Пределы измерений от 0,2 мм до 10 м). Он состоит в том, что цепь с радионаушниками и источником тока (батарейкой) одним концом присоединяют к струне, а другим - к раме (или цилиндрам). При замерах соосности один конец штихмасса устанавливают на обработанную поверхность рамы или цилиндра и подбирают его длину, при которой второй конец легко касается струны. При касаниях цепь замыкается и в наушниках слышится треск. Расстояние до

струны считается замеренным правильно, если уменьшение длины штихмасса на 0,02 мм не дает контакта в цепи. Несоосность рамы и цилиндра не должна превышать 0,15 - 0,2 мм. После предварительной центровки насоса и статора подливают бетонной смесью фундаментные болты, а когда бетон затвердеет, насосный агрегат центрируют окончательно. Отклонения по соосности при этом не должны превышать 0,03 - 0,05 мм.

Ротор насоса устанавливают на нижнюю крышку корпуса, после чего ставят верхнюю крышку с вкладышами подшипника и предварительно выверяют вертикальность вала насоса рамным уровнем (допустимое отклонение не более 0,04 м на 1 м вала). Затем монтируют трансмиссии и собирают электродвигатель, проверяя при этом зазоры между ротором и статором сверху и внизу в четырех диаметрально противоположных точках. Зазоры не должны превышать $\pm 10\%$ проектного размера.

Более точно центрирование вертикальных насосных агрегатов выполняют электроакустическим способом с помощью четырех вертикальных струн (рис. 10.3, в). От закрепленной на верхнем фланце вала 2 крестовины 13 опускают четыре струны 6 во взаимно перпендикулярных плоскостях. Грузы 18 на концах струн погружают в емкости с маслом 16 для повышения устойчивости струн. Струны от вала изолируют прокладкой 14. Струну через наушники 20 и батарею 19 подключают к насосу 17. Вместо наушников в цепь иногда включают миллиамперметр. Штихмасс 11с помощью опоры 12 поворачивают на валу 2. В местах измерений на центрируемых валах устанавливают хомуты. В момент касания головки штихмасса и струны, что фиксируется треском в наушниках, измеряют расстояние а, b, с, d по четырем струнам.

После выверки вертикальности вала и зазоров в подшипниках подливают бетонную смесь под плиты насоса и электродвигателя и, когда бетон затвердеет, перебирают сальники, ставят вспомогательное оборудование, присоединяют трубопроводы, а затем приступают к опробованию и испытанию насосного агрегата.

Трубопроводы к насосу присоединяют только после фиксирования его к фундаментной плите или раме контрольными штифтами. Если к насосу присоединяют трубопровод большего диаметра, чем патрубок насоса, между ними устанавливают переходный конический патрубок с углом конусности не более 10° на напорном трубопроводе и 15° - на всасывающем. Трубопроводы в насосной станции прокладывают открыто (по строительным конструкциям) и закрыто (в нишах, лотках и каналах). Трубы соединяют в основном на сварке, однако применяются резьбовые, фланцевые и разборные соединения. Резьбовые применяют для присоединения контрольно-измерительных приборов, а фланцевые соединения - на отдельных участках для обеспечения возможности их разборки в случае необходимости. Разборные соединения на сгонах и фланцах применяют для установки арматуры (задвижек, клапанов и др.). Трубопроводы, проложенные горизонтально, должны иметь уклоны для опорожнения и выпуска воздуха из верхних точек. Трубопроводы, проложенные вертикально, могут иметь отклонения от вертикали не более 2 мм на 1 м высоты.

Снимать заглушки с патрубков насоса для присоединения к нему испытанных трубопроводов разрешается только после полного окончания их монтажа, очистки, промывки и продувки (во избежание попадания в насос посторонних предметов). Снимать пломбы и заглушки с присоединительных патрубков насосного агрегата и присоединять к ним трубопроводы следует в присутствии представителей монтажной организации и технического надзора заказчика. После присоединения трубопроводов к насосу его повторно центрируют, а затем на поверхность труб наносят антикоррозионное лакокрасочное покрытие.

Арматуру на трубопроводах насосной станции устанавливают в местах, обеспечивающих беспрепятственный доступ к ней при обслуживании. На объект арматуру подают чаще всего комплектно с фланцами и приваренными к ним патрубками. Устанавливают арматуру в процессе монтажа тру-

бопроводов станции. Иногда в случае отсутствия арматуры на фланцах устанавливают вставки из трубы (катушки) длиной, соответствующей длине арматуры. Затем вместо катушек устанавливают узлы арматуры.

Манометры или вакуумметры монтируют так, чтобы их шкала была видна с рабочего места машиниста. К трубопроводу манометр подключают через трехходовой кран. Водомеры и дифференциальные манометры в комплекте с сужающимися устройствами при диаметре условного прохода до 40 мм присоединяют к трубопроводу на муфтах, а при большем диаметре на фланцах.

11 МОНТАЖ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Монтаж мостовых кранов, применяемых в зданиях насосных станций, фильтров, реагентного хозяйства, ведут различными способами, в том числе в наклонном положении с помощью одной или двух монтажных мачт (рис. 11.1, а). Применяют также безмачтовый монтаж с помощью гусеничного крана или лебедок и системы полиспастов, закрепленных за верх колонн (рис. 11.1, б) или за стропильные фермы здания (рис. 11.1, в).

Монтаж узлов задвижек требует особой тщательности при производстве работ. Перед их монтажом проверяют исправность маховика и сальника, а также отсутствие в литье задвижки трещин и раковин, забоин на уплотнительных поверхностях фланцев; работу дисков проверяют поднятием их вверх до отказа и опусканием обратно, смазывают резьбу и заменяют сальниковую набивку. Если требуется, задвижку подвергают гидравлическому испытанию.

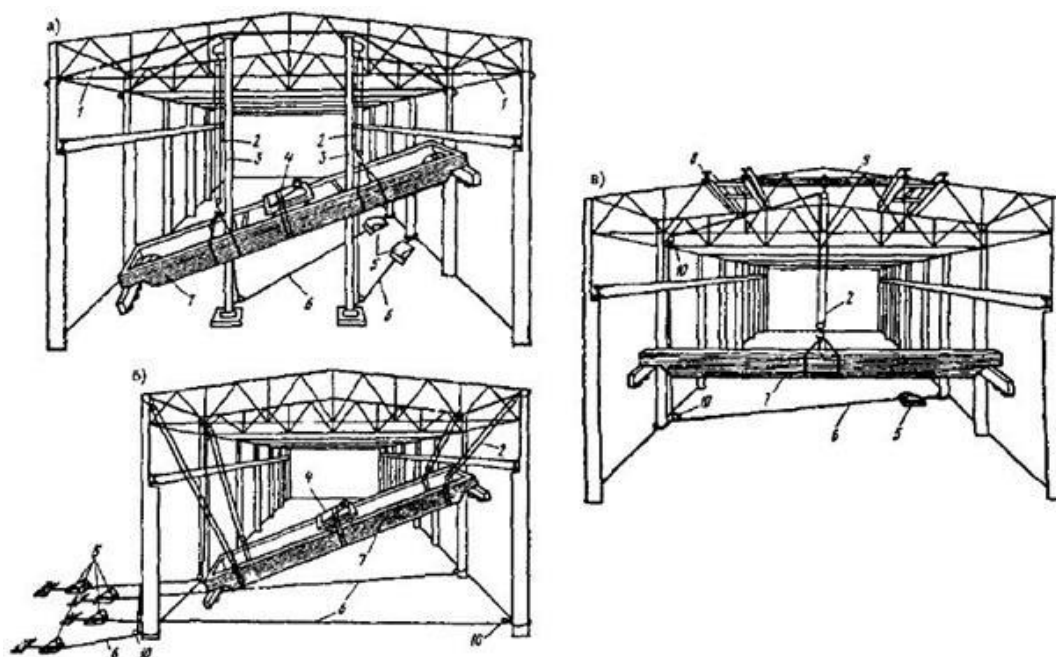


Рис. 11.1 – Схемы монтажа мостового крана в здании насосной станции

1 – ванты, 2 – грузоподъемные полиспасты, 3 – монтажные мачты, 4 – грузоподъемная тележка крана, 5 – лебедки, 6 – сбегающие нити полиспастов, 7 – мост крана, 8 – вспомогательные балки, 9 – монтажная балка, 10 – отводные блоки

Монтаж узла задвижки (рис. 11.2) включает: строповку и перемещение узла к месту установки (рис. 11.2, а), установку узла на подготовленное основание, центрирование стыка и выверку положения задвижки, прихватку стыка электросваркой. При строповке ветви стропа пропускают под фланцевым соединением корпуса так, чтобы узлы строповки находились в одной плоскости с осями задвижки и шпинделя (рис. 11.2, б). Убедившись в правильности строповки, краном поднимают узел на высоту 0,3 м и поворотом стрелы направляют его к месту установки. Там задвижку принимают, подводят входным патрубком к трубе и, центрируя стык, устанавливают на плиту основания. Затем по отвесу, прикрепленному к маховику, по оси шпинделя краном устанавливают задвижку строго вертикально, после чего с помощью центратора окончательно центрируют стык (рис. 11.2, б) и сваривают его.

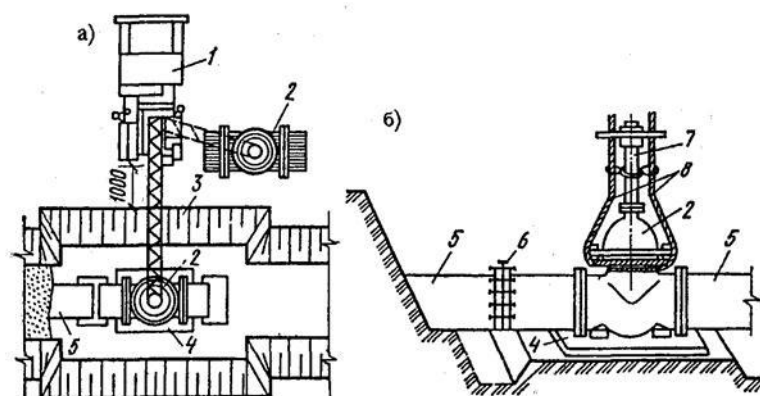


Рис. 11.2 – Монтаж узла задвижки

1 – кран, 2 – узел задвижки, 3 – котлован, 4 – плита основания, 5 – трубопровод, 6 – центратор, 7 – шпindelь, 8 – ветви стропа

12 ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛОВ ВНУТРЕННИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

12.1 Прокладка пластмассовых трубопроводов

Применение пластмассовых трубопроводов для внутренних сетей определяется проектом. Для систем внутренней бытовой канализации пластмассовые трубопроводы следует применять преимущественно в домах с санитарно-техническими кабинами или блоками, доставляемыми на строительную площадку в готовом для монтажа виде.

Пластмассовые трубы диаметром до 110 мм должны быть проложены, как правило, в шахтах, коробах, бороздах и т. п. В местах возможного механического повреждения пластмассовых труб следует применять только скрытую прокладку в бороздах, каналах, шахтах.

К местам прокладки пластмассовых трубопроводов должен быть обеспечен легкий доступ посредством установки дверок, съемных щитов, решеток и т.п.

Трубопроводы не должны примыкать вплотную к поверхности строительных конструкций. Расстояние в свету между трубами и строительными конструкциями должно быть не менее 20 мм.

Расстояние в свету между пластмассовыми трубами и параллельно проложенными стальными трубами отопления и горячего водоснабжения должно быть не менее 100 мм. Пластмассовые трубы должны проходить,

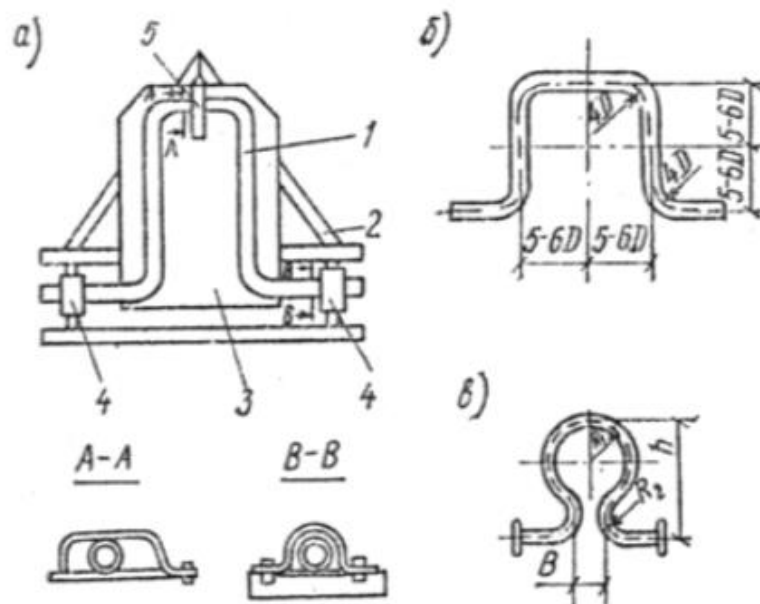


Рис. 12.1. Устройство а, размеры П-образного компенсатора для труб диам, до 50 мм б; и лирообразного компенсатора в 1 — пластмассовый трубопровод; 2 — жесткий каркас; 3 — опора; 4 — направляющие хомуты; 5 — компенсационный хомут

как правило, ниже труб отопления и горячего водоснабжения. Расстояние в свету между пересекающимися пластмассовыми трубами и стальными трубами отопления и горячего водоснабжения должно быть не менее 50 мм.

В местах прохода через строительные конструкции пластмассовые трубы необходимо прокладывать в футлярах. Длина футляра должна на 30—50 мм превышать толщину строительной конструкции. Расположение стыков в футлярах не допускается.

Конструкцию П-образных и лирообразных компенсаторов для труб из ПВХ следует принимать в соответствии с рис. 12.1.

Для труб наружным диаметром до 50 мм при расстоянии между неподвижными креплениями менее 12 м размеры П-образного компенсатора допускается принимать в соответствии с рис. 12.1.

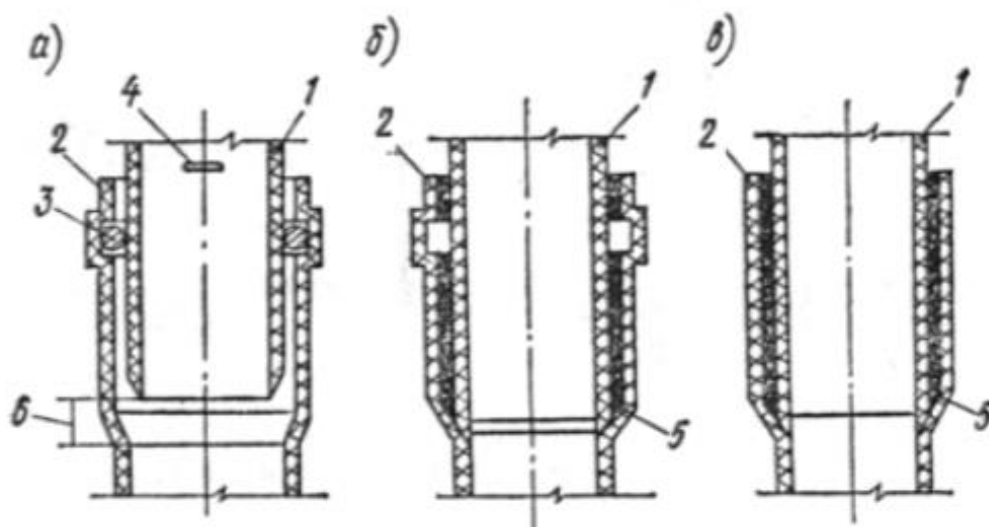


Рис. 12.2. Соединение труб из ПВХ с резиновыми кольцами (а) и клеевые (б и в) 1 — гладкий конец трубы; 2 — конец трубы с раструбом; 3 — резиновое уплотнительное кольцо; 4 — монтажная метка; 5 — клеевой шов; 6 — зазор для компенсации температурных удлинений.

На канализационных трубопроводах, соединяемых при помощи раструбов с резиновыми уплотнительными кольцами, воспринимающими температурные удлинения, установку компенсаторов предусматривать не следует.

Компенсация температурных удлинений при использовании сварных и клеевых соединений должна обеспечиваться с помощью соединений с резиновыми уплотнительными кольцами, вставляемыми в обычный или компенсационный (удлиненный) раструб.

При скрытой прокладке канализационных трубопроводов в местах установки на трубопроводе ревизий и прочисток следует предусматривать смотровые люки с дверцами.

Вытяжную часть стояка канализации рекомендуется выполнять из пластмассовых труб.

Следует предусматривать жесткое и прочное крепление санитарных приборов, приемников бытовых сточных вод, а также водосточных воронок к строительным конструкциям.

Склеивание гладких концов труб из ПВХ (рис. 12.2) с раструбами, имеющими желобки под резиновые кольца, допускается только при использовании зазорозаполняющих клеев (на поверхность желобка клеи не наносится). Склеивание концов труб с гладкими раструбами следует производить с помощью клеев, заполняющих и не заполняющих зазоры между поверхностями соединяемых элементов.

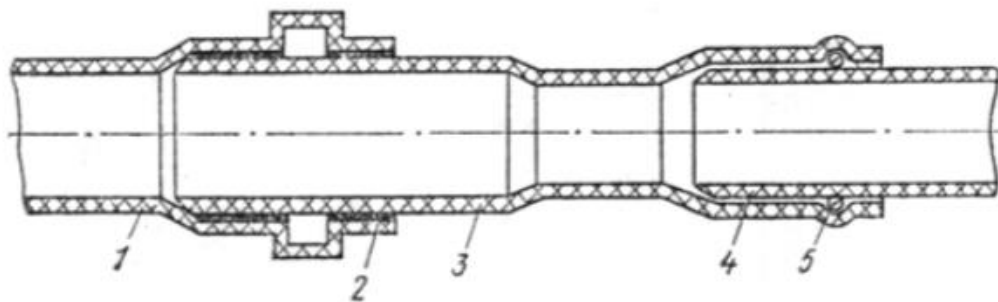


Рис. 12.3. Узел соединений раструбного конца детали из ПВХ с гладким концом полиэтиленовой трубы 1 — раструбный конец с желобком детали из ПВХ; 2 — клеевой шов; 3 — переходной патрубок из ПВХ; 4 — гладкий конец полиэтиленовой трубы; 5 — уплотнительное кольцо из резины марки 3311

Для соединения гладких концов деталей из ПВП наружными диаметрами 107,5—108,3 и 48,6—49,2 мм с раструбами труб из ПВХ наружными диаметрами соответственно 110—110,6 и 50—50,4 мм следует использовать переходные патрубки, на которых формируется раструб (рис. 12.3).

Для соединения гладких концов деталей наружными диаметрами 110—110,6 и 50—50,4 мм из ПНП, ПВП, ПП и ПВХ с раструбами деталей из ПВП наружными диаметрами 107,5—108,3 и 48,6—49,2 мм следует предусматривать калибровку гладких концов на размеры соответственно 107,5—108,3 и 48,6—49,2 мм. Соединение уплотняется резиновыми уплотнительными кольцами.

Соединение сварных разводов с канализационными стояками, а также соединение разводов между собой в условиях строящегося объекта надлежит производить на раструбе с резиновым уплотнительным кольцом. При соединении разводов между собой допускается применение двухраструбных муфт, при этом муфты необходимо закреплять.

Выпуски унитазов следует соединять с пластмассовыми канализационными трубами соединительными патрубками с резиновыми манжетами.

Гладкие концы чугунных деталей (выпуски трапов, водосточные воронки и т. п.) следует соединять с пластмассовыми трубами соединительными раструбными патрубками с резиновыми кольцами с последующим заполнением зазора раствором на расширяющемся цементе.

Гладкие концы труб из ПНП, ПВХ, ПП, ПВХ с раструбом чугунной канализационной трубы того же диаметра следует соединять круглым резиновым кольцом с последующим заполнением раструба раствором расширяющегося цемента. При отсутствии колец допускается применение соединений с заделкой раструба просмоленной прядью и раствором расширяющегося цемента, при этом внутрь конца пластмассовой детали следует запрессовать в нагретом состоянии отрезок стальной трубы. Поверхность труб из ПВХ на длине раструба надлежит очищать растворителем, покрывать слоем клея и обсыпать песком, а поверхность деталей из ПНП, ПВХ и ПП следует оплавливать, после чего также покрывать песком.

Пластмассовую трубу с керамической канализационной трубой того же диаметра надлежит соединять раструбной вставкой с отбуртованным гладким концом. Раструбную щель следует заделывать льняной прядью, пропитанной раствором полиизобутилена в бензине (соотношение 1:1) с последующим заполнением зазора раствором на расширяющемся цементе.

Пластмассовые отводные трубы наружным диаметром 40 мм от сифонов умывальников, моек и ванн к сети внутренней канализации диаметром 50 мм следует присоединять с помощью перехода 50x40 мм или переходной резиновой детали.

Канализационные стояки, смонтированные в санитарно-технических кабинках, следует соединять междуэтажной вставкой, выполненной в виде отрезка пластмассовой канализационной трубы.

Соединение пластмассового водосточного стояка с чугунной водосточной воронкой следует предусматривать на пластмассовых или стальных переходных деталях. Соединение стального патрубка с пластмассовой трубой следует выполнять с помощью компенсационных патрубков, уплотняемых резиновыми кольцами, а также на фланцах с использованием полиэтиленовых втулок под фланцы или патрубков с утолщенным буртом. В зависимости от вида соединения воронки со стояками (прямого или с отступом) стальные переходные детали следует предусматривать прямыми или изогнутыми с устройством для прочистки стояка.

Соединение водосточных стояков со стальными отводными трубопроводами, прокладываемыми в подвалах зданий для открытого выпуска дождевых вод на отмостку здания, следует производить, используя фланцевые соединения или переходные детали.

При сборке резьбовых соединений пластмассовые накидные гайки должны быть навернуты на всю длину резьбы гайки, при этом должна быть соблюдена соосность металлических и пластмассовых деталей. Поверхность резьбы металлической детали должна быть ровной, чистой и без заусенцев.

Затяжку накидных гаек следует производить специальными ключами. Применение газовых ключей не допускается.

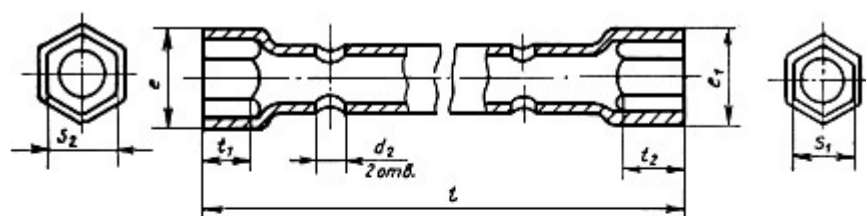
При монтаже систем бытовой канализации при соединении гладких концов чугунных деталей с пластмассовыми трубами или гладкого конца пластмассовой трубы с чугунным раструбом на резиновом кольце следует использовать чугунные детали без наплывов и раковин на рабочих поверхностях.

Конопатки и чеканки при заделке стыков прядью и цементным раствором должны иметь гладкую поверхность и скругленные кромки. В процессе работы не должны наноситься удары по пластмассовым деталям.

При установке санитарно-технических кабин на междуэтажные перекрытия пластмассовые канализационные трубы должны соединяться

между собой при строгом соблюдении соосности стояков. Соединение междуэтажных вставок со смежными деталями следует осуществлять с помощью резиновых колец. Соединение канализационных труб и фасонных частей следует производить с использованием приспособлений типа цепных ключей с зажимными устройствами, снабженными резиновыми прокладками и обеспечивающими сохранность и плавное перемещение пластмассовых деталей

Для монтажа пластмассовых сифонов, переливов и выпусков следует применять торцовые и накладные ключи.



Исполнение 2

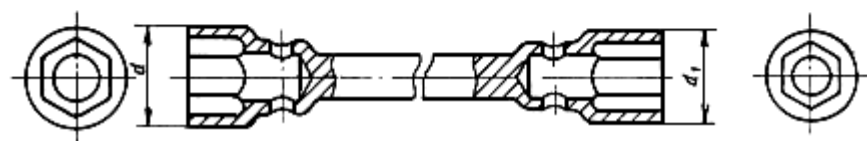


Рис.12.4 Торцовые и накладные ключи

При использовании бухт для водосточных стояков готовую плетть наматывают на барабан, который должен иметь небольшую конусность.

После намотки бухту необходимо закрепить эластичными (веревочными, стальными, пластинчатыми или др.) хомутами не более чем через 1,5 м по длине окружности.

12.2 Прокладка вентиляционных каналов внутренних инженерных систем.

Воздухозаборные приборы приточных вентиляционных систем располагаются приставными к наружному зданию или выносятся в зеленую

зону на какое-то расстояние от помещения. Выбор места диктуется условием поступления в систему незагрязненного наружного воздуха. Воздухозабор как при механической, так и при природной вентиляции необходимо устанавливать на отметке не ниже 2 м, а в зеленой зоне не ниже 1 м от уровня грунта до низа прореза.

Воздухозаборные приборы необходимо устанавливать на расстоянии не менее 10—12 м по горизонтали и не менее 6 м по вертикали от мест проявления источников вредных случаев. Конструктивно воздухозаборные приборы выполняют в виде отдельно выносной шахты или в виде приставной шахты для систем вентиляции, в которых приточные камеры располагаются в подвальных помещениях. Если приточные камеры располагаются на площадках промышленных помещений, воздухозаборные приборы монтируются в наружные стены. Для предотвращения поступления наружного холодного воздуха в помещение здания при нерабочей системе вентиляции воздухозаборные приборы оборудуются многоступенчатыми утепленными клапанами.

Стены заборных шахт утепляются. Скорость движения воздуха в живом поперечном сечении воздухоприемных жалюзи при механической вентиляции берется в пределах 2-4 м/с; в каналах приточных шахт - 2-6 м/с; в горизонтальных заборных каналах - 5- 8 м/с.

Подача и удаление воздуха в помещениях зданий осуществляется через входные и выходные проемы соответствующих вентиляционных систем. В помещениях гражданских зданий приточный воздух рекомендуется подавать через утвержденные типовые конструкции воздухораспределителей типа РР и ВПЕП для помещений высотой до 4 м, ВДУМ, ВДШ, остальные для более высоких. Расчет воздухораспределителей следует начинать с выбора их типа, типоразмеров и количества при условии, что скорость воздуха на выходе из них равняется для РР и ВПЕП - 3 м/с и 4-6 м/с для ВДУМ и выбирают схему воздухораспределения. Для вытяжки воздуха из помещения используют

жалюзийные решетки. Рекомендуемые скорости движения воздуха в сечении решетки 1-2 м/с при механическом побуждении, 0,5-1 м/с при природном.

В общественных зданиях приточные и вытяжные каналы с решетками обычно располагают на расстоянии 0,5 м от потолка в плоскости одной стены при возможно большем расстоянии между ними. Применяют так же расположение каналов в плоскости противоположных (поперечных) стен и перегородок. Используется так же поэтажная (вдоль коридора) прокладка горизонтальных сборных каналов с выпуском воздуха через ответвления в отдельные помещения. Поэтажные каналы объединяют в вертикальный коллектор с присоединением к нему под потолком вышележащего этажа.

Приточные вертикальные и вытяжные каналы объединяют горизонтальными магистральными каналами (воздуховодами), присоединенными к вытяжным и приточным установкам.

В общественных зданиях следует предусматривать воздуховоды из неметаллических материалов, а при наличии внутренних капитальных стен в них следует располагать вертикальные вытяжные и приточные каналы. Размеры каналов - воздуховодов кратные размеру кирпича, то есть 140х140мм, 140х270мм. Расстояние между стенками каналов должно быть не меньше 140мм.

Приставные вертикальные и подвесные горизонтальные каналы могут быть из бетонных и железобетонных замкнутых блоков, асбестоцементных труб и коробов, шлакобетонных, керамзитобетонных, шлакогипсовых, пеноглинистых и пеностеклянных плит.

Прокладываемые рядом каналы со стенками из сборных плит необходимо предусматривать с самостоятельными стенками между ними для предотвращения возможности перетекания воздуха из одного канала в другой через неплотности стен.

В мокрых помещениях воздуховоды устраивают из тонколистовой оцинкованной стали. Воздуховоды, прокладываемые в вентиляционных камерах от приточных и вытяжных установок с механическим побуждением

для удобства монтажа и размещения, проектируют прямоугольного сечения из тонколистовой стали, а для воздуховодов, прокладываемых по чердаку к воздухораспределительным плафонам, рекомендуется круглое сечение.

На вытяжных и приточных каналах в отдельных комнатах устанавливают регулируемые жалюзийные решетки или щелевые типа Р.

Выпуск воздуха в залах, аудиториях и других предусматривается через приточные регулируемые решетки типа РР, устанавливаемые в стенах горизонтальных каналов или через потолочные воздухораспределители различных типов, присоединяемых к воздуховодам, прокладываемым на чердаке.

Приточные установки располагают, как правило, в подвале на первом этаже здания в специально выделенных помещениях с учетом удобного размещения воздухозаборных устройств. Во избежание передачи шума через перекрытия и стены не допускается располагать приточные установки под зрительными залами, залами совещаний, аудиториями и другими помещениями, которые характеризуются пониженным уровнем звукового давления.

Помещения вентиляционных камер должны иметь удобный выход наружу, в лестничные клетки или коридоры вспомогательных помещений. Необходимо также предусматривать монтажные проемы для возможности замены оборудования в процессе эксплуатации, а также подъемно-транспортные средства (блоки, тали, монорельсы).

Воздухозаборные решетки устанавливают на высоте не менее 2,0 м от уровня земли с наименее загрязненной стороны здания. Возможно устройство отдельно стоящих приточных шахт, расположенных в зеленой зоне. Вытяжные установки располагают в выделенных негорючими перегородками помещениях на чердаке или на техническом этаже. К ним должен быть обеспечен удобный доступ через лестничные клетки. При проектировании следует стремиться к размещению приточных и вытяжных установок в центре данной системы, с тем чтобы максимально сократить

протяженность, воздуховодов. В случае устройства рециркуляции иногда удобно применять один рециркуляционно-вытяжной вентилятор и располагать его рядом с приточной установкой. При этом часть воздуха направляется на рециркуляцию, а остальной выбрасывается наружу. На ответвлениях вытяжного и ре-циркуляционного воздуховодов предусматривают установку регулирующих заслонок.

Расчет воздухораспределения производится для основного помещения и заключается в выборе воздухораспределителей, удовлетворяющих следующим требованиям:

- скорость воздуха в приточной струе на входе в рабочую зону должна быть не более допустимой.

- разность температур воздуха на входе в рабочую зону должна быть не более допустимой.

- для настилающихся струй расстояние, на котором струя отрывается от потолка $x_{отр}$, должно быть не менее 0,75 длины помещения по направлению движения струи.

Для обеспечения архитектурных требований в основном помещении здания рекомендуется в качестве воздухораспределителей принимать для помещений высотой до 3м приточные регулируемые решетки, а для высоких помещений - потолочные воздухораспределители типа ВДШ, ВДУМ и другие. Во вспомогательных помещениях здания приток воздуха осуществляется с помощью приточных регулируемых решёток. При выборе решёток рекомендуется принимать скорость воздуха в живом сечении решётки не более 3 м/с.

Аэродинамический расчет производится для выбора сечений воздуховодов и определения потерь давления в системе вентиляции. Перед началом расчета необходимо построить аксонометрическую схему системы, выбрать магистраль, т. е. цепочку последовательно расположенных участков, сумма потерь давления на которых окажется наибольшей. Магистраль следует разбить на отдельные участки, каждому из которых необходимо присвоить

порядковый номер, начиная с участка с наименьшим расходом. Затем очередные порядковые номера даются участкам ответвлений, на каждом из которых указывается его длина в метрах и расход проходящего по нему воздуха, м³/ч.

Аэродинамический расчет системы вентиляции состоит из двух этапов – расчета участков основного направления (магистральной) и расчета ответвлений с увязкой потерь давления в них.

Размеры отверстий дроссельных диафрагм определяются по таблицам, приведенным в справочной литературе

Воздухозаборные отверстия располагают на расстоянии не менее 1 м от уровня устойчивого снегового покрова, но не ниже 2 метров от уровня земли и закрывают жалюзийными решетками, после которых устанавливают клапаны воздушные утепленные КВУ.

Вентиляторы и электродвигатели необходимо устанавливать на вибро- и звукоизолирующих основаниях. Со стороны всасывания и нагнетания у вентиляторов монтируют эластичные вставки из прорезиненной ткани или из стеклоткани. Во избежание передачи шума по воздуховодам необходимо предусматривать шумоглушители.

Естественную вытяжку из помещений следует предусматривать из помещений через обособленные вентиляционные каналы, расположенные во внутренних стенах, или приставные каналы. Размеры каналов в кирпичных стенах принимаются кратными размерам половины кирпича. Минимальное расстояние между одноименными каналами – половина кирпича, между каналом и дверным проемом – полтора кирпича.

При чердачном покрытии в одну систему можно объединять несколько рядом располагающихся вентиляционных каналов.

Приставные вертикальные и подвесные горизонтальные каналы выполняют из бетонных и железобетонных замкнутых блоков, асбестоцементных труб, шлакогипсовых, шлакобетонных,

керамзитобетонных плит. Во влажных помещениях применяют воздуховоды из тонколистовой оцинкованной стали.

Потери давления в магистральных участках системы должны быть не более рассчитанного выше располагаемого давления.

В жилых, общественных и коммунальных зданиях вытяжные вентиляционные вертикальные каналы можно устраивать во внутренних кирпичных стенах, из специальных вентиляционных блоков, в пустотах внутренних стен из крупных блоков, в виде приставных каналов у внутренних стен и перегородок, в виде асбестоцементных каналов, располагаемых в пустотах кирпичных стен.

Не рекомендуется располагать вентиляционные каналы в толще стен помещений, имеющих повышенную влажность воздуха; не разрешается размещение вентиляционных вытяжных каналов в наружных стенах во избежание конденсации водяных паров.

Минимальное сечение вентиляционных каналов, устраиваемых во внутренних кирпичных стенах, должно составлять полкирпича на полкирпича (140x140 мм). Толщину стенок каналов и толщину простенков между одноименными каналами принимают не менее размера полкирпича, а толщину простенков между разноименными каналами — не менее размера кирпича (250 мм). Размеры сечения каналов в кирпичных стенах следует принимать кратными размеру полкирпича (140 мм). Каналы во внутренних кирпичных стенах разрешается устраивать на расстоянии не менее 380 мм от дверных проемов и стыков стен. Внутренние поверхности стенок каналов выполняют гладкими с затиркой швов.

При отсутствии кирпичных капитальных внутренних стен делают приставные вентиляционные каналы из блоков или плит (шлакогипсовых и шлакобетонных, бетонных, гипсоволокнистых, шлакобетонных пустотелых, пеноглинистых и пеносиликатных), из асбестоцементных труб, листовой стали, пластмассы. Минимальное сечение каналов 100X150 мм. Приставные вентиляционные каналы в помещениях с нормальным тепловлажностным

режимом выполняют из шлакогипсовых и гипсоволокнистых плит толщиной 35 мм, а в помещениях влажных — из шлакобетонных или бетонных плит толщиной 40 мм или из тонкой листовой стали, окрашенной масляной краской.

Приставные каналы располагают у внутренних стен или перегородок, а при необходимости и у наружных стен. В последнем случае между стеной и каналом устраивают воздушную прослойку толщиной не менее 50 мм или утепление.

В современном строительстве для целей вентиляции находят применение специальные вентиляционные бетонные блоки с наклонными каналами и вентиляционные стеновые панели с вертикальными каналами, устанавливаемые в качестве перегородок.

Горизонтальные вентиляционные каналы, соединяющие вентилируемые помещения с вертикальными вытяжными каналами, устраивают подвесными или подшивными (в коридорах). Иногда в качестве каналов используют пустоты бетонного настила перекрытий.

При прокладке на чердаках или в неотапливаемых помещениях вытяжных вентиляционных каналов для удаления воздуха из жилых помещений и классов их выполняют из двойных шлакогипсовых плит толщиной каждая 40 мм с воздушной прослойкой между ними толщиной 40 мм, а для удаления воздуха из помещений кухонь, санитарных узлов и домовых прачечных — из шлакобетонных плит. Вентиляционные каналы на чердаке можно выполнять также из различных шлакогипсовых или шлакобетонных плит толщиной 100 мм. Для устройства прокладываемых на чердаках вытяжных каналов систем вентиляции помещений с высокой влажностью может быть использована кровельная или листовая сталь, которую тщательно окрашивают. При этом стальные воздуховоды должны быть теплоизолированы.

В промышленных зданиях в системах вентиляции применяют стальные воздуховоды круглого и прямоугольного сечения. Предпочтение следует

отдавать воздуховодам круглого сечения. Применение воздуховодов прямоугольного сечения должно быть обосновано требованиями создания определенного интерьера в цехе или в помещении либо иными условиями.

Для перемещения воздуха с температурой до 70° С и нормальной влажностью можно применять воздуховоды из листовой или кровельной стали. При транспортировании воздуха с повышенной влажностью, а также при прокладке вентиляционных каналов вне помещения применяют воздуховоды из кровельной или листовой стали с покрытием из защитных водостойких лаков и красок, а также из полимерных материалов или из оцинкованной стали. Для перемещения воздуха, содержащего химически активные газы и пары кислот или щелочей, применяют воздуховоды из кислотостойкой стали, листовой стали с защитными покрытиями, ставинила, винипласта, керамики и кислотоупорного бетона. В отдельных случаях возможно применение воздуховодов из алюминия. Для перемещения воздуха с температурой выше 100° С, не содержащего химически активных газов, применяют воздуховоды из листовой стали толщиной более 1 мм. В системах пневматического транспорта рекомендуется применять воздуховоды из листовой стали толщиной не менее 1 мм.

Как уже было сказано, для большинства воздуховодов в системах промышленной вентиляции принимают круглое сечение, так как оно характеризуется меньшим сопротивлением движению воздуха, меньшим расходом металла и более простым монтажом по сравнению с прямоугольным сечением. Преимущество воздуховодов прямоугольного сечения заключается в удобстве их размещения внутри помещения.

Для облегчения механизированной заготовки воздуховодов и фасонных частей круглого и прямоугольного сечения созданы нормали для них.

Для воздуховодов и фасонных частей круглого сечения установлены следующие диаметры: 100, 110, 125, 160, 200, 250, 280, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600 мм.

Для систем аспирации (пылеудаления) дополнительно к перечисленным делают воздуховоды диаметром 140, 180, 225, 355, 560 мм.

Для воздуховодов прямоугольного сечения, выполняемых из стального листа толщиной 0,7 мм, установлены следующие размеры сторон: 160X100, 160X160, 160X200, 200X200, 250X200, 250X250, 400X200, 400X250, 400X400 и 500X250 мм, а из стального листа толщиной 1 мм— от 500X400 до 2000X1600 мм (тринадцать размеров).

Крепление воздуховодов круглого сечения производится с помощью хомутов и кронштейнов.

12.3 Подготовка к устройству вентиляции

Такие проемы обычно устраиваются во время кладки стенных покрытий, помещаясь внутри них. Когда показатели толщины стены равняются 38 сантиметров, кладется один ряд, а когда 64 сантиметра, кладется пара рядов. Размеры традиционного сечения равняются 140 на 140 миллиметров. Применяется тот же раствор, который необходим для кладки строения. Еще можно применять раствор, сделанный из глиняного и песочного материала.

Перед созданием вентиляционного канала следует запастись необходимым материалом. Вполне подойдет полнотелый кирпич из керамики. Еще необходим шаблон – его несложно выполнить самостоятельно из доски с вырезами, которые будут соответствовать габаритами вентиляции.

Потребуется еще инвентарные буйки, представленные пустотелыми коробками, тоже изготовленными из досок. Как и канальное сечение, их показатели высоты равняются примерно 10 кирпичей. Чистить кладку можно с помощью швабровки. После этого возможна проверка вентиляционных каналов, которая выполняется посредством проверочного шара, держащегося на 100 миллиметровом шнуре.

Саму кладку следует выполнять вертикально, чтобы она сдвигалась примерно на 380 миллиметров от дверного проема. Дымоход с проемом служат в этом случае прекрасной изоляцией, увеличивающей канальные стенки. К тому же это жаростойкие материалы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБ

Когда вы делаете вентиляцию, проходящую в стене, нельзя здесь обойтись без использования труб. Вместе с тем проследите, чтобы всякая комната имела свое устройство воздуховода. Один выход расположен над фундаментным основанием примерно на пару метров выше. Другой выход может располагаться на кровле и занимается удалением воздушных масс из помещения. Именно к нему происходит свод всех каналов.

Необходимо, чтобы трубная система возвышалась примерно на метровой высоте над кровлей. Непосредственно под потолочным покрытием расположены отверстия для входа, которые могут закрываться с помощью заслонок, регулирующих воздушные потоки.

Возможно объединения вытяжных систем сауны, а также кухонного помещения, ванной комнаты, а также туалета. Такие объединения оказываются возможными на чердачной комнате. Смотрите, чтобы во всяком месте соединения устанавливались крепкие уплотнители. Еще возможен монтаж таких соединений внутри потолочного покрытия, чтобы огни выходили на кровлю через чердачное помещение. На самом чердаке осуществляется утепление проходящих трубных систем.

Если используются стояки для вытяжки естественных вентиляционных систем, то берутся трубные устройства, имеющие диаметр, равняющийся 150 на 125 миллиметров. Когда же используются стояки для принудительной вентиляции, понадобятся трубные системы, имеющие диаметр 125 на 100 миллиметров. Впрочем, выбор может определяться определенными предпочтениями потребителя и его финансовыми возможностями.

Иногда трубы делаются из полимерных покрытий, оцинковки или бетонного материала. Во время установки трубы опускаются между стенками,

после чего заливаются цементом. Необходимо, чтобы выход вентиляционной трубы был сделан максимально герметично. С этой целью применяется резиновый, а также силиконовый элемент. Вытяжной воздуховод, а еще выход может быть соединен посредством гофрированной трубы.

При необходимости вентиляционные пластиковые каналы могут делаться в стенном покрытии, даже если последнее не обладает толстой толщиной. Еще можно делать проем из 120 миллиметрового асбестоцемента, куда опускается труба, укрепляемая впоследствии цементом.

Саму трубу можно выполнить за счет проволочного скрепления пары шиферных полуволн необходимого размера. Крепление самой трубы осуществляется на тумбу, выкладываемую наравне с перегородкой. Впрочем, возможен и другой вариант, когда по бокам перегородки укладывается пара кирпичей и устанавливается конструкция.