

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

А.Н. Жуков, Н.В. Агафонкина

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ
СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2015

УДК 628.1/.2(075.8)
ББК 38.761я73
Ж86

Рецензенты: доктор технических наук, профессор
В.И. Логанина;
кандидат технических наук,
профессор, заслуженный строитель РФ
В.С. Абрашитов

Жуков А.Н.

Ж86 Технология возведения сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие / А.Н. Жуков, Н.В. Агафонкина. – Пенза: ПУАС, 2015. – 160 с.

Приведен теоретический курс по дисциплине «Технология возведения сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения». Рассмотрены технология выполнения общестроительных процессов и технологические особенности возведения сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015
© Жуков А.Н., Агафонкина Н.В., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

При строительстве и расширении городов, а также поддержании в должном состоянии существующих сетей водоснабжения и водоотведения одной из актуальных задач, встающих перед инженерами, является их грамотное проектирование и устройство с применением новых и перспективных технологических возможностей, которые позволяют наиболее целесообразно с наименьшими затратами и с наибольшей эффективностью монтировать подобные системы.

В данном учебном пособии рассмотрены основные технологические процессы по производству общестроительных работ. В частности, рассматриваются работы по устройству разбивочной геодезической сети, комплекс процессов по разработке и креплению земляных масс и т.д.

Во второй части учебного пособия приведены основные сведения по устройству оснований под трубопроводы, описаны методы прокладки труб как открытым методом, так и способами бестраншейной прокладки. Рассмотрены методы возведения основных сооружений водоснабжения и водоотведения.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» по специальности «Водоснабжение и водоотведение», и соответствует учебному плану дисциплины.

Данный предмет формирует следующие компетенции:

ПК-4 – способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности;

ПК-5 – знание требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды при выполнении строительно-монтажных, ремонтных работ и работ по реконструкции строительных объектов;

ПК-8 – владение технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать традиционные, современные и перспективные технологии строительных и реконструктивных работ на объектах ВВ;

уметь организовывать и руководить строительными, реконструктивными и ремонтно-строительными работами; проводить контроль качества выполнения работ; обеспечивать обоснованный расход ресурсов всех видов (трудовых, материальных и технических); рассчитывать прямые затраты и сметную стоимость; предусматривать в ППР и осуществлять на практике мероприятия по предотвращению производственного травматизма и аварий;

владеть навыками проектирования технологий в проектах производства работ (ППР), разрабатываемых до начала выполнения строительных работ.

1. РАБОТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

До начала производства земляных работ при устройстве земляных сооружений выполняют **подготовительные работы**: внеплощадочные и внутриплощадочные.

К внеплощадочным подготовительным работам можно отнести строительство подъездных дорог, линий связи и электропередачи, выполнение вскрышных работ на участках, отведенных под карьеры и резервы.

К внутриплощадочным – восстановление и закрепление геодезической разбивочной основы; расчистку территории строительной площадки, инженерную подготовку площадки с выполнением работ по планировке, осушению и обеспечению стоков дождевых вод, устройству временных (или постоянных) дорог и коммуникационных сетей; установку временных инвентарных бытовых помещений для обогрева рабочих, приема пищи, сушки и хранения рабочей одежды, санузлов и т.п.

Весь комплекс работ, называемых **земляными**, состоит из *основных, подготовительных и вспомогательных процессов*.

В состав подготовительных процессов, выполняемых до начала основного процесса, входят:

- снятие растительного слоя;
- разбивка плановых сетей, установка временных и постоянных геодезических знаков, реперов, обносок и выносок;
- рыхление плотных грунтов для разработки их землеройными машинами.

К вспомогательным процессам относятся:

- водоотлив, понижение уровня грунтовых вод и создание водонепроницаемых экранов;
- искусственное закрепление грунтов различными средствами;
- временное крепление откосов выемок и устройство постоянной одежды откосов насыпей и выемок.

Ограждение строительных площадок. В соответствии с нормативными требованиями территории строительных площадок в населенных местах обносятся ограждениями. В местах массового прохода людей ограждения должны быть оборудованы защитными козырьками. В качестве ограждений обычно используют деревянные, железобетонные или стальные сетчатые заборы.

Расчистка площадки. При подготовке строительных площадок строительные организации обязаны по мере возможности сохранять сложившееся природное состояние почвы и срезать растительный слой лишь в местах непосредственного расположения строящихся зданий и сооружений.

При необходимости планировки всей площадки (например, территории отстойников или резервуаров чистой воды) составляется проект вертикальной планировки и схемы перемещения земляных масс, руководствуясь

которыми грунты выемок могут одновременно с разработкой перемещаться и укладываться в тело планировочных насыпей.

Грунты планировочной выемки, оставляемые для обратной засыпки «пазух» подземных частей сооружений, резервируются в специально отведенных местах (буртах), где хранятся до последующего использования по назначению. В тех случаях, когда разрабатывается отдельный котлован или траншея, грунт, требующийся для обратной засыпки, укладывается во временный отвал вблизи бровки выемки, а избыточный грунт отвозится к месту укладки. Снятый при планировке плодородный слой почвы используют в местах озеленения или отвозят в другие места для рекультивации земли.

Последовательность сноса строений принимается обратной последовательности монтажа. Сборные железобетонные конструкции, не поддающиеся поэлементному разделению, разрушают как монолитные. При разборке желательно использовать экскаваторы с различным эффективным навесным оборудованием: ковшом, гидравлическим молотом; шар-бабой; разламывателем; гидроразрывными инструментами.

Разбивка зданий и сооружений. На стадии подготовительных работ, выноса в натуру осей и отметок возводимых сооружений создается *геодезическая плановая и высотная основа*. В период строительства геодезическая опорная сеть используется для непосредственного обслуживания строительно-монтажных работ, наблюдения за деформациями зданий и сооружений и других работ, связанных с обеспечением точности возведения зданий.

Вид опорной геодезической сети выбирают с учетом местных условий. На местности со «спокойным» рельефом рекомендуется использовать сети в виде строительной сетки и красных линий (рис.1). В качестве высотного обоснования чаще всего используется строительная сетка, в которой совмещены пункты плановой и нивелирной разбивочных сетей.

Поэтому строительная сетка со сторонами 50...200 м, привязанная к государственной системе координат, является наиболее распространенным видом опорной геодезической сети. Опорные точки строительной сетки следует увязывать с генеральным планом строительной площадки. Возводимые здания рекомендуется располагать внутри фигур сетки.

Линии сетки желательно располагать параллельно основным осям возводимых зданий. Точки сетки должны быть расположены по возможности ближе к объектам, разбивка которых требует повышенной точности. Вершины сетки следует размещать так, чтобы они сохранились на весь период строительства.

Кроме строительной сетки, фиксируется расположение разбивочной сети (внешней и внутренней) здания, которая определяет положение главных, основных и детальней осей здания.

Главные оси – две перпендикулярные линии, располагающиеся в плане симметрично по отношению ко всей фигуре. Основные оси определяют контур здания в плане. Детальные оси определяют плановое положение отдельных элементов конструкции.

Значительную часть точек, координаты которых определены при геодезических измерениях, обозначают на местности подземными или наружными геодезическими знаками. Места закладки геодезических знаков указываются на стройгенплане проекта организации строительства (ПОС).

До начала выполнения земляных работ осуществляют перенос проекта в натуру. Основой для разбивочных работ служит внешняя разбивочная сеть здания. При переносе положения точек проекта на натуру применяют способы прямоугольных и полярных координат (рис.1) или засечек.

Способ прямоугольных координат применяют при наличии на строительной площадке строительной сетки или ранее возведенных зданий. Например, чтобы вынести на местность в натуру отрезок АБ (рис.1, а), из точек 5 и 7 откладываются отрезки а и b, а затем под прямым углом отрезки с и d.

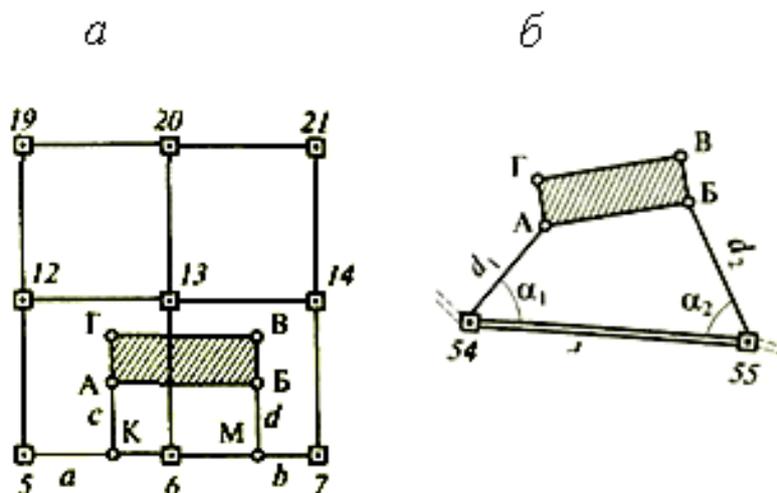


Рис.1. Перенесение в натуру точек здания:
а – способом прямоугольных координат; б – способом полярных координат

Способ полярных координат используют при наличии достаточно густой опорной сети, когда сооружение находится вблизи ее, а местность удобна для производства линейных измерений. Способ засечек целесообразно применять, когда от опорных до проектных точек невозможно измерить расстояние из-за существенных препятствий.

В зависимости от взаимного расположения проектных и опорных точек, заданной точности разбивки и степени сложности зданий или сооружений эти способы целесообразно комбинировать.

Для закрепления на местности осей зданий и сооружений на расстоянии 3–4 м от кромки котлована (траншеи) устанавливают сплошную, угловую

или створную обноску (рис.2). Она устраивается на высоте 1,0...1,2 м от земли и может быть неинвентарной и инвентарной.

При разбивке траншей под инженерные сети в натуру выносят характерные точки трассы, привязывая их к опорным геодезическим пунктам и закрепляя обносками и выносками. Исполнительную схему выполняют до засыпки траншей.

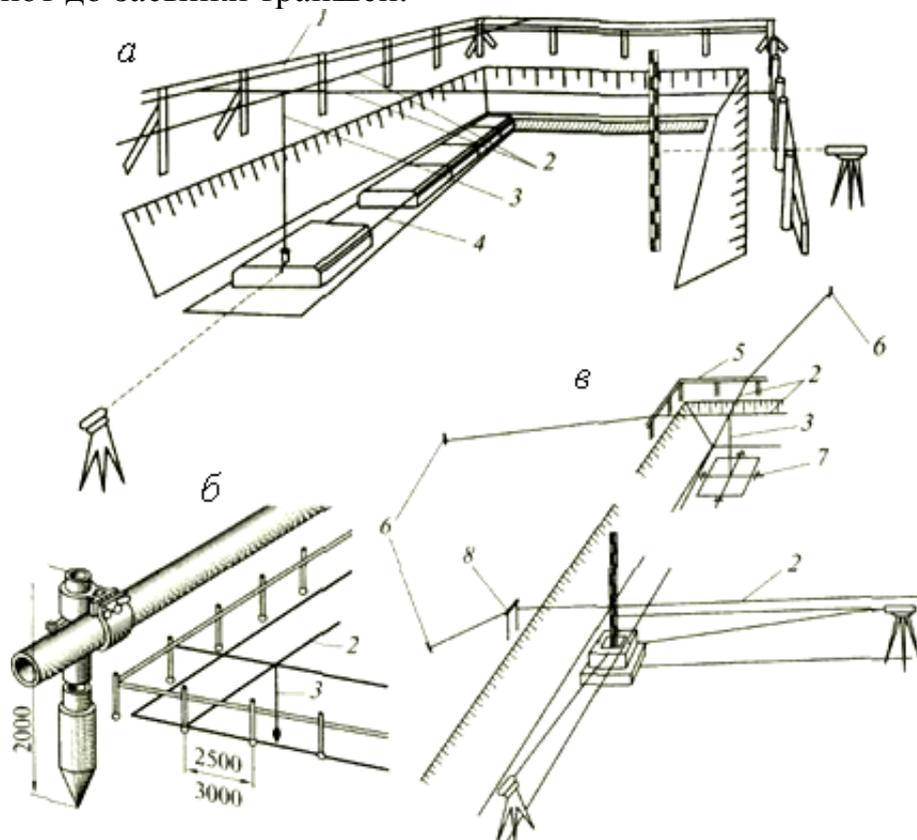


Рис.2. Разбивка и закрепление осей:

а, б – с помощью неинвентарной и инвентарной обноски; в – инвентарными скобами; 1, 5, 8 – сплошная, угловая, створная обноски; 2 – осовая проволока; 3 – отвес; 4 – причалка; 6 – выноски; 7 – инвентарная скоба

Рыхление грунтов. Землеройные и землеройно-транспортные машины могут разрабатывать лишь грунты определенных групп, например одноковшовые экскаваторы в состоянии без предварительной подготовки разрабатывают грунты I...IV групп, бульдозеры – I...III, скреперы – I...II и т.д. Тяжелые и мерзлые грунты, а также грунты с примесями перед разработкой необходимо предварительно рыхлить взрывным или механическим способом.

Механическое рыхление осуществляют за счет динамического или статического воздействия на слои грунта толщиной до 1 м. К динамическому воздействию прибегают при необходимости рыхления мерзлых и других высокопрочных грунтов. Различают рыхление раскалыванием и сколом.

Рыхление *раскалыванием* на глубину 0,5...0,7 м обычно осуществляют экскаватором с навесным молотом свободного падения. Для этого клин-молот подвешивают к стреле драглайна (рис.3, а).

Стрелу устанавливают под углом не менее 60°, что обеспечивает достаточную высоту падения молота. При применении молотов свободного падения из-за динамической перегрузки быстро изнашиваются трос, тележка и отдельные узлы машины: кроме того, от ударного воздействия на грунт колебания его могут вредно воздействовать на расположенные вблизи сооружения.

Рыхление *сколом* применяют при глубине рыхления более 1,0 м. Двигатель-молот является навесным оборудованием к экскаватору (рис.3, б, в), трактору-погрузчику и трактору.

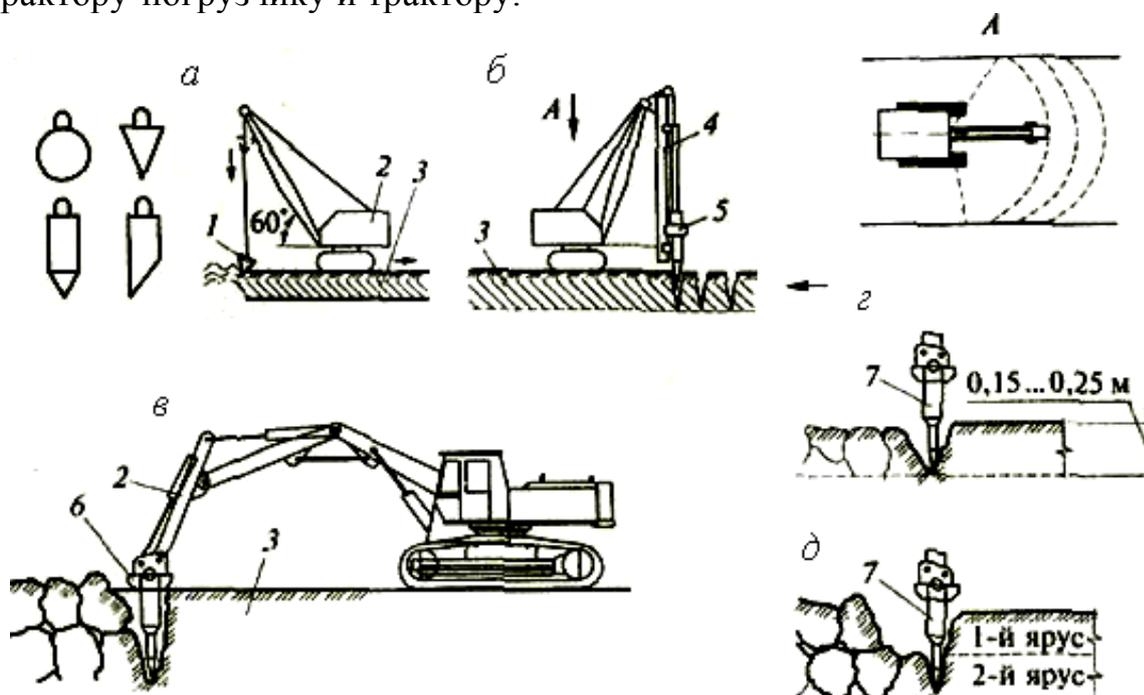


Рис.3. Рыхление грунта динамическим воздействием:
 а – молотом свободного падения; б, в – дизель-молотом и гидромолотом;
 г, д – разработка грунта на глубину 1-го и 2-го ярусов; 1 – молот; 2 – экскаватор;
 3 – разрыхляемый слой грунта; 4 – направляющая штанга; 5 – дизель-молот;
 6 – гидромолот; 7 – отбойный молоток

Ударные рыхлители хорошо работают в условиях, когда для грунта характерны не пластичные, а хрупкие деформации, способствующие его раскалыванию под действием удара.

При небольших и рассредоточенных объемах работ иногда для рыхления грунта применяют бурильные (отбойные) молотки, подключаемые к компрессорам, способным обеспечивать подачу 1 м³ сжатого воздуха в минуту на молоток. Рабочие рыхлят грунт ярусами толщиной 1,0 м (рис.3, г, д).

Статическое воздействие основано на создании в грунте режущего усилия. Для этого применяют специальное оборудование, у которого режущее усилие ножа создается за счет тягового усилия экскаватора или

трактора-тягача. Чаще используются тракторы, которые могут производить послойную проходку грунта на больших площадях на глубину 0,3...0,4 м с помощью плугов.

В противоположность ударным, статические рыхлители хорошо работают в условиях, когда пластические деформации в грунте значительны, а его механическая прочность понижена. Рыхлители такого типа могут быть прицепными и навесными – на заднем мосту трактора. Очень часто их используют (агрегируют) совместно с бульдозером, который может в этом случае попеременно рыхлить и разрабатывать грунт (при поднятом рыхлителе).

Осушение площадки и рабочих мест. Отвод поверхностных вод обычно осуществляют за счет устройства водоотводных канав или обвалования с нагорной части площадки (рис.4, а).

При значительном притоке грунтовых вод устраивают открытые или закрытые дренажи. Открытые дренажи представляют собой канавы, на дно которых укладываются слои фильтрующего материала: крупнозернистого песка, щебня или гравия. Закрытые дренажи (рис.4, б, в) – это траншеи, разрабатываемые ниже уровня сезонного промерзания грунта и засыпаемые послойно фильтрующими материалами. По дну дренажа можно укладывать перфорированную трубу для отвода воды.

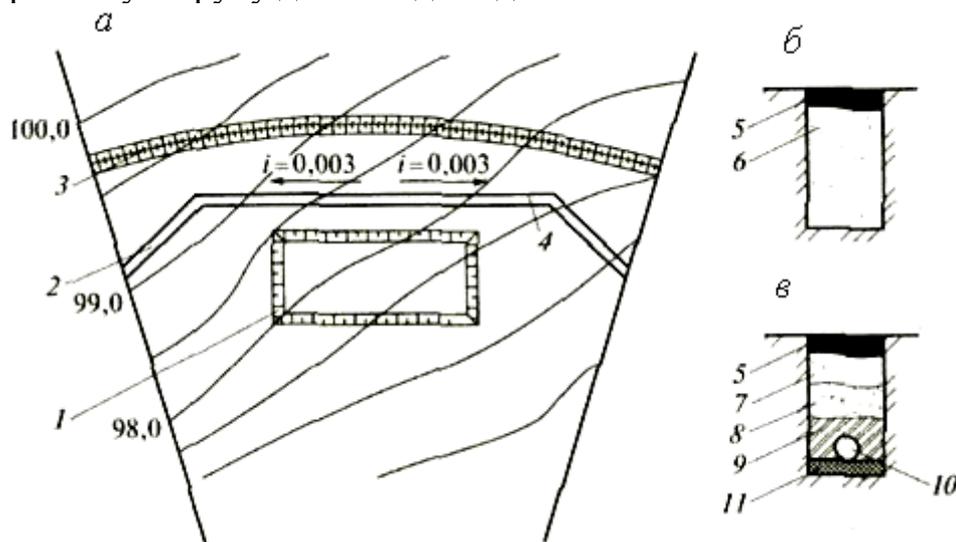


Рис.4. Отвод поверхностных вод:

- а – обвалования площадки; б – обычного дренажа; в – дренажа с перфорированной трубой; i – уклон; 1 – земляное обвалование;
- 2 – водоотводная канава; 3 – котлован; 4 – строительная площадка;
- 5 – местный грунт; 6 – дренирующий материал; 7, 8 – соответственно мелко- и крупнозернистый песок; 9 – гравий; 10 – перфорированная (с отверстиями) труба; 11 – уплотнительный слой

Для защиты от притока воды могут использоваться стенки из замороженного грунта или противодиффузионные экраны.

Искусственное замораживание осуществляют с помощью охлажденного до отрицательной температуры раствора солей (хлористый кальций и др.).

Для этого в пробуренные скважины опускают замораживающие колонки, состоящие из двух труб: внутренней и наружной с закрытым торцом. Между этими трубами пропускают солевой раствор (хладагент), охлажденный ниже требуемой температуры грунта. Грунт возле стенок наружной трубы замерзает и, постепенно увеличиваясь в диаметре, образует ледяную завесу.

Тиксотропный противофильтрационный экран может быть устроен после забивки шпунта из металлических или деревянных пластин. Затем отдельные шпунтины-инъекторы постепенно извлекают, а на их место нагнетают раствор бентонитовой глины, обладающий водоотталкивающими свойствами.

Суспензия бентонитовой глины может нагнетаться в щели, прорезаемые специальными машинами – барами – или подаваться через скважины под большим давлением с помощью водовоздушной струи. Суспензия размывает щель в грунте и заполняет ее.

При разработке выемок может применяться *открытый отлив* или *искусственное понижение уровня грунтовых вод*.

Осушение выемки *открытым водоотливом* применяется при небольшом притоке воды и заключается в том, что подошве выемки придается небольшой уклон (рис.5) к огороженному приямку (зумпфу) размерами 1×1×1 м. Воду из приямков откачивают насосами: поршневыми при небольшом притоке воды; центробежными для чистой воды; диафрагмовыми для загрязненной воды. Откачанная из зумпф-колодца вода отводится по трубам или лоткам. При большом притоке воды стенки котлованов крепят.

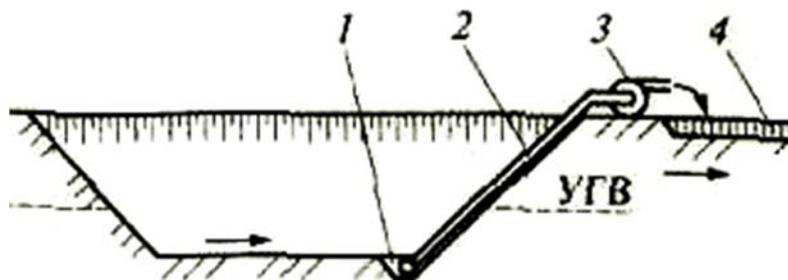


Рис.5. Открытый водоотлив:
1 – зумпф-колодец; 2 – рукав; 3 – насос; 4 – лоток

Несмотря на простоту и экономичность открытого водоотлива, проведение работ при этом способе может быть осложнено постоянным присутствием воды и возможным нарушением структуры грунта стенок. Поэтому часто приходится использовать искусственное понижение уровня грунтовых вод с помощью иглофильтров (рис.6), погружаемых в грунт по периметру котлована.

В легких иглофильтровых установках (ЛИУ) вода откачивается через одну трубу обычными методами, в эжекторных иглофильтровых установках (ЭИУ) каждый иглофильтр состоит из двух труб, вода, наоборот,

закачивается и, проходя по специальному приспособлению – эжектору, создает разрежение воздуха (рис.6, в, д).

Эжекторными иглофильтрами уровень грунтовых вод может быть понижен до 18 м, легкими – до 5 м. Поэтому легкие иглофильтры иногда ставят в два и три яруса.

В грунтах с низким коэффициентом фильтрации можно использовать явление электроосмоса, для чего необходимо на расстоянии 0,5...1,0 м от иглофильтров забить металлические стержни или трубы и подключить их к положительному полюсу источника постоянного тока (аноду), а иглофильтры – к отрицательному (катоде). От анода к катоду начинает идти направленный ток, под действием которого в грунте перемещается вода (рис.6, г).

При необходимости понижения грунтовых вод на 20 м и более могут применяться колодцы с артезианскими насосами.

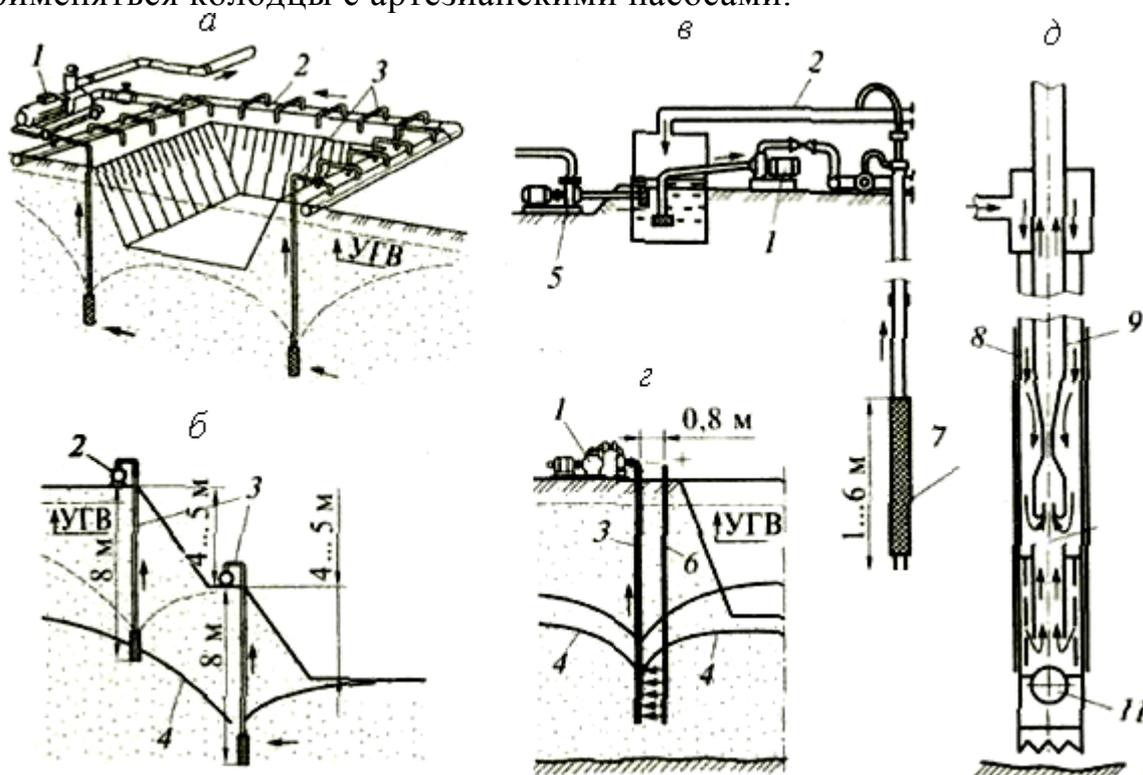


Рис.6. Схемы иглофильтровых установок:

где а – котлован с легкими иглофильтрами в один ярус; б – то же, в два яруса; в, д – эжекторная иглофильтровая установка и фильтровое звено; г – схема электроосушения; УГВ – уровень грунтовых вод; 1 – рабочий насос; 2 – водоотводный коллектор; 3 – иглофильтр; 4 – уровень грунтовых вод после осушения; 5 – низконапорный насос; 6 – стальной стержень; 7 – фильтровое звено; 8 – труба наружная; 9 – труба внутренняя с эжекторным устройством; 10 – вакуум; 11 – шаровой клапан

Временное крепление боковых стенок выемок. Обычно при возведении земляных сооружений их боковые стенки устраивают таким образом, чтобы угол откоса был меньше угла естественного откоса. Однако очень часто, особенно в городских условиях, устроить откосы невозможно. Кроме

того, при намокании, даже при правильно выполненных откосах верхняя часть выемки может обрушиться. Такие случаи происходят из-за того, что при намокании грунта его угол естественного откоса может резко измениться (например, у глины с 45 до 15°, у суглинка с 50 до 20° и т.д.).

В таких условиях необходимо наряду с ограничением притока воды укреплять стенки земляных сооружений (рис.7).

В зависимости от вида и состояния грунта допускается отрывать временные выемки с вертикальными стенками без крепления на глубину не более:

1 м – в насыпных, песчаных и крупнообломочных грунтах;

1,25 м – в супесях;

1,5 м – в суглинках и глинах.

При большей глубине во избежание обрушения вертикальные стенки выемок следует укреплять. Установка креплений также обязательна при влажных грунтах и наличии грунтовых вод, так как даже пологие откосы могут сползти из-за разжиженности грунта.

Временные крепления должны быть прочными и устойчивыми, надежно воспринимать давление грунта и нагрузки от складированных возле бровки материалов и машин без деформаций, легко собираться и разбираться, не стеснять рабочие места и обеспечивать безопасное ведение строительных процессов.

Конструкции креплений включают в себя забирку из досок или щитов и удерживающих их упоров. Элементы забирки могут устанавливаться горизонтально или вертикально, с просветами (прозорами) или плотно друг к другу.

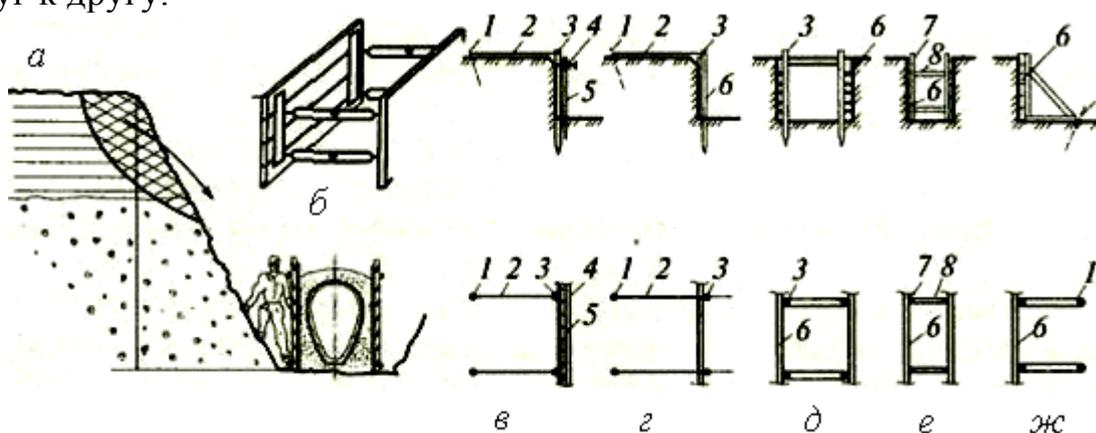


Рис.7. Крепление грунта от обрушения:

- а – схема обрушения верхней части откоса при намокании; б – инвентарные трубчатые распорные рамы; в – шпунтовое; г – консольное; д – консольно-распорное; е – распорное; ж – подкосное; 1 – анкерная свая; 2 – оттяжка; 3 – маячная свая; 4 – направляющая свая; 5 – шпунтовое ограждение; 6 – шиш (доски); 7 – стойки распорной рамы; 8 – распорка

В трудных гидрогеологических условиях могут устраиваться сплошные забивные ограждения из деревянного или металлического шпунта.

В зависимости от способа удержания забирки в рабочем положении чаще применяют следующие типы креплений (рис. 7, б–ж): распорное, шпунтовое, консольное, консольно-распорное, распорное, подкосное.

Распорное (рамное) крепление – наиболее простое, применяется при устройстве траншей глубиной до 4 м в сухих или маловлажных грунтах. Оно состоит из стоек, досок или щитов и распорок, прижимающих доски или щиты к стенкам траншеи.

Наиболее эффективны инвентарные распорные рамы благодаря их малой массе и легкости монтажа. На необходимую ширину их устанавливают поворотом муфт с винтовой нарезкой. В траншеях распорные крепления устанавливают экскаватором непосредственно при отрывке выемки. Экскаватор устанавливает блоки и по мере углубления траншеи придавливает ковшом их верхние торцы.

Крепление консольного типа состоит из стоек, заземленных в грунте глубже дна выемки. Они служат опорами для щитов, непосредственно воспринимающих давление грунта. Крепление консольного типа целесообразно при глубине выемки до 5 м.

В траншеях значительной глубины используют консольно-распорное крепление, отличающееся от консольного тем, что между стойками в верхней их части устанавливают распорки, или консольно-анкерное (безраспорное), когда на значительном расстоянии от бровки на глубине около 3 м забивают якоря, к которым растяжками прикрепляют верхние концы консольных стоек. Подкосные крепления применяют при отрывке котлованов значительных размеров в плане. Они состоят из щитов или досок, прижатых стойками и раскрепленными подкосами и упорами. Такие крепления применяют редко, так как они стесняют работы внутри котлована.

2. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

2.1. Земляные сооружения

В промышленном и гражданском строительстве земляные работы выполняют при устройстве траншей и котлованов, при возведении земляного полотна дорог, а также планировке площадок. Все эти земляные сооружения создают путем образования выемок в грунте или возведения из него насыпей.

Земляные сооружения разделяют:

- *по отношению к поверхности грунта* – выемки, насыпи, подземные выработки, обратные засыпки;
- *по сроку службы* – постоянные и временные;
- *по функциональному назначению* – котлованы, траншеи, ямы, скважины, отвалы, плотины, дамбы, дорожные полотна, туннели, планировочные площадки, выработки;
- *по геометрическим параметрам и пространственной форме* – глубокие, мелкие, протяженные, сосредоточенные, простые, сложные и т.п.

Постоянные сооружения являются составными элементами строящихся объектов и предназначены для нормальной и длительной их эксплуатации. К ним относят плотины, дамбы, каналы, выемки и насыпи автомобильных и железных дорог.

Временные сооружения устраивают лишь на период строительства; они предназначены для выполнения строительно-монтажных работ по возведению фундаментов подземных частей здания, технологического оборудования, прокладки инженерных коммуникации и др.

При соотношении ширины к длине не более 1:10 такие выемки называются *котлованами*, а более 1/10 – *траншеями*.

При устройстве котлована можно выделить следующие его составляющие:

- *откос* – наклонная поверхность котлована или траншеи;
- *берма* – горизонтальные поверхности вне откоса;
- *дно выемки* – нижняя горизонтальная поверхность;
- *бровка* – линия соединения откоса и бермы;
- *подошва* – линия соединения дна траншеи и откоса.

Одним из основных параметров при определении размеров котлована или траншеи является крутизна откоса m . Данный коэффициент принимается в зависимости от вида грунта [1, таблица 1] в пределах от 0,25 до 1. Физически данная величина обозначает длину горизонтальной проекции откоса a . Расчет проекции ведется по следующей формуле:

$$a = m \cdot h ,$$

где h – глубина котлована или траншеи, принимаемая как общая глубина котлована или траншеи за вычетом плодородного слоя почвы (если таковой вывозится в зону рекреации) (рис.8).

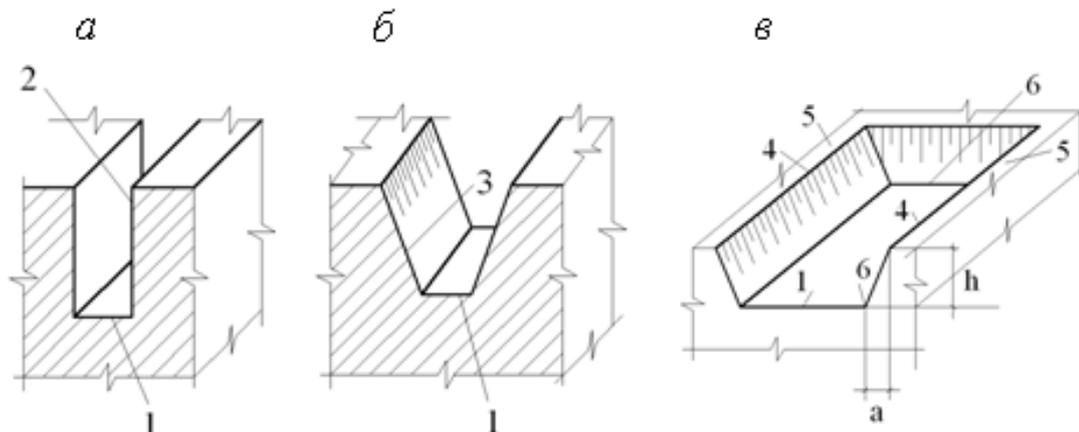


Рис.8. Виды земляных сооружений:

а, б – траншеи с вертикальными стенками и с откосами; в – котлован под сооружение; 1 – дно (траншеи, котлована), 2 – боковая стенка траншеи; 3 – боковой откос (траншеи, котлована); 4 – бровка; 5 – берма; 6 – подошва

Существенное влияние на технологию производства земляных работ оказывают физические свойства грунтов: плотность, пористость, угол естественного откоса, сцепление, влажность, разрыхляемость, уплотняемость и т.д.

Разрыхляемость – это способность грунта увеличиваться в объеме при разработке вследствие потери связи между частицами. Увеличение объема грунта характеризуется коэффициентами первоначального разрыхления K_p и остаточного разрыхления $K_{p,o}$.

Коэффициент первоначального разрыхления K_p представляет собой отношение объема разрыхленного грунта к его объему в естественном состоянии и составляет: для песчаных грунтов 1,08–1,17; суглинистых 1,14–1,28; глинистых 1,24–1,3. Для полускальных и скальных грунтов коэффициент K_p составляет обычно: при взрывании «на встряхивание» – 1,15–1,12 и при взрывании «на развал» – 1,3–1,5.

2.2. Методы разработки грунтов

В ходе устройства насыпей и выемок под котлован могут применяться следующие методы разработки грунта:

1. Механический – метод, при котором разработка грунта ведется при помощи одно- и многоковшовых экскаваторов. Этот метод принято считать основным, с его помощью разрабатывают более 80% всех грунтов.

2. Гидромеханический – разработка грунта ведется при помощи насоса высокого давления, который подает воду под давлением до 70 МПа на разрабатываемую поверхность. Различают гидромониторный, землесосный

и комбинированный способ. Гидромеханический метод разработки грунта основан на использовании кинетической энергии потока воды. С ее помощью происходят разработка, транспортировка и укладка грунта. Применение этого метода целесообразно при больших объемах работ, устройстве насыпей с минимальной осадкой и, конечно, при наличии достаточных электро- и водных ресурсов. Гидромеханический метод разработки грунта включает: размыв грунта в забое и перевод его в полужидкую массу (пульпу), транспортировку и укладку (намыв) пульпы в сооружение или отвал.

3. Взрывной – разработка грунта ведется при помощи взрывчатых веществ (тротил), применяется в основном в мерзлых грунтах и горных местностях со скальным грунтом.

4. Бурение – разработка с помощью специализированных машин ударно-вращательного, либо же просто вращательного действия. К бурению прибегают в следующих случаях: при исследовании свойств и качеств грунтов, определении уровня грунтовых вод, устройстве скважин водоснабжения и водопонижения грунтовых вод, выполнении земляных работ с применением взрывчатых веществ, разработке и дроблении твердых пород, устройстве свайных фундаментов, искусственном закреплении грунтов и т.п. В этих случаях сооружают вертикальные, наклонные или горизонтальные цилиндрические выработки.

5. Комбинированный метод предполагает любую последовательность и количество вышеописанных методов.

2.3. Механизация земляных работ

В зависимости от технологии и организации работ машины для выполнения земляных работ делятся на *основные и вспомогательные*.

К основным машинам относятся:

– *землеройные*, отделяющие грунт от массива и перемещающие его на расстояние, ограниченное конструктивными параметрами рабочего оборудования (экскаваторы);

– *землеройно-транспортные*, совмещающие разработку (резание) грунта за счет тягового усилия и его перемещение при передвижении; дальность перемещения грунта в большинстве случаев не зависит от конструктивных параметров рабочих органов, а определяется технико-экономическими соображениями (бульдозеры, скреперы, грейдеры, грейдеры-элеваторы);

– *погрузочные машины* – погрузчики, способные копать грунт как на месте, так и при передвижении;

– *машины для гидравлической разработки грунта*, отрывающие его от массива и транспортирующие во взвешенном состоянии в виде пульпы; к этой группе относят гидромониторы, землесосы, земснаряды;

– *грунтоуплотняющие машины* – различные катки, трамбующие вибрационные машины.

Вспомогательными являются машины, обеспечивающие работу основных машин:

– *машины для подготовки площадки к работе основного оборудования* – корчеватели, кусторезы, камнеуборочные и др.;

– *машины для подготовки грунта к разработке* – рыхлители, буровые машины, оборудование для водопонижения и водоотлива.

Выбор машин для земляных работ зависит от трудности разработки грунта, рельефа местности и гидрогеологических условий, вида и параметров сооружения, транспортных средств для перемещения грунта, расположения сооружений, выемок, насыпей, расстояний между ними и других факторов.

Эффективность применения средств механизации по дальности транспортирования грунта составляет: для скреперов 500–1500 м; для экскаваторов с перевозкой грунта автотранспортом – 2000–3000 м; для экскаваторов, работающих в отвал – 15–150 м.

Одноковшовыми экскаваторами разрабатывают около 45% всех грунтов. Машины имеют различное *по виду и объёму ковша рабочее оборудование, механический и гидравлический привод*. На механических экскаваторах ковш жестко соединен с рукоятью и его движение осуществляется за счет напорного усилия рукоятью и за счет тягового усилия канатами.

Рабочее место экскаватора – это зона его работы в пределах геометрических параметров рабочего оборудования, а также размер площадки стоянки транспорта под погрузку грунта и укладку его в отвал. При разработке широких котлованов с погрузкой грунта в транспортные средства (например, при строительстве отстойников, фильтров, резервуаров, аэротенков и т.п.) чаще применяют экскаваторы, оборудованные прямой лопатой. Обратную лопату используют для разработки траншей, небольших котлованов с погрузкой грунта в транспортные средства или в отвал. Драглайн применяют для разработки котлованов, траншей и каналов, устройства насыпей из грунта резерва, а грейфер – для разработки глубоких котлованов с вертикальными стенками или подачи грунта при засыпке в пазух. Одноковшовые экскаваторы могут быть также оборудованы стрелой с крюком и использоваться в качестве подъемного крана, рыхления мерзлого грунта, захватом-корчевателем для корчевки пней, дизель-молотом (свабойной установкой) для забивки свай.

Пространство, в котором размещается экскаватор и производится выемка грунта, называют *забоем*. Его форма и размеры зависят от рабочих параметров экскаватора и принятой схемы разработки грунта.

В тех случаях, когда характер работ не требует значительных перемещений машины между рабочими площадками или в пределах площадки,

наилучшим выбором является *гусеничные экскаваторы*. Гусеничные экскаваторы обладают хорошим сцеплением с грунтом, проходимостью почти на всех типах грунтов. Неизменно высокое тяговое усилие обеспечивает отличную маневренность. Гусеничная ходовая часть также обеспечивает хорошую общую устойчивость машины. Если в процессе работы необходимо частое перемещение машины на новое место работы, гусеничный экскаватор является более оперативным, так как подъем и опускание выносных опор требуют дополнительных затрат времени.

Выемка, образуемая в результате последовательной разработки грунта при периодическом передвижении экскаватора в зоне, называется проходкой. По характеру разработки грунта проходки могут быть лобовыми (торцевыми) и боковыми. При лобовой проходке экскаватор двигается по оси выемки и разрабатывает грунт впереди себя и по обе стороны от оси, а при боковой – с одной стороны по ходу движения. Характер проходки зависит от глубины и ширины котлована и условий его разработки.

Эксплуатационная производительность экскаватора зависит от длительности цикла, а также продолжительности использования экскаватора в течение смены и определяется по формуле

$$P_3 = T \cdot 60 \cdot q \cdot n \cdot K_e \cdot K_v,$$

где T – продолжительность смены, ч;

q – геометрический объем ковша, м³;

n – количество циклов в минуту $60/t_{ц}$;

$t_{ц}$ – время одного цикла;

K_e – коэффициент наполнения ковша;

K_v – коэффициент использования экскаватора по времени.

Коэффициенты K_e и K_v зависят от вида рабочего оборудования, группы грунта, емкости ковша и вида работ, а число циклов n определяется условиями работы экскаватора.

Пути увеличения производительности экскаваторов: это сокращение времени на элементы цикла и, следовательно, увеличение числа циклов. Элементами цикла работы экскаватора являются: набор грунта в ковш, поворот экскаватора на разгрузку, разгрузка грунта из ковша, поворот экскаватора к забою.

Длительность цикла можно уменьшить, выбрав рациональный вид забоя и определив его оптимальные параметры.

Продолжительность загрузки ковша уменьшается в результате сокращения пути резания (увеличения толщины стружки).

Производительность экскаваторов можно значительно увеличить путем применения в легких и средних грунтах сменных ковшей большей емкости; максимально возможного совмещения операций по времени; лучшего наполнения ковша; выбора транспортных средств, по емкости в 4–5 раз превышающих емкость ковша экскаватора.

Наиболее характерными техническими характеристиками одноковшовых экскаваторов являются:

$R_{ст}$ – радиус стоянки экскаватора (расстояние от оси вращения платформы до ближайшей линии начала резания грунта);

$R_{раб}$ – рабочий радиус резания грунта; принимается равным 0,9 максимального радиуса резания (R_{max});

$R_{в}$ – радиус выгрузки грунта;

$h_{к}$ – высота копания, обусловленная наполнением ковша при однократном его перемещении по образующей забоя, принимается равной 0,7–0,8 максимальной высоты копания ($h_{к}$);

$l_{п}$ – длина одной подвижки экскаватора вдоль проходки.

Прямая лопата представляет собой открытый сверху ковш с режущим передним краем, жестко насаженный на рукоять, которая шарнирно соединена со стрелой машины и выдвигается вперед с помощью напорного механизма. Опорожняется ковш путем открывания его днища. Разрабатывают грунт, когда экскаватор стоит на дне разрабатываемого забоя. На небольшую глубину он может отрывать грунт и ниже горизонта стояния (рис.9).



Рис.9. Экскаватор с прямой лопатой

Одноковшовые экскаваторы, оборудованные прямой лопатой, разрабатывают грунт в котловане способами лобового (торцевого) и бокового забоев. Наибольшая глубина забоя должна быть не больше максимальной высоты резания экскаватора, а наименьшая – не менее трехкратной высоты ковша используемого экскаватора. Основными видами проходок для экскаваторов, оборудованных прямой лопатой, являются лобовая (продольная) и боковая (поперечная). Лобовые проходки в зависимости от ширины подразделяют на узкие (ширина проходки 0.8...1.5, величины наибольшего радиуса резания R), нормальные (ширина 1.5...1.8R) и широкие (более 2R).

Узкие котлованы шириной до $1.5R$ разрабатывают лобовой проходкой с односторонней погрузкой в транспортные средства. При ширине $1.5-1.9R$ – с двухсторонней подачей в транспортные средства. Выемки шириной $2.0-2.5R$ целесообразно разрабатывать уширенной лобовой проходкой с перемещением экскаватора по зигзагу (с двухсторонней или односторонней погрузкой, а при ширине до $3.5R$ – поперечно-лобовой проходкой с двухсторонней погрузкой грунта в транспортные средства.

Обратная лопата – это открытый снизу ковш с режущим передним краем, жестко насаженный на рукоять, шарнирно соединенную (без напорного механизма) со стрелой. По мере протягивания назад ковш заполняется грунтом. Затем при вертикальном положении рукояти ковш переводят к месту выгрузки и разгружают путем подъема с одновременным опрокидыванием. Рабочая зона расположена ниже горизонта стояния машины (рис.10).



Рис.10. Экскаватор с обратной лопатой

Разработка выемок способом лобового забоя затрудняет работу транспортных средств. Поэтому способ лобового забоя используется лишь при разработке нешироких выемок, планерных траншей (первых проходок). Если размеры котлована значительны (ширина больше $3.5R$), рекомендуется применять боковые проходки. Организация разработки грунта боковыми проходками с погрузкой его в транспортные средства позволяет наиболее полно использовать рабочие параметры экскаваторов и повысить их выработку за счет уменьшения угла поворота стрелы при погрузке.

Для ввода экскаватора в забой, выезда и въезда автомобильного транспорта устраивают въездные траншеи с уклоном $0,1-0,15$. Ширину траншеи понижу принимают $3-3,5$ м при одностороннем движении и $7-7,5$ при двухстороннем.

Экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, предназначены для разработки грунтов, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора.

Этот вид экскаваторов преимущественно применяют для разработки грунта в траншеях и при разработке неглубоких котлованов. Разработку грунта осуществляют лобовыми и боковыми проходками. Лобовой вид забоя применяют в основном при разработке траншеи осевой проходкой, а боковой – при разработке котлованов. Экскаваторы с обратной лопатой могут передвигаться вдоль и поперек котлована, а также зигзагом (рис. 11).

Ковш драглайна навешивают на канатах на удлиненную стрелу кранового типа. Ковш забрасывают в выемку на расстояние, несколько превышающего длину стрелы, его заполняют грунтом путем подтягивания по поверхности к стреле. Затем ковш поднимают в горизонтальное положение к стреле и поворотом машины переводят на место разгрузки. Опорожняется ковш при ослаблении тягового каната. Драглайном можно разрабатывать грунт, не только сильно насыщенный влагой, но и находящийся под водой (рис.12).

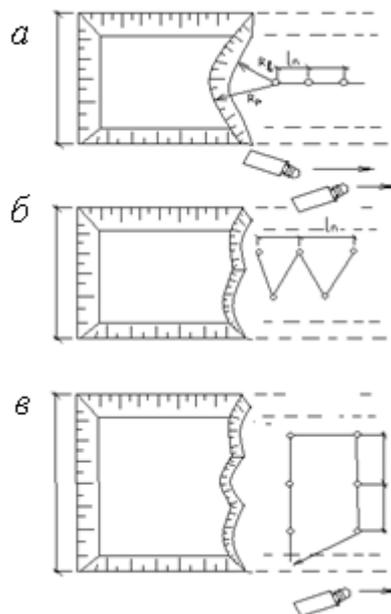


Рис.11. Схема проходки экскаватора «обратная лопата» при разработке котлована: а – вдоль; б – зигзаг; в – поперек котлована



Рис. 12. Экскаватор-драглайн

Разработку грунта производят ниже уровня стоянки экскаватора с работой его «на себя», ковш заполняют в процессе проталкивания его по грунту. Драглайном разрабатывают выемки лобовыми и боковыми забоями с применением тех же видов, что и для экскаватора, оборудованного обратной лопатой.

Для повышения производительности экскаватора, оборудованного драглайном, при работе с автотранспортом в широких котлованах применяют челночные способы их разработки.

При поперечно-челночном способе набор грунта производят попеременно с каждой стороны автотранспорта, ковш разгружают без остановки поворота стрелы при положении ковша над кузовом автомашины. Автосамосвалы подают по оси дна выемки экскаваторной проходки.

При продольно-челночном способе набор грунта и его разгрузку производят со стороны автотранспорта. Ковш экскаватора при этом совершает только возвратно-поступательные движения, а платформа не поворачивается, что позволяет значительно сократить рабочий цикл экскаватора.

Экскаваторами-драглайнами, имеющими удлиненную стрелу и ковш, свободно подвешенный на тросе, разрабатывают грунт с отсыпкой его в отвал или на транспортные средства при устройстве глубоких котлованов, каналов, траншей (рис.13).

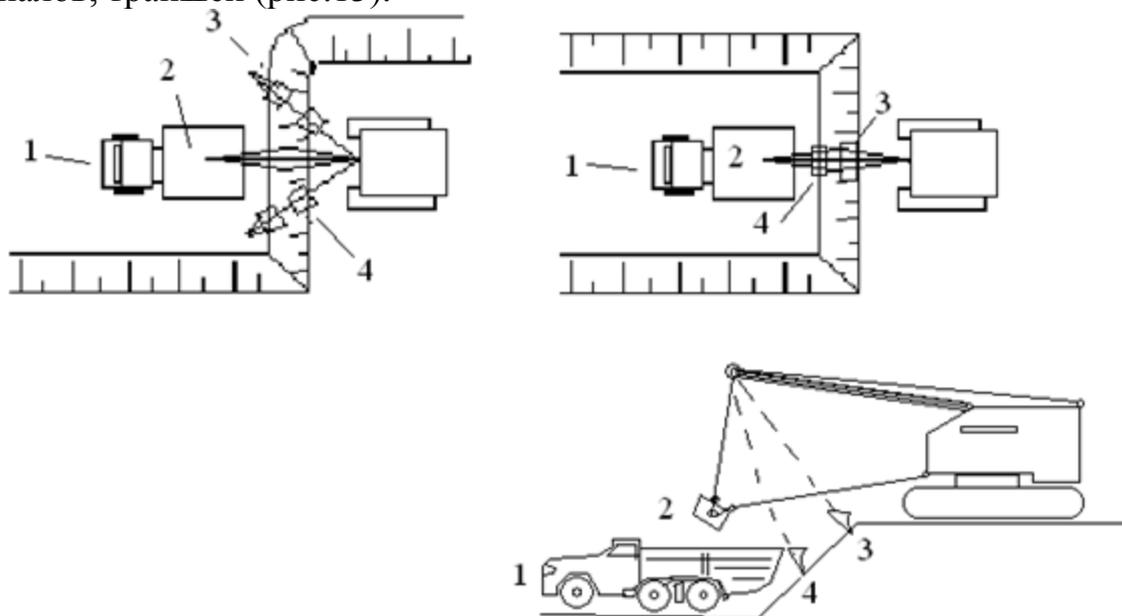


Рис.13. Способы разработки забоя экскаватором-драглайном:
 а – поперечно-челночный; б, в – продольно-челночный;
 1 – автосамосвал; 2 – разгрузка ковша; 3 – окончание набора и подъем ковша;
 4 – опускание ковша и набор грунта

Грейфер представляет собой ковш с двумя или более лопастями и канатным приводом, принудительно смыкающим эти лопасти. Грейфер навешивают на такую же стрелу, что и драглайн. С помощью грейфера можно разрабатывать выемки с вертикальными стенками. При повороте стрелы ковш перемещается к месту разгрузки и опорожняется при принудительном раскрытии лопастей. Грейфер погружается в грунт только за счет собственной массы ковша. Грейфер применяют обычно для разработки грунтов малой плотности (I и II группы) и находящихся под водой.

Одноковшовыми экскаваторами с грейдерным ковшом вместимостью 0,3...4 м³, свободно подвешенным на тросе, разрабатывают выемки в радиусе 8...24 м на глубине 7...15 м при подъеме грейдера на высоту 6...14 м. Обычно разрабатываются легкие грунты I и II групп, а более тяжелые – при их предварительном рыхлении. Такие экскаваторы чаще всего применяют для разработки глубоких выемок с вертикальными стенками, например при устройстве опускных колодцев водозабора, заглубленных насосных станций (рис.14).

У многоковшового экскаватора ковши насажены через равные интервалы на беспрерывно движущуюся цепь или колесо (ротор). По характеру перемещения машины относительно направления движения ковшей различают многоковшовые экскаваторы, продольного черпания – цепные и роторные, и поперечного черпания.

Экскаваторы продольного черпания используются для разработки траншей небольшого сечения, прямоугольного и трапециевидного профиля.

Экскаваторы поперечного черпания используются для разработки котлованов и траншей большого сечения, планировки откосов и разработки карьеров (рис.15).



Рис.14. Экскаватор с грейферным ковшом



Рис.15. Роторный многоковшовый экскаватор

Скреперы и бульдозеры относятся к землеройно-транспортным машинам, предназначенным для послойного резания грунта, его перемещения, а также отсыпки с разравниванием и частичным уплотнением (рис.16).



Рис.16. Скрепер

Их используют при планировке площадок, разработке неглубоких выемок, обратной засыпке траншей с трубопроводами (после их гидравлического испытания) и на других подобных работах.

Ковш скрепера с ножевым устройством при движении осуществляет послойное резание (копание) грунта с одновременным его набором. Переход в транспортное положение осуществляется выглублением ковша с одновременным его закрытием. Разгружается грунт в процессе движения послойно при помощи наклона ковша или перемещения задней стенки ковша.

Разработка грунта бульдозерами. Процесс разработки грунта бульдозером состоит из трех основных операций: набор, транспортирование и укладка грунта. Наибольшая глубина резания бульдозерами колеблется от 20 до 60 см (рис. 17).



Рис.17. Бульдозер

Бульдозеры применяют для: разработки неглубоких выемок (до 2 м), перемещения грунта в отвал или непосредственно в насыпи высотой до 1,5 м, грубой планировки площадок, откосов выемок и насыпей, обратной засыпки траншей и пазух котлованов; окучивания разработанного грунта в зоне работы погрузчиков. Бульдозер также широко используют на вспомогательных работах в комплексе с другими и при производстве подготовительных работ (расчистке участка от кустов, деревьев, пней, растительного слоя, камней).

2.4. Работы по обратной засыпке, подсыпке, уплотнению грунтов

Укладку и уплотнение грунтов выполняют при планировочных работах, возведении различных насыпей, обратных засыпок траншей и пазух фундаментов.

Необходимо учитывать, что обратные засыпки траншей, приямков и пазух котлованов в большинстве случаев служат основанием дорог, от-мосток, а внутри зданий – основанием под полы, все они должны выполняться с обязательным уплотнением для обеспечения их несущей способности (прочность, устойчивость).

Необходимая степень уплотнения грунта и высокое качество обратных засыпок на практике обеспечиваются послойным уплотнением грунта при условии отсыпки его слоями одинаковой толщины.

Для отсыпки насыпи не следует применять пылеватые пески, легкие супеси, жирные глины, торф, меловые и грунты с примесью органических материалов и легкорастворимых солей. Отсыпку следует вести от краев насыпи к середине для лучшего уплотнения грунта, ограниченного отсыпными краевыми участками насыпи.

При возведении насыпей на переувлажненных, слабых основаниях отсыпку ведут в обратном порядке до высоты 3 м, чтобы выжимать воду из основания, а выше 3 м – от краев к середине. Отсыпку насыпи следует начинать с наиболее высоких точек рельефа и организовать движение землевозных машин так, чтобы они уплотняли предыдущий слой грунта.

На промежуточных поверхностях по высоте насыпи, а также на ее верхней поверхности не должно быть замкнутых пониженных участков, в которых может скапливаться влага. Вблизи от нулевой линии вместо послойного способа возведения насыпи применяют веерный, а при засыпке глубоких оврагов – послойный способ возведения насыпи с эстакады. Насыпь следует отсыпать с запасом по высоте на естественную осадку, которую принимают при отсутствии уплотнения до 6 % для скальных грунтов и до 9 % для нескальных. Искусственные сооружения следует

засыпать горизонтальными слоями по всей длине одновременно с обеих сторон.

Работы по уплотнению грунта ведут при их влажности, близкой к оптимальной, при которой достигается наибольший эффект.

Механические методы уплотнения в зависимости от характера воздействия рабочих органов на грунт и конструктивного решения средств механизации делятся в основном на следующие виды: укатка, вибрирование, трамбование и комбинированный метод.

Пневмокатками в зависимости от их типа и характеристики грунта могут уплотняться связные грунты с толщиной слоя (в рыхлом состоянии) 15–75 см и несвязные – при толщине слоя 25–90 см, число проходов катка по одному следу при опытном уплотнении соответственно равно 5–12 и 4–10 раз.

Кулачковыми катками уплотняют только связные грунты при толщине слоя 20–85 см и числе проходов 6–14 раз.

Катки с гладкими вальцами используют для уплотнения связных и несвязных грунтов при толщине слоя 10–15 см.

Виброкатки с гладкими вальцами применяют для уплотнения связных грунтов толщиной 15–50 см и несвязных – толщиной 15–70 см. Особый интерес представляют одновальцевые малогабаритные самоходные виброкатки с массой до 0,7 т, обеспечивающие ширину уплотняемой полосы 66 см. Ими производят уплотнения в стесненных условиях, в том числе в узких траншеях, вблизи трубопроводов, фундаментов и стен, где применение других машин затруднительно.

Уплотнение грунта методом трамбования осуществляется с помощью трамбовочных машин, навесных плит и механических трамбовок. Этот метод дает хороший эффект при уплотнении связных и несвязных, в том числе крупнообломочных грунтов, а также сухих комоватых глин.

Для уплотнения грунтов в стесненных условиях целесообразно использовать такие навесные средства, как гидравлические и пневматические молоты с уплотняющими плитами. Толщина уплотняемого слоя в зависимости от типа молота будет составлять для связных грунтов 0,25–0,7 м и 0,25–0,4 м, для несвязных – 0,3–0,8 м и 0,3–0,5 м.

3. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

3.1. Основные методы монтажа строительных конструкций

В зависимости от организации подачи сборных элементов под монтаж различают два метода монтажа: 1) с предварительной раскладкой элементов в зоне действия монтажного крана и 2) непосредственно с транспортных средств, т.е. «с колес». Последний метод более экономичный, но требует очень четкой организации и согласованности монтажного и транспортного процессов, что на практике трудно обеспечить.

В зависимости от характера сборных элементов применяют различные методы их монтажа, в том числе мелкоэлементный, поэлементный и блочный, а также монтаж готовыми сооружениями.

Мелкоэлементный монтаж применяют при установке (монтаже) отдельных деталей конструкции. Данный метод наиболее трудоемкий и требует большого количества подъемов элементов, заделки многочисленных стыков и выполнения больших объемов вспомогательных работ по устройству лесов, подмостей и временному раскреплению конструкций.

Поэлементный монтаж предполагает установку в проектное положение конструктивных элементов или их крупных частей (колонн, балок, ферм и т.п.). Этот метод широко применяется при монтаже различных видов зданий и сооружений.

Блочный монтаж предусматривает предварительное укрупнение отдельных конструкций в плоские или пространственные блоки. Блоки могут быть собраны как на заводе-изготовителе, так и на площадке предварительного укрупнения конструкций, расположенной на стройплощадке. Этот метод широко используется при строительстве как подземных, так и наземных сооружений. Он позволяет максимально механизировать сборочные работы и устройство стыков, сократить трудоемкость и продолжительность монтажа, полнее использовать грузоподъемность монтажных кранов, уменьшить объем вспомогательных работ.

Метод монтажа целыми сооружениями предусматривает предварительную сборку у места монтажа самого сооружения с устройствами стыков и выдерживанием до приобретения проектной прочности. Далее полностью готовое сооружение поднимают и устанавливают в проектное положение соответствующими монтажными механизмами.

В зависимости от направления развития монтажного процесса – вдоль или поперек здания или сооружения – различают **продольный** и **поперечный** монтаж.

По последовательности возведения их вверх, т.е. по высоте, различают методы: **наращивания**, когда сначала монтируют нижерасположенные конструкции, а затем наращивают вышерасположенные; **подращивания**, когда сначала монтируют конструкции верхнего яруса или этажа и затем их

поднимают на некоторую высоту, после ведут монтаж следующего нижерасположенного яруса, который поднимают и соединяют с верхним и т.д., пока не будут смонтированы все ярусы или этажи здания.

В зависимости от приемов монтажа, обеспечивающих необходимую степень свободы и очередность установки элементов в проектное положение, различают методы: **свободный, принудительный, ограниченно свободный, дифференцированный, комплексный и комбинированный.**

Свободный метод монтажа предполагает свободное перемещение в пространстве конструкции краном с обеспечением необходимой точности установки в процессе выверки и визуального сопоставления положения смонтированного элемента с проектным по показаниям измерительных инструментов и геодезических приборов.

Принудительный метод монтажа обеспечивает точное проектное положение монтируемых элементов за счет имеющихся стыков специальной конструкции, а также применения в процессе монтажа соответствующих приспособлений и такелажной оснастки.

Ограниченно свободный метод монтажа позволяет в процессе выверки конструкции исключить одно или несколько перемещений путем устройства специальных приспособлений, являющихся частью конструкции.

Дифференцированный, или раздельный, метод монтажа предусматривает последовательную установку всех однотипных конструкций в пределах здания или сооружения и только после этого – установку конструкций другого типа. Например, сначала все панели резервуара, затем фундаменты, колонны, ригели, плиты покрытия.

Комплексный метод предполагает монтаж всех элементов в зоне действия крана, после чего кран перемещают на новую стоянку, где также с его помощью устанавливают все элементы в зоне действия крана и т.д. до полной готовности сооружения.

Комбинированный метод использует элементы раздельного и комплексного методов. Например, тяжелые стеновые панели емкостных водопроводных сооружений (массой до 10 т) монтируют вначале одним краном раздельным методом, а элементы, расположенные внутри – фундаменты, колонны, перегородки, ригели, плиты покрытия сравнительно небольшой массы (до 3–4 т) – монтируют другим краном значительно меньшей грузоподъемности комплексным методом, т.е. в зоне своего действия – все сборные элементы с постепенным передвижением крана внутри монтируемого сооружения.

Водопроводные сооружения монтируют чаще всего дифференцированным (раздельным) методом, а также комбинированным. Поскольку при комбинированном методе используются обычно два крана, каждый из которых по своей грузоподъемности более подходит для установки соответствующих сборных элементов, то при этом достигается лучшая специализация монтажных работ и лучшее использование кранов по их грузоподъемности.

3.2. Монтаж сборных элементов с транспортных средств и с предварительным складированием

В зависимости от характера подачи конструкций под монтаж различают монтаж непосредственно с транспортных средств, т.е. «с колес», а также предварительную завозку конструкций на приобъектный склад и укладку их в зоне монтажного крана.

Монтаж с транспортных средств. Конструкции для монтажа с транспортных средств доставляют на машинах без прицепов, на прицепах или полуприцепах, отцепляемых на объекте. Наиболее целесообразно сочетание доставки элементов на объект на отцепляемых прицепах и монтажа непосредственно с них. При этом достигается экономия труда и времени на промежуточные разгрузочно-погрузочные работы, снижается стоимость монтажных работ.

Необходимое количество транспортных средств (ед.) для бесперебойной доставки конструкций:

$$N = T_{\text{тр}} / T_{\text{р}},$$

где $T_{\text{тр}}$ – продолжительность транспортного цикла;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность разгрузочного (монтажного) цикла.

При доставке конструкций на отцепляемых прицепах или полуприцепах (с учетом одного находящегося под разгрузкой на заводе и одного – под разгрузкой на объекте) к полученному значению N прибавляют еще две машины.

Приемка и раскладка конструкций у места монтажа. Конструкции на объекте должны быть поданы под крюк монтажного крана для установки их в проектное положение (при монтаже «с колес») или же выгружены в зоне его действия на приобъектном складе. Доставленные элементы снимают с транспортных средств специальным разгрузочным краном, если их транспортируют не в третью смену, когда разгрузку можно выполнять монтажным краном. Приемку элементов, отгружаемых на монтаж, производят на заводе-изготовителе. При этом проверяют: наличие деформаций, повреждений (сколов): проектные размеры и правильность расположения пазов, четвертей, борозд, ниш; правильность расположения закладных деталей, арматурных выпусков, фиксирующих устройств, монтажных петель; соответствие лицевой поверхности требованиям проекта (качество поверхности); наличие раковин, трещин, наплывов; выполнение работ по антикоррозийной защите закладных деталей.

Технологически и экономически наиболее эффективен монтаж конструкций непосредственно из транспортных средств. Повышается выработка и производительность труда монтажников, ускоряется монтаж здания или сооружения за счет сокращения количества перегрузок и складирования

сборных элементов, повышается культура производства монтажных работ и в конечном счете снижается их стоимость. Поэтому всегда, когда это возможно, надо стремиться к ведению монтажа сборных элементов непосредственно их транспортными средствами. Однако для этого необходимо обеспечить бесперебойную доставку на объект монтируемых конструкций в точном соответствии с почасовым графиком, что не так легко сделать на практике.

3.3. Выбор монтажных кранов для монтажа строительных конструкций

В водопроводном строительстве монтажные работы имеют некоторую специфику, если учесть особенности монтируемых зданий и сооружений. Это важно иметь в виду, так как вопрос выбора монтажных кранов решается, например, по-разному в случае применения их для монтажа, например, наземных зданий (насосных станций, водозаборов, зданий фильтров, реагентного хозяйства и т.п.) и монтажа заглубленных емкостных сооружений (отстойников, фильтров, резервуаров и т.п.).

Однако независимо от этого общим при выборе монтажных кранов остается тот принцип, что в любом случае краны следует выбирать в два этапа. На первом этапе по основным техническим показателям – грузоподъемности, вылету крюка и высоте подъема или глубине опускания – выбирают несколько вариантов технически пригодных типов или марок кранов, а на втором этапе из них методом технико-экономического сравнения по приведенным затратам выбирают наиболее экономичный вариант монтажного крана. Причем особенности монтируемого объекта (здания, емкостного сооружения, коллектора или трубопровода) будут влиять на выбор кранов только на первом этапе, при определении основных их технических параметров. Поэтому вначале имеет смысл рассмотреть методику подбора кранов по техническим параметрам для монтажа различных зданий, сооружений, встречающихся при устройстве систем водоснабжения и водоотведения, а затем рассмотреть общую методику технико-экономического сравнения вариантов кранов.

Выбор монтажного крана для монтажа зданий по техническим характеристикам (параметрам) (на первом этапе) начинают с уточнения массы монтируемых сборных элементов (фундаментов, колонн, ригелей, плит и т.п.), монтажных приспособлений и грузозахватных устройств, габаритов и проектных положений сборных элементов в монтируемом здании. На основании этого определяют группу элементов, характеризующихся максимальными монтажными параметрами, для которых определяют минимальные требуемые параметры крана.

Требуемая минимальная грузоподъемность крана составит

$$G_k = m_э + m_{oc} + m_{гр},$$

где $m_э$ – масса монтируемого элемента, т;

m_{oc} – масса монтажной оснастки, т;

$m_{гр}$ – масса грузозахватных устройств, т (см. прил).

Для монтажа зданий наиболее подходят башенные или приставные, а также стреловые краны.

Выбор монтажного крана для монтажа водопроводных емкостных сооружений имеет ряд особенностей.

Требуемый вылет крюка L_k определяется в основном в зависимости от применяемой схемы монтажа сооружения, которая, в свою очередь, зависит от размеров монтируемого сооружения. Так, для сооружений небольших размеров, когда их ширина ($B_{соор}$) не превышает 15 м ($B_{соор} < 15$ м), применяют I схему монтажа, при которой кран и транспортные средства в процессе работ передвигаются по берме котлована (рис.18). В этом случае вылет крюка

$$L_k = 0,5 \cdot B_k + 1,2 \cdot m \cdot h + 0,5 \cdot B_{кр},$$

где B_k – ширина котлована по дну;

m – коэффициент крутизны его откоса;

h – его глубина;

$B_{кр}$ – ширина базы крана (колеи).

Для сооружений больших размеров, когда $B_{соор} > 15$ м, применяют II схему монтажа, при которой кран и транспортные средства передвигаются вокруг сооружения по дну котлована, а для монтажа особо крупных сооружений, когда ширина их в несколько (n) раз превышает 15 м ($B_{соор} > 15$ м), применяют III схему, при которой они передвигаются внутри сооружения, по его днищу. Работа крана по схемам II и III с передвижением его в максимальном приближении к монтируемым конструкциям позволяет вести монтаж на минимальном вылете крюка:

$$L_{к\ мин} = R_m + l + 0,5 \cdot \delta_1,$$

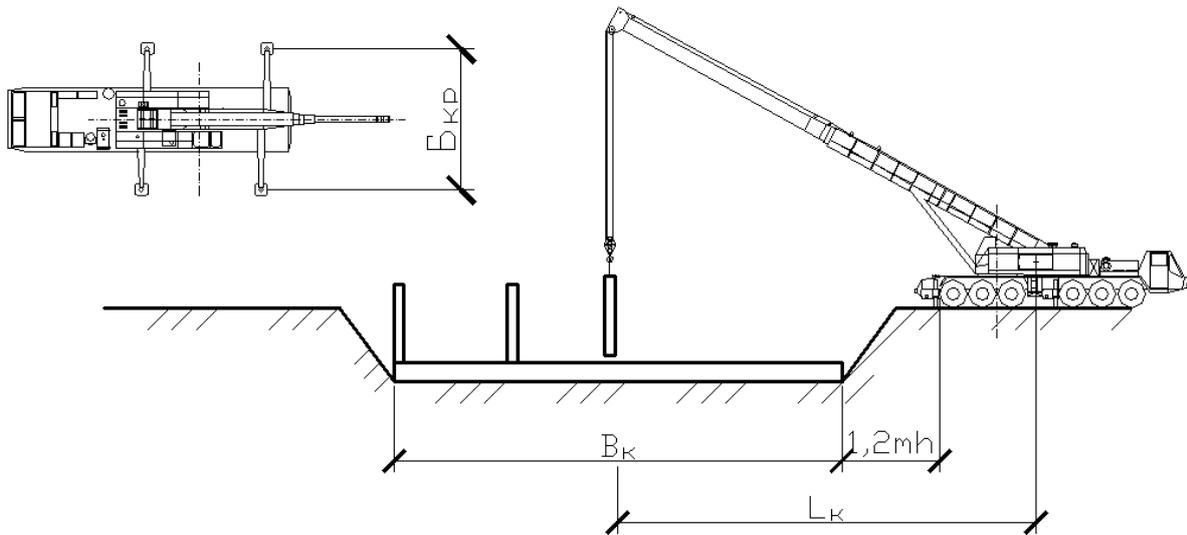
где R_m – радиус поворота машинной платформы крана;

l – просвет между краном и сооружением, м;

δ_1 – толщина устанавливаемых конструкций.

Выбор монтажного крана осуществляется по следующим техническим параметрам: грузоподъемности $Q_{кр}^{тр}$ (масса элемента с учетом массы грузоподъемного приспособления), высоте подъема крюка $H_{кр}^{тр}$, вылету крюка $L_{кр}^{тр}$, длине стрелы $l_{стр}^{тр}$.

А)



Б)

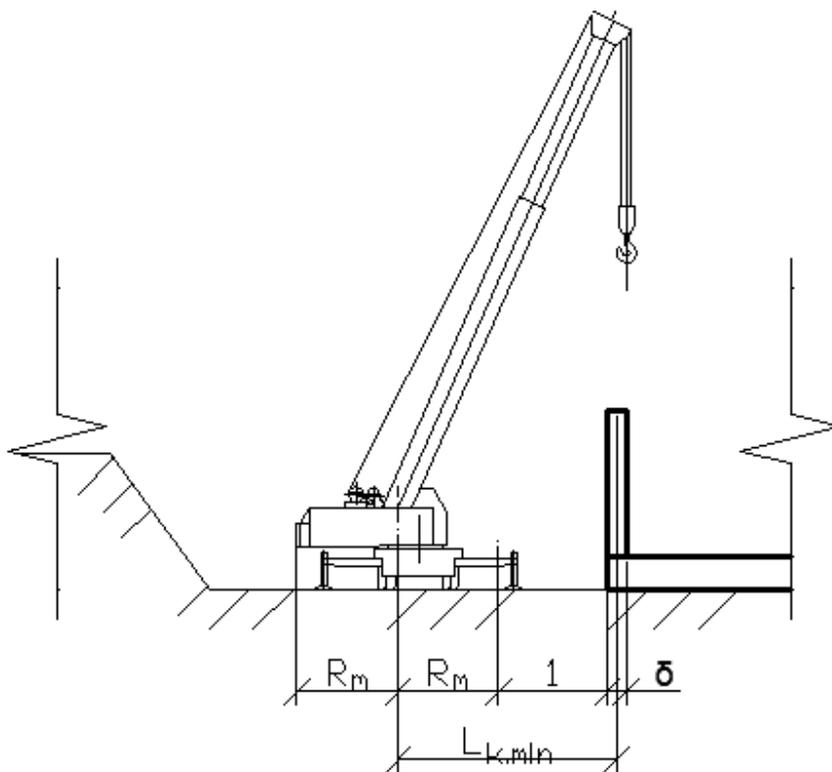


Рис.18. Схемы определения вылета крюка крана (начало):
А – схема движения крана при движении крана по берме котлована;
Б – то же по дну конструкции

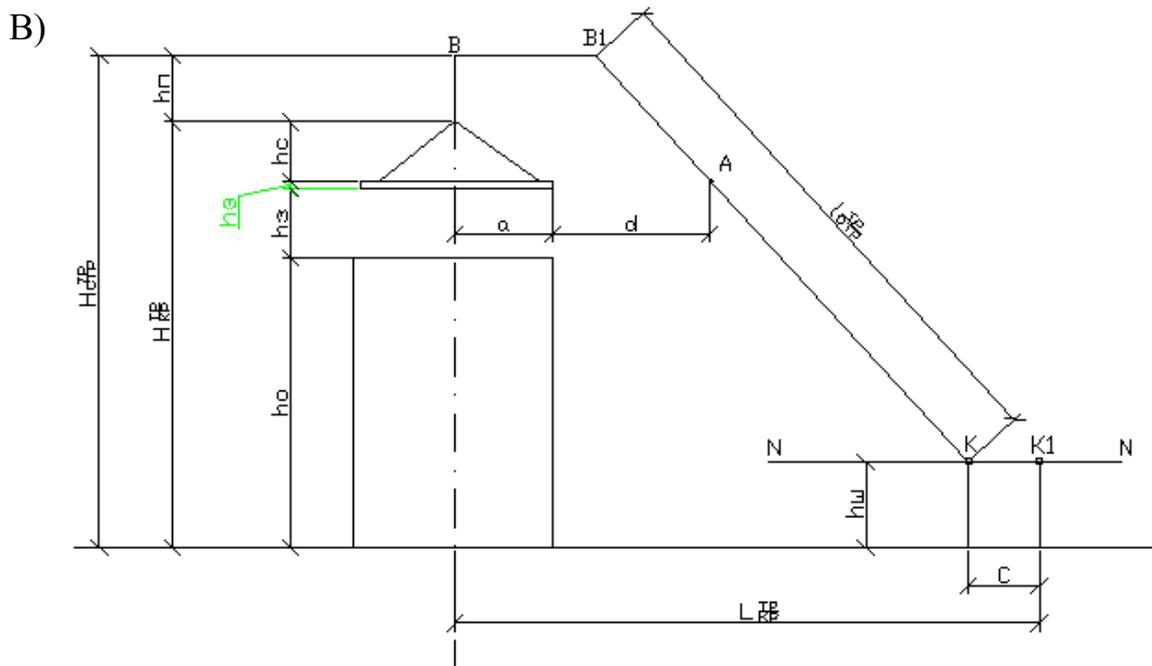


Рис.18. Схемы определения вылета крюка крана (окончание):
В – графическая схема определения параметра крана

Требуемую высоту подъема крюка при установке конструкций в проектное положение определяют по формуле

$$H_{кр}^{тр} = h_0 + h_3 + h_2 + h_c,$$

где h_0 – высота опоры монтируемого элемента от уровня стоянки крана, м;

h_3 – запас по высоте между опорой и низом монтируемого элемента (0,5–2 м), принимаемый из условия безопасного производства работ, м;

h_2 – высота монтируемого элемента, м;

h_c – расчетная высота грузозахватного приспособления от верха монтируемого элемента до центра крюка крана, м.

Минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы определяются по формуле

$$H_{стр}^{тр} = H_{кр}^{тр} + h_{п}, \text{ либо } H_{стр}^{тр} = h_0 + h_3 + h_2 + h_c + h_{п},$$

где $h_{п}$ – высота полиспаста в стянутом состоянии (1,5–2,5 м).

Требуемый вылет крюка и длина стрелы могут быть определены графическим или расчетным путем.

Для определения вылета крюка и длины стрелы графически (см. рис.18 в) в принятом масштабе вычерчивают контуры монтируемого здания. Проводят ось стрелы крана и ось положения монтируемых элементов. Ось стрелы крана должна пройти через две точки:

А – расположенную на расстоянии 1,5 м от крайней точки ранее смонтированного элемента;

В – расположенную на высоте блока стрелы крана.

Грузоподъемность крана подбирают в зависимости от массы монтируемых элементов с учетом массы грузозахватных приспособлений и вылета крюка.

Имея все эти данные, пользуясь справочниками по строительным кранам, в которых приведены графики их грузовых характеристик в зависимости от вылета крюка, подбирают марки или комплекты кранов, равнозначно удовлетворяющих расчетным требованиям. Окончательный выбор наиболее экономичного крана производят на II этапе, сравнивая технико-экономические показатели, рассчитанные для каждого из рассмотренных вариантов.

Требуемое количество кранов определяется по формуле

$$N_{\text{кр}} = \sum P / (A \cdot \Pi_3),$$

где $\sum P$ – объем монтажных работ, подлежащих выполнению краном данного типа, м³, т;

A – принятая сменность работы крана;

Π_3 – эксплуатационная производительность крана.

Определив на I этапе необходимые грузоподъемные характеристики монтажных кранов и выбрав по справочникам технически пригодные их типы и марки, далее на II этапе путем сравнения основных технико-экономических показателей выбирают наиболее экономичный вариант крана, который окончательно используют для монтажа строительных конструкций.

Выбор наиболее экономичного крана производится путем сравнения приведенных затрат для каждого варианта с учетом эксплуатационных расходов и себестоимости монтажных работ.

Себестоимость монтажных работ определяют по формуле

$$C = \mathcal{E}_p / V,$$

где \mathcal{E}_p – эксплуатационные расходы на монтаж здания, сооружения или прокладку трубопровода, руб.;

V – объем монтажных работ, м³ конструкций.

Эксплуатационные расходы равны

$$\mathcal{E}_p = n \cdot C_{\text{м-см}} + \mathcal{Z}_p + H_p,$$

где n – число смен работы крана на объекте (здании, сооружении или трубопроводе);

$C_{\text{м-см}}$ – стоимость машино-смены крана, руб./смену;

\mathcal{Z}_p – заработная плата рабочих, включая машинистов, руб.;

H_p – накладные расходы (принимаются в размере 10–15% от общей суммы всех других затрат).

Определив \mathcal{E}_p и зная объем монтажных работ, уточняют их себестоимость C , руб., для каждого варианта и по минимальному значению определяют наиболее экономичный вариант крана.

4. ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

4.1. Технология производства бетонных работ

4.1.1. Устройство опалубки

Опалубкой называют формообразующую временную конструкцию, состоящую из собственно формы, поддерживающих лесов и крепежных устройств. Конструкция опалубки должна в процессе бетонирования обеспечивать прочность, жесткость и неизменяемость бетонируемой конструкции, а также ее проектные размеры.

Конструкция опалубки должна обеспечивать достаточные прочность, надежность, простоту монтажа и демонтажа ее элементов, возможность укрупненной сборки и широкую вариантность компоновки при их минимальной номенклатуре.

По оборачиваемости различают опалубку неинвентарную, используемую только для одного сооружения, и инвентарную, многократно используемую. Инвентарная опалубка может быть разборно-переставной и подвижной. Разновидностью неинвентарной опалубки является несъемная опалубка (опалубка-облицовка).

Опалубка может быть деревянной, деревометаллической, металлической, железобетонной, армоцементной, из синтетических или прорезиненных тканей.

Металлическую опалубку изготавливают из стальных листов толщиной 1,5...2 мм и прокатных профилей. Она должна иметь быстроразъемные соединения. Стальную опалубку выполняют из уголков, швеллеров. При хорошей эксплуатации она может быть использована до 200 раз, в то время как оборачиваемость деревянной инвентарной опалубки – не более 10... 15 циклов.

Важной проблемой является уменьшение сцепления бетона с опалубкой. Это сцепление зависит от адгезии (прилипания) и когезии (прочности на растяжение пограничных слоев на контакте «опалубка – бетон») бетона, его усадки и характера формирующей поверхности опалубки.

Адгезия заключается в том, что при укладке и виброуплотнении бетонная смесь приобретает свойства пластичности и поэтому сплошность контакта между ней и опалубкой возрастает.

Силы адгезии можно уменьшить, используя для формирующих поверхностей опалубки гидрофобные материалы, нанося на поверхность опалубки специальные смазки и противoadгезионные гидро-фобизирующие покрытия.

Для поддержания опалубочных форм устраивают леса. При высоте опалубки до 6 м применяют телескопические инвентарные деревометаллические или металлические стойки. Для увеличения несущей способности

телескопические стойки группируют с помощью инвентарных связей по 3 или 4 шт.

Различают следующие виды опалубки: разборно-переставная, блочная, крупнощитовая, объемно-переставная, пневматическая, скользящая, кату-чая, несъемная и др.

4.1.2. Заготовка и монтаж арматуры

Арматура для железобетонных конструкций может быть классифицирована:

- по материалу – на стальную и неметаллическую;
- по технологии изготовления – на горячекатаную стержневую диаметром 6...90 мм и холодноотянутую круглую проволочную диаметром 3...8 мм в виде обыкновенной или высокопрочной проволоки, а также арматурных канатов и прядей;
- по профилю – на круглую гладкую и периодического профиля. Арматура периодического профиля имеет фигурную поверхность, что обеспечивает ее лучшее сцепление с бетоном;
- по принципу работы в железобетонной конструкции – на ненапрягаемую и напрягаемую;
- по назначению – на рабочую арматуру, воспринимающую в основном растягивающие напряжения; распределительную, предназначенную для распределения нагрузки между стержнями рабочей арматуры; монтажную, служащую для сборки арматурных каркасов;
- по способу установки – на штучную арматуру, арматурные каркасы и сетки.

Особую группу составляет стальная жесткая арматура в виде тавровых балок и другого проката, применяемая для армирования высотных зданий, специальных сооружений, и так называемая дисперсная арматура в виде рубленого стекловолокна или асбеста, используемая главным образом для армирования цементного камня.

Арматуру для железобетонных изделий изготавливают в виде сеток, плоских и пространственных каркасов, арматурно-опалубочных блоков, закладных деталей. Арматуру для предварительно напряженных железобетонных конструкций изготавливают в виде пучков или канатов из высокопрочной стальной проволоки.

Установка производится после проверки и приемки опалубки. Монтаж арматуры необходимо выполнять укрупненными элементами. При установке арматуры должны быть обеспечены предусмотренная проектом толщина защитного слоя и расстояние между рядами арматуры.

В некоторых случаях (например, при значительной высоте балок) арматурный каркас собирают непосредственно в опалубочной форме с

открытыми боковыми щитами. Каркас прогона или балки может быть собран на расположенных поперек короба прокладках. После окончания сборки каркаса прокладки поочередно удаляют, и каркас опускают на днище.

Приемку смонтированной арматуры оформляют актом на скрытые работы. В акте указывают номера рабочих чертежей, отступления от проекта и основания для этого (проверочные расчеты, разрешение проектной организации и т.д.), а также приводят заключение о возможности бетонирования конструкций.

Контроль качества сварных соединений сводится к их наружному осмотру и последующему механическому испытанию сварных соединений, вырезаемых из конструкций, или к проверке с помощью неразрушающих методов.

4.1.3. Укладка и уплотнение бетонной смеси

Перед началом бетонирования проверяют (и оформляют актом) соответствие проекту опалубки, арматуры, расположения анкерных болтов и закладных частей, а также правильность устройства основания.

Перед бетонированием опалубку очищают от грязи и строительного мусора. Деревянную опалубку примерно за 1 ч до укладки смеси обильно смачивают, а оставшиеся щели законопачивают. В металлической опалубке зазоры заделывают алебастром.

Если бетонную смесь укладывают на ранее уложенный бетон основания, то во избежание обезвоживания укладываемой бетонной смеси обильно увлажняют бетон основания, причем перед бетонированием с поверхности основания удаляют остатки воды.

Если арматура установлена на всю высоту конструкции, при подаче бетонной смеси сверху может быть забрызгана вышерасположенная арматура, что впоследствии уменьшит сцепление бетона с арматурой. Этого следует избегать.

Устройство рабочих швов. В отличие от конструктивных швов рабочие швы являются технологическими. Они представляют собой плоскость стыка между ранее уложенным затвердевшим бетоном и свежеложенным.

При возведении железобетонных конструкций рекомендуется, если возможно, непрерывно укладывать бетонную смесь. Иногда это является непременным технологическим условием, например, при устройстве фундаментов под машины, работающие в динамических режимах. Однако в большинстве случаев при сооружении обычных железобетонных конструкций по организационным и технологическим причинам перерывы в бетонировании неизбежны и, следовательно, неизбежно устройство рабочих швов.

В рабочих швах в отличие от деформационных должны быть исключены перемещения стыкуемых поверхностей относительно друг друга. Шов обычно образуется путем установки щита из деревянных реек или досок с прорезями для арматуры.

Бетонирование может быть возобновлено после незначительного перерыва в работе, когда уложенный бетон еще находится в ранней стадии твердения и сохраняет некоторую подвижность или когда он уже приобрел начальную прочность.

В первом случае, чтобы не повредить нарождающуюся кристаллизационную структуру ранее уложенного бетона и не нарушить его сцепления с арматурой при укладке свежего бетона, необходимо избегать сотрясений опалубки и на расстоянии до 1 м от стыка не применять вибраторов.

Во втором случае, если бетон уже достиг некоторой прочности (не менее 1,1, 1,2 МПа), поверхность, непосредственно примыкающую к стыку, бетонируют обычным способом.

Одним из условий получения высококачественного бетона с заданными физико-механическими свойствами (высокой степенью удобоукладываемости) является его уплотнение вибрацией в процессе укладки или вакуумирования сразу же после укладки в опалубку.

В неуплотненной бетонной смеси содержится значительное количество воздуха: в смеси жесткой консистенции объем воздуха достигает 40... 45%, в пластичной – 10...15%, причем ориентировочно считают, что каждый процент воздуха в смеси уменьшает прочность бетона на 3 ... 5%.

При вибрировании бетонной смеси ей сообщают частые вынужденные колебания (импульсы), под действием которых удаляется находящийся в смеси воздух, нарушается связь между частицами и происходит более компактная их упаковка. Это обеспечивает получение более плотного бетона с морозостойкой, водонепроницаемой и прочной структурой. При этом уменьшается внутреннее трение, заземленные пузырьки воздуха всплывают на поверхность. В результате резко снижается вязкость смеси, и она приобретает свойства тяжелой структурной жидкости. Временно перейдя в текучее состояние, бетонная смесь приобретает повышенную подвижность, растекается по форме и уплотняется под действием собственной массы.

По способу передачи колебаний на бетон различают вибраторы внутренние (глубинные), погружаемые корпусом в бетонную смесь; наружные, прикрепляемые к опалубке и передающие через нее колебания на бетон; поверхностные, устанавливаемые на бетонируемую поверхность.

Внутренние вибраторы применяют при бетонировании массивов фундаментов, колонн, прогонов, балок. Такие вибраторы выпускают с виброулавкой, с суженным наконечником (виброштык) для бетонирования в густоармированных конструкциях, с гибким валом и вибронаконечником с частотой колебаний 10...20 тыс. в 1 мин. Вибратор этого типа удобен при

бетонировании подземных конструкций в условиях влажной среды. При бетонировании массивных малоармированных конструкций используют вибрационные пакеты. В таком пакете на одной траверсе может быть сгруппировано несколько вибраторов. Вибропакет подвешивают к грузовому крюку крана. При уплотнении бетонной смеси глубинными вибраторами толщина уплотняемого слоя не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора. Шаг перестановки вибратора не должен быть больше 1,5 радиуса действия вибратора.

Поверхностные вибраторы, выполненные в виде металлической площадки с установленным на ней вибрационным устройством или виброрейки, применяют при бетонировании плит покрытий, полов, дорог и т.д.

Бетонную смесь поверхностными вибраторами уплотняют полосами, равными ширине площадки вибратора. При этом каждая последующая полоса должна перекрывать предыдущую на 15...20 см.

В сооружениях водоснабжения и водоотведения одним из наиболее эффективных методов является торкретирование, так как оно позволяет устраивать бетонное покрытие с высокой плотностью и водонепроницаемостью. Метод торкретирования заключается в нанесении под давлением сжатого воздуха на бетонную конструкцию, опалубку или другие поверхности цементно-песчаных растворов или бетонной смеси.

Этим методом исправляют дефекты в бетонных и железобетонных конструкциях, наносят водонепроницаемый слой на поверхность резервуаров и различного рода подземных сооружений, укрепляют поверхности горных выработок, бетонируют тонкостенные конструкции в односторонней опалубке и т. д.

Для торкретирования используют жесткие торкретные смеси, которые практически не имеют водоотделения. Это и позволяет при нанесении смесей под давлением получать материал с более плотной структурой и меньшим водосодержанием, чем при обычном бетонировании. Торкретирование ведут послойно, причем время перерыва между нанесением слоев должно быть таким, чтобы наносимый слой не разрушал предыдущего. При этом во избежание уменьшения адгезии это время не должно превышать времени схватывания цемента.

Различают два способа торкретирования – сухими и готовыми смесями. В первом случае сухую цементно-песчаную смесь заданного состава загружают в резервуар цемент-пушки и под давлением сжатого воздуха 0,2...0,4 МПа по рукаву подают к насадке, где, смешивая с подаваемой по второму рукаву водой, со скоростью 120... 140 м/с наносят слоями на обрабатываемую поверхность.

Цемент-пушка состоит из цилиндрического резервуара, имеющего конический затвор для загрузки сухой смеси и выходное отверстие для её выдачи, гибкого рукава и насадки. В состав комплекта цемент-пушки входят компрессор, бак для воды, воздухоочиститель и комплект гибких рукавов.

Торкретирование готовой смесью выполняют без подачи в насадку воды. Этот метод обеспечивает более высокую производительность, однако наносимый торкретный слой имеет менее высокие физико-механические характеристики.

Разновидностью метода торкретирования является шприц-бетон или набрызг-бетон. Суть его сводится к тому, что с помощью набрызг-установки по рукаву для подачи материалов к насадке под давлением 0,4...0,5 МПа подают отдозированную бетонную смесь с гравием или щебнем крупностью до 25...30 мм. В насадку по второму рукаву подают воду. Перемешанную в смесительной камере увлажненную смесь со скоростью 100...120 м/с наносят на торкретируемую поверхность. Сменная производительность набрызг-установки 18...20 м³.

Этот метод применяют для отделки туннелей, замоноличивания швов, заделки крупных каверн в бетоне, бетонирования тонкостенных конструкций.

При торкретировании как сухими, так и готовыми смесями теряется 10...30% смеси за счет отскока её от торкретируемой поверхности.

При снижении скорости подачи смеси отскок уменьшается, однако при этом ухудшаются и физико-механические свойства торкрета. Величину отскока регулируют составом смеси и расстоянием между насадкой и обрабатываемой поверхностью. При использовании цемент-пушек эта величина (при которой потери смеси наименьшие) составляет 0,7...1 м, а при набрызг-бетоне – 1... 1,2 м.

Перед началом бетонирования тщательно проверяют и оформляют актом соответствие проекту опалубки, арматуры, закладных деталей и других элементов конструкции, остающихся в ней после бетонирования. В частности, проверяют геометрические размеры формирующего пространства опалубки, её неизменяемость, прочность и устойчивость. Контролируют также соответствие проекту армирования закладных деталей, их установку и крепление, исключая смещение при укладке бетонной смеси, правильность устройства каналов (при предварительно напряженном армировании), расположение отверстий, выпусков.

Технологические приемы бетонирования назначают в зависимости от типа конструкции. При бетонировании подготовок под полы применяют тощую бетонную смесь с осадкой конуса 0...2 см. Площадь подготовок под полы разбивают на так называемые карты бетонирования шириной 3...4 м. Через 6...8 м устраивают деформационные швы, снижающие температурные напряжения.

При бетонировании чистых полов на подготовке устанавливают маячные рейки, которые разделяют бетонируемую площадь пола на полосы шириной 3...4 м. Верх маячной рейки соответствует проектной отметке пола. Бетонирование полос ведут через одну, вначале – нечетные полосы, а

затем, после того как бетон затвердеет, удаляют маячные рейки и бетонируют четные полосы.

Бетонную смесь уплотняют поверхностными вибраторами или виброрейками, после чего поверхность пола выравнивают правилом и заглаживают резиновой лентой.

Свежеуложенный бетон заглаживают вручную или с помощью специальной машины, а через 30...40 мин после заглаживания полы железнят.

При бетонировании массивных густоармированных плит под тяжелые фундаменты, днищ резервуаров и различного рода высотных сооружений основным технологическим требованием является непрерывность укладки смеси на всю высоту плиты.

Плиты толщиной менее 0,5 м бетонируют картами шириной по 3...4 м. При большей толщине плит их разбивают на карты шириной 5...10 м с разделительными полосами между ними 1...1,5 м. Чтобы обеспечить непрерывную укладку смеси на всю высоту, плиту разбивают на блоки без разрезки арматуры с ограждением блоков металлическими сетками. Бетонируют такие плиты с применением автобетоносмесителей, автобетоновозов или, при больших объемах работ, автобетононасосов.

При бетонировании фундаментов и массивов в зависимости от принятой технологической схемы бетонную смесь подают в опалубку непосредственно из транспортного средства с применением передвижного моста или эстакады либо вибропитателями и виброжелобами или бадьями с помощью кранов. При высоте разгрузки бетонной смеси более 3 м применяют хоботы.

Малоармированные фундаменты и массивы бетонируют смесью с подвижностью по стандартному конусу 1...3 см и крупностью заполнителя не более трети наименьшего расстояния между стержнями арматуры.

Бетонную смесь укладывают слоями 20...40 см. Наибольшая толщина слоя бетонной смеси не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора. Более глубокое погружение вибратора может привести к нарушению структуры ранее уложенного слоя бетона.

При бетонировании фундаментов применяют глубинные вибраторы, а при устройстве крупных массивных фундаментов – вибрационные пакеты, подвешенные на стреле крана, или плоскостные виброизлучатели. При бетонировании крупных массивов используют мощное навесное вибрационное оборудование, устанавливаемое на малогабаритных самоходных устройствах.

При бетонировании тонких густоармированных стен и перегородок бетонная смесь должна иметь осадку конуса 6...10 см, а для малоармированных стен толщиной более 0,5 м – 4...5 см.

Опалубку стен толщиной более 0,5 м можно возводить на всю высоту стены с подачей смеси сверху с помощью хоботов, а при тонких стенах опалубку устанавливают на всю высоту с одной стороны, а с другой

наращивают по мере бетонирования. В последнем случае бетонную смесь подают и уплотняют с низкой стороны опалубки.

При бетонировании стен резервуаров, опускных колодцев и других сооружений, к которым предъявляются особые требования к водопроницаемости, основным технологическим условием, кроме точного выдерживания заданного проектом состава бетонной смеси, является непрерывная укладка смеси равномерно по всему периметру сооружения.

При бетонировании колонн нижнее отверстие в коробе опалубки, место примыкания колонны к фундаменту перед укладкой бетонной смеси очищают от строительного мусора, после чего в опалубку укладывают слой цементного раствора состава 1:2...1:3 или мелкозернистого бетона толщиной 5... 20 см. Этот буферный слой исключает образование раковин и неплотностей у основания колонны.

Колонны высотой до 5 м и с размером стороны сечения 40... 80 см бетонируют сразу на всю высоту до низа примыкающих прогонов, балок и капителей. При этом смесь подают бадьями и разгружают в приемный бункер хобота. Уплотняют бетонную смесь внутренними вибраторами. Колонны высотой более 5 м бетонируют ярусами высотой до 2 м с загрузкой бетонной смеси и её вибрированием через боковые окна в стенках короба.

Бетонирование балок и плит в ребристых перекрытиях производят одновременно. Балки высотой более 80 см можно бетонировать независимо от примыкаемых к ним плит. Бетонную смесь подают на перекрытия по бетоноводам или в бадьях. Бетонирование прогонов, балок и плит следует начинать через 1 ... 2 ч после бетонирования колонн и первоначальной осадки в них бетона.

Прогоны и балки высотой более 50 см бетонируют слоями 30... 40 см, при этом каждый слой в отдельности уплотняют глубинными вибраторами. Густоармированные прогоны и балки уплотняют вибраторами со специальными насадками. Последний слой бетонной смеси не доводят до нижней плоскости плиты на 3... 4 см. Плиты перекрытия бетонируют сразу на всю ширину с уплотнением поверхностными вибраторами.

4.2. Производство бетонных работ в зимних условиях

4.2.1. Особенности производства бетонных работ в зимних условиях

Бетонные работы при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5°C и минимальной суточной температуре ниже 0°C выполняют по специальным правилам, установленным для работ в зимних условиях.

В зимних условиях основной задачей является не допустить преждевременного замерзания уложенного бетона. Необходимо, чтобы бетон сохранял при укладке и выдерживании положительную температуру (выше

0°С) до тех пор, пока его прочность не достигнет определенного значения, называемого «критической» прочностью.

Для конструкций, подвергающихся сразу после выдерживания попеременному замораживанию и оттаиванию, критическая прочность бетона независимо от его класса должна быть не менее 70%. а в преднапряженных конструкциях – не менее 80% проектной прочности.

Для конструкций, подвергающихся сразу по окончании выдерживания действию расчетного давления воды (резервуаров, подпорных стен), а также конструкций, к которым предъявляют специальные требования по морозостойкости и водонепроницаемости, критическая прочность должна быть не ниже 100 % проектной прочности.

Для массивных сооружений специального назначения (плотин, опор, мостов и др.) условия и сроки допустимого замерзания бетона устанавливаются в проекте. Перечисленные выше требования вызваны тем, что бетон при отрицательной температуре (ниже 0°С) не твердеет, так как вода в нем превращается в лед и физико-химические процессы взаимодействия между цементом и водой затворения практически прекращаются. Однако когда замерзший бетон оттает, процессы твердения возобновляются, и если замерзание произошло не ранее достижения им критической прочности, то бетон впоследствии приобретет заданную (проектную) прочность. Если же дать бетону замерзнуть раньше, то произойдет частично безвозвратная потеря прочности (главным образом из-за нарушения сцепления между крупным заполнителем и цементным раствором).

Потеря прочности будет тем больше, чем моложе был бетон к моменту замерзания (так, например, бетон на портландцементе, достигающий прочности на 28-й день и замороженный через сутки после укладки, безвозвратно теряет до половины своей прочности). Бетон, замороженный при достижении им указанных выше значений критической прочности, необходимо выдерживать после оттаивания в условиях, обеспечивающих получение им проектной прочности до момента загрузки конструкции проектной нагрузкой.

К моменту снятия несущей опалубки бетонных и железобетонных конструкций требуется, чтобы прочность бетона составляла 50...100% проектной. Такие конструкции после распалубливания могут быть во многих случаях без вреда для них подвергнуты действию низких температур, но в каждом конкретном случае необходимо все же сопоставить распалубочную и критическую прочности. В тех случаях, когда из условий многократной оборачиваемости опалубки, последнюю (например, боковые щиты опалубки фундаментов, подколонников, стен и т.п.) снимают раньше достижения бетоном критической прочности, распалубленные поверхности следует временно укрывать. Распалубливание конструкций выполняют при положительной температуре бетона; ни в коем случае нельзя допускать примерзания опалубки к бетону.

Для твердения в зимних условиях бетона, приготовленного на обычной воде (без введения в нее химических добавок солей, понижающих точку замерзания образующегося при этом солевого раствора), необходимо прежде всего, чтобы смесь была уложена в опалубку теплой и все ее составные части имели положительную температуру. Нельзя, например, укладывать в опалубку бетонную смесь, приготовленную на мерзлом песке и щебне. При обогреве такой смеси после укладки содержащаяся в мерзлом состоянии в песке и щебне влага оттает и займет меньший объем (известно, что вода при замерзании увеличивается и, наоборот, лед при оттаивании уменьшается в объеме примерно на 10%). В результате этого получается рыхлый, пористый, а следовательно, малопрочный бетон.

Поэтому в зимнее время бетонную смесь готовят на подогретой воде; заполнители (песок, щебень) также нагревают или оттаивают до положительной температуры. Исключение может быть допущено для сухого щебня или гравия, не содержащего наледи на зернах и смерзшихся комьев (влажность не выше 1...1,5%). Такой заполнитель можно загружать в смеситель неотогретым при условии, что по выходе из смесителя бетонная смесь будет иметь заданную положительную температуру. Цемент не подогревают, так как при перемешивании с водой и заполнителями он быстро принимает положительную температуру. Перевозку и укладку бетонной смеси осуществляют быстро, чтобы ее температура в опалубке была положительной. Применяют искусственные методы обогрева бетона и недопущения кристаллизации воды, в том числе: электропрогрев, паропрогрев, введение противоморозных добавок, метод тепляков и т.д.

4.2.2. Контроль качества зимнего бетона

Контроль качества бетона при производстве работ в зимних условиях требует ряда дополнительных мероприятий помимо выполнения обычных рекомендаций.

Зимой ведут наблюдения за температурой подогрева воды и заполнителей, а также за температурой бетонной смеси; контролируют температурный режим твердеющего бетона и выполняют дополнительную проверку прочности контрольных образцов бетона.

Результаты наблюдений и проверки прочности образцов заносят в журнал бетонных работ. Данные о методах и сроках выдерживания бетона и другие сведения по тепловому режиму его выдерживания заносят в специальную ведомость контроля температур.

Температуру бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя необходимо замерять не реже, чем через каждые 2 часа. Контроль температуры бетонной смеси при ее укладке выполняют измерением температуры смеси в каждой доставляемой на объект емкости при порционной подаче и не

реже, чем через каждые 30 мин при подаче бетонной смеси непрерывным транспортом.

Для замера температуры в бетоне оставляют специальные скважины, закрываемые плотными утепленными пробками. Лучше всего вставлять в скважины металлические трубки, имеющие дно, куда наливают немного масла. Температуру замеряют техническими термометрами, опускаемыми в масло, которое принимает температуру бетона.

Все скважины наносят на схему сооружения и нумеруют. Во время измерения температуры бетона термометры изолируют от влияния температуры наружного воздуха и держат в скважине не менее 3 мин. Температуру бетона измеряют в местах наиболее неблагоприятного температурного режима: при термосном выдерживании – в скважинах глубиной 50...100 мм, которые устраивают в слоях бетона, прилегающих к опалубке, и в слоях, отстоящих от нее на расстояние 50... 100 мм; при искусственном обогреве – в глубинных скважинах.

В конструкциях с модулем поверхности менее 3 должны быть предусмотрены как поверхностные, так и глубинные скважины. Широко применяют также дистанционные методы контроля температур при помощи термопар и термометров сопротивления.

Если свежеложенный бетон случайно заморожен, то он требует особого ухода, целью которого является максимальное восстановление прочности бетона. «Лечение» бетона состоит в постепенном его отогреве совместно с обильным увлажнением.

5. УСТРОЙСТВО ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

5.1. Способы устройства гидроизоляции

Для водопроводно-канализационных сооружений, эксплуатируемых в условиях водонасыщенной среды, большое значение имеют гидроизоляционные работы по устройству защиты конструкций от воздействия грунтовых вод и обеспечению их водонепроницаемости, а также по защите их от коррозии.

В зависимости от способа устройства и вида применяемых материалов гидроизоляцию подразделяют на окрасочную, битумную и из полимерных материалов, оклеечную из рулонных и листовых материалов на битумной, дегтевой или полимерной основе, штукатурную, облицовочную, инъекционную и гидроизоляцию проникающего действия.

Окрасочную гидроизоляцию применяют главным образом для защиты конструкций от капиллярной влаги. Это многослойное водонепроницаемое покрытие, выполняемое многократным окрашиванием. Она имеет толщину от 3 мм до 6 мм и является самым распространённым и наиболее механизированным способом гидроизоляции сооружений. Главным недостатком является относительно небольшая долговечность окрасочной гидроизоляции. Её рекомендуется применять для защиты от капиллярной влаги. Наносится окрасочная гидроизоляция на поверхность с увлажняемой стороны (рис.19).

При наличии гидростатического напора окрасочная гидроизоляция не применяется в следующих случаях:

- наличие деформационных швов в изолируемом сооружении (например, блочный фундамент);
- отсутствие доступа для периодического осмотра и ремонта.



Рис.19. Устройство окрасочной гидроизоляции

Оклеечная гидроизоляция – это сплошное водонепроницаемое покрытие, выполненное с использованием рулонных, плёночных гидроизоляционных

материалов, наклеиваемых с помощью разогрева горелкой либо мастиками послойно на очищенную и грунтованную поверхность конструкции. Выполняется только из гнилостойких материалов, к которым относятся:

– битумные рулонные: изол, гидроизол, фольгоизол, армобетон, экарбит и др.;

– синтетические полимерные плёнки из полиэтилена, ПВХ, полипропилена.

Наклейка и окраска гидроизоляционного ковра производится с помощью битумной, битумно-полимерной или полимерной мастик со стойкими к агрессивной среде наполнителями. Количество слоёв варьируется от 2 до 5 в зависимости от величины гидростатического напора и допустимой влажности в защищаемом сооружении.

Такое покрытие также располагается со стороны напора воды, но с обязательным сооружением защитного ограждения, например, кирпичная стена, бетонные плиты, асбестоцементные листы и др.

Бесспорным преимуществом перед другими гидроизоляционными материалами является высокая коррозионная и гнилостная стойкости полиэтиленовых плёнок в агрессивных средах. Однако несомненным недостатком таких плёнок является их невысокая механическая прочность, из-за чего они обычно защищаются одним слоем тех же битумных материалов. Для склеивания полиэтиленовых плёнок применяют специальные клеи и клеящие мастики (рис.20).



Рис.20. Устройство оклеечной гидроизоляции

На горизонтальные и наклонные до 25° поверхности рулонные материалы наклеивают по технологии устройства рулонных кровель с нахлесткой полотнищ в продольных и поперечных стыках на 100 мм с расположением стыков вразбежку. На вертикальные и наклонные более чем на 25° поверхности такие материалы наклеивают снизу вверх участками по 1–2 м с притиркой деревянными шпателями.

При сопряжении горизонтального гидроизоляционного ковра с гидроизоляцией вертикальных поверхностей сооружения (резервуара)

вокруг него устраивают временную стену высотой 1,2–1,5 м. На нее послойно заводят и наклеивают все слои гидроизоляционного ковра, а затем, после возведения стен сооружения, указанную временную стенку разбирают и освободившийся рулонный материал наклеивают на вертикальные поверхности стен.

Штукатурная гидроизоляция – это сплошное водонепроницаемое покрытие, состоящее из горячей либо холодной смеси битумных, цементных или полимерных вяжущих веществ с минеральными или органическими наполнителями. Этот вид гидроизоляции наносится штукатурным способом (отсюда и название). Толщина слоя может быть в пределах от 6 мм до 50 мм.

Различают по применяемым материалам несколько видов штукатурной гидроизоляции:

- штукатурно-цементная;
- холодная асфальтовая;
- горячая асфальтовая;
- литая из горячих асфальтовых мастик и растворов.

Штукатурно-цементная гидроизоляция представляет собой покрытие, получаемое механическим (торкретирование) или ручным нанесением цементно-песчаного раствора, в пропорциях «цемент – песок» от 1:1 до 1:2. Торкретирование в основном применяется для защиты ограждающих конструкций из монолитного бетона с количеством слоёв не более трёх. При этом общая толщина слоёв должна быть не более 20 мм при гидростатическом напоре до 10 м (рис.21).



Рис.21. Устройство штукатурно-цементной гидроизоляции

Холодная асфальтовая гидроизоляция выполняется нанесением нескольких слоёв холодной эмульсионной асфальтовой мастики на очищенную и грунтованную поверхность. Грунтование выполняется разжиженными с помощью растворителей битумными пастами. Применяется для:

- антифльтрационной защиты подземных частей;

- заполнения деформационных швов;
- антикоррозийной защиты бетона;
- при температуре до 80°C.

Применение холодной асфальтовой гидроизоляции не допускается при нефтехимической и общекислотной ($\text{pH} < 5,5$) агрессивности вод.

Наносить холодную асфальтовую гидроизоляцию необходимо со стороны подпора воды. При защите от капиллярной влаги допускается нанесение на противоположную увлажнению сторону. Количество слоёв напрямую зависит от величины гидростатического напора и варьируется от 2 до 5 при общей толщине от 5 мм до 20 мм. Такая изоляция на горизонтальных поверхностях (пол подвала, например) должна быть защищена стяжкой из цементного бетона или раствора, а на вертикальных поверхностях – защитным ограждением в виде стены из кирпича, бетонных плит, плоских асбестоцементных листов, либо слоем цементной штукатурки толщиной 1–2 сантиметра. Сооружение защитного ограждения не обязательно, если далее будет выполняться засыпка песчаным грунтом или организован последующий доступ для периодического осмотра и ремонта.

Горячая асфальтовая гидроизоляция выполняется нанесением на изолируемую поверхность в расплавленном виде горячих асфальтовых мастик или растворов со стороны напора или увлажнения без применения защитного ограждения. Количество наметов может быть от одного до трёх, при общей толщине 3–18 мм. Горячая асфальтовая гидроизоляция не применяется при температуре свыше 50°C, либо воздействию нефтепродуктов.

Литая гидроизоляция наносится путём разлива на горизонтальной поверхности горячих асфальтовых составов, а также заливки в щель между опалубкой и вертикальной либо наклонной изолируемой поверхностью. Количество и толщина горизонтальных слоев назначается в зависимости от величины гидростатического напора или его отсутствия и может составлять 1–2 слоя при 5–25 мм общей толщины. Поверх литой гидроизоляции на горизонтальных поверхностях обязательно делается защитная стяжка из цементного раствора. На вертикальных и наклонных поверхностях литую гидроизоляцию из горячих асфальтовых мастик следует делать путем поярусной заливки в пространство между изолируемой поверхностью и защитным ограждением, выполненным из кирпича, бетонных плит или дерева.

Облицовочная гидроизоляция выполняется креплением к поверхности изолируемого сооружения специальных элементов (листы, ленты). По виду используемых материалов различают два вида: металлическая и полимерная гидроизоляция.

Металлическая гидроизоляция выполняется из стальных листов толщиной не менее 4 мм, свариваемых между собой сваркой встык или внахлест, крепление осуществляется с помощью анкеров, заделываемых в бетон. Такой вид гидроизоляции отличается высокой прочностью,

водонепроницаемостью при больших давлениях воды, а также высокой долговечностью. Рациональность применения очень дорогой металлической гидроизоляции оправдана только в случае большого гидростатического напора, при котором неэффективны другие виды. Она эффективна при изоляции конструкций, подвергающихся воздействию температур выше 80°C, в случае серьёзных механических воздействий, а также для гидроизоляции отдельных приемков сложной формы.

Обустроивается, как правило, с внутренней поверхности ограждающих конструкций, что упрощает дальнейшую эксплуатацию и даёт возможность оперативного устранения течей, а в случае наружного расположения для металлической гидроизоляции обязательно наличие антикоррозионной защиты. Все элементы (облицовка, ребра, анкера) рассчитываются на прочность с учётом давления воды и бетонной смеси на стальную обшивку, которая используется как опалубка при бетонировании конструкции, а также цементного раствора нагнетаемого за стальную обшивку под давлением 0,2–0,3 МПа.

Листовая гидроизоляция из полимерных материалов представляет собой однослойное покрытие из листов толщиной 1–2 мм, которые соединяются между собой сваркой или склеиванием. Крепление листов производится дюбелями, гвоздями, прижимными планками, а также может наклеиваться различными мастиками и клеями. При устройстве листовой гидроизоляции могут применяться полиэтиленовые листы с анкерными рёбрами, которые обеспечивают их закрепление в бетоне при его заливке. Большим плюсом является то, что гидроизоляция из профилированного полиэтиленового листа может применяться для защиты сборных конструкций.

Инъекционная гидроизоляция представляет собой процесс нагнетания гидроизолирующих составов с целью заполнения пор, трещин или примыкающих к изолируемой поверхности сред с последующим отвердеванием (рис.22). Перед нагнетанием выполняется бурение шпуров в изолируемых конструкциях или окружающем грунте. В зависимости от используемых гидроизоляционных материалов выделяют различные способы: цементация; силикатизация; горячая битумизация; смолизация.

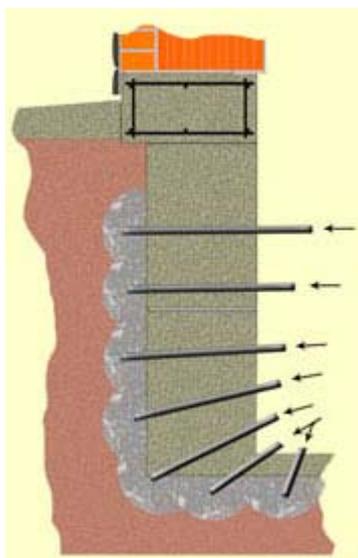


Рис.22. Устройство инъекционной гидроизоляции

Цементация – инъекционное заполнение пор или трещин составами на цементной вяжущей основе. Наиболее широко применяется для инъекций в трещины или неплотности бетона. Цементация не применяется при воздействии химически

агрессивных грунтовых вод и в момент, когда бетон сооружений находится в промерзшем состоянии. Она особенно эффективна при ремонте гидроизоляции, ликвидации протечек эксплуатируемых сооружений.

Силикатизация – инъекции раствора жидкого стекла, который застывает под воздействием щелочей цементного камня. Несмотря на то, что растворы силикатов имеют низкую вязкость, высокую проникающую способность и быстрое твердение, применение данного способа ограничивается из-за недостаточной водоустойчивости образующегося геля. В связи с этим осуществляется двухрастворная силикатизация, которая предусматривает после инъекции жидкого стекла ещё и инъекцию коагулятора (хлористого кальция, кремнефтористого натрия) с уплотняющими добавками (сернокислый алюминий, бентонит и т.п.). К силикатизации, как правило, прибегают при срочных ремонтах.

Горячая битумизация заключается в заполнении пор и трещин бетона горячим битумом при помощи специальных поршневых насосов высокого давления. Вязкое сопротивление быстро остывающего битума накладывает ограничения на возможность битумизации только трещин шире 2 мм и требует частого расположения инъекционных скважин (через 0,5–0,8 м). В связи с этим горячая битумизация применяется только при высокой агрессивности воды либо её интенсивном притоке, а также для уплотнения деформационных швов и мест их примыкания.

Смолизация представляет собой заполнение пор и трещин бетона либо контактирующего с ним грунта жидкими полимерами, которые придают им прочность и водонепроницаемость. Для смолизации используют 3 типа смол:

- карбамидные смолы;
- фенолформальдегидные смолы и фенолоспирты с добавкой щелочных отвердителей (сода, едкий натр и др.);
- фурановые смолы.

Гидроизоляция проникающего действия представляет собой способ повышения гидроизоляционных свойств бетона путём нанесения на его поверхность составов проникающего действия. Они, как правило, состоят из вяжущего вещества, заполнителей, наполнителей и целевых функциональных добавок (рис.23).

При нанесении приготовленного раствора на влажную или предварительно увлажнённую поверхность активные компоненты проникают в микротрещины и поры, где вступают в реакцию с известью, содержащейся в бетоне. В результате этого взаимодействия образуются нерастворимые кристаллические соединения,



Рис.23. Устройство гидроизоляции проникающего действия

вытесняющие влагу. При отсутствии воды действие компонентов приостанавливается, возобновляясь вновь при её новых поступлениях. В связи с образованием нерастворимых кристаллических соединений прочность и морозоустойчивость бетона повышается. Несомненным плюсом гидроизоляции проникающего действия является возможность ее применения на любых поверхностях, как с внутренней, так и с наружной стороны, на старом и новом бетоне.

5.2. Гидроизоляция сооружений водопровода и канализации

С внутренней стороны гидроизоляцию стен и днища резервуаров и других емкостных сооружений выполняют в основном путем торкретирования, железнения поверхности цементно-песчаным раствором. Изолируемые бетонные поверхности сначала очищают, а в случае недостаточной шероховатости насекают или обрабатывают пескоструйным аппаратом с последующей промывкой напорной струей воды. Торкретирование ведут с помощью цемент-пушки. Покрытие наносят на увлажненную поверхность слоями 6–10 мм. Количество слоев устанавливается проектом. Торкретное покрытие наносят сначала на стены, затем на днище. При необходимости получения гладкой поверхности (в резервуарах чистой воды) наносят дополнительный отделочный слой толщиной 3–5 мм из раствора на мелком песке с затиркой поверхности металлическими штукатурными гладилками, т.е. выполняют операцию железнения поверхности. Канализационные очистные сооружения емкостного типа (радиальные отстойники первичные и вторичные, аэротенки и др.) в процессе эксплуатации подвергаются сложным и опасным физическим и химическим воздействиям агрессивных компонентов сточных вод и реагентов, а также механическим воздействиям от технологического оборудования, что приводит к повреждению и разрушению железобетонных ограждающих конструкций.

Сточные воды содержат минеральные, органические и биологические компоненты. Особенно сильное и агрессивное воздействие на бетон ограждающих конструкций таких сооружений оказывают содержащиеся в производственных сточных водах минеральные и органические кислоты.

Специфика сточных вод как агрессивной среды заключается в том, что кроме минеральных и органических веществ они содержат биологические компоненты (бактерии, грибы, водоросли, продуктами жизнедеятельности которых являются минеральные и органические кислоты, представляющие особую опасность для железобетонных конструкций. Известно, что микроорганизмы способны проникать в них на глубину нескольких миллиметров.

Недооценивание влияния указанных факторов в коррозии бетона на стадии проектирования, строительства и ремонта очистных сооружений приводит к тому, что после 7–10 лет эксплуатации бетон ограждающих конструкций в зонах периодического смачивания и подводной имеет существенные повреждения поверхностного слоя. Повреждения приводят к потере прочности защитного слоя на 10–40%, обнажению арматуры, её коррозии и увеличению водопроницаемости сооружений.

Обычно ремонт железобетонных очистных сооружений осуществляется нанесением (после расчистки поврежденного слоя стен и дна) дополнительного или заменой изношенного защитного слоя бетона методом торкретирования, то есть соплованием жесткой мелкозернистой бетонной смеси (с достаточной большой скоростью) на поврежденную часть конструкции, в результате чего образуется прочное сцепление нового и старого бетона.

Гидроизоляцию стен и покрытия резервуаров, коллекторов, тоннелей и камер снаружи выполняют после их гидравлического испытания; если сделать ее до испытания, то затруднится не только обнаружение дефектов (течей) в ограждающих конструкциях, но и последующее их устранение (заделка). Наружную гидроизоляцию сооружений на основе битумных материалов выполняют окрасочной и оклеечной. Более перспективной является гидроизоляция емкостных сооружений, коллекторов и тоннелей ребристой полиэтиленовой пленкой, изготовляемой способом экструзии. Пленка крепится к горизонтальным, наклонным и вертикальным поверхностям не путем ее приклеивания, а за счет анкеровки в бетоне ее ребристых утолщений при бетонировании конструкций.

Для защиты от коррозии навитой на стены круглых резервуаров и других емкостных сооружений (радиальные отстойники, метантенки и т.п.) предварительно напряженной арматуры поверх неё также устраивают торкретное покрытие.

6. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

6.1. Строительство инженерных сетей водоснабжения и водоотведения

Инженерные сети водоснабжения и водоотведения состоят из трубопроводов, колодцев и камер переключения. Трубопроводы прокладываются из бетонных и железобетонных, чугунных, керамических, стальных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклопластиковых труб.

Для прокладки водоотводящих самотечных трубопроводов применяются бетонные и железобетонные, керамические, пластмассовые и напорные асбестоцементные трубы.

Для прокладки напорных трубопроводов водоснабжения и водоотведения применяются чугунные, железобетонные напорные, пластмассовые и в специальных случаях стальные трубы.

Критерием для выбора материала труб являются герметичность труб и стыковых соединений, стоимость и срок эксплуатации.

На трассе поступающие трубы принимают по документам (сертификатам, паспортам) заводов-изготовителей, подтверждающих их качество. Однако в трубах могут возникнуть дефекты вследствие неправильной их погрузки, перевозки и разгрузки. Поэтому перед укладкой труб в траншею их тщательно осматривают, проверяют фактическое их качество и при обнаружении серьезных и неустраняемых дефектов отбраковывают. Не допускается укладывать трубы с трещинами, отколами кромок и растрескиваниями, большими отклонениями их окружности, т.е. с овальностью, и другими серьезными дефектами. Поверхность используемых для устройства стыков труб резиновых манжет и колец должна быть гладкой, без трещин, пузырей, посторонних включений и дефектов, снижающих их эксплуатационные свойства.

Опускание труб в траншею ведется в большинстве случаев при помощи кранов, а также специальных грузозахватных приспособлений, выбор производится по весу трубы (или звена труб) и строповочного приспособления, по вылету крюка монтажного крана и по технико-экономическим показателям. Вручную опускают лишь легкие трубы (небольших диаметров) с помощью мягких канатов, полотенец и других приспособлений. Сбрасывать трубы в траншею категорически запрещается.

6.2. Подготовка траншей. Устройство естественных и искусственных оснований под трубопроводы

В соответствии со СНиПом при сооружении линейных объектов и объектов, расположенных на значительном расстоянии от мест постоянной дислокации строительных организаций, а также при необходимости концентрации сил для выполнения отдельных видов работ специализированными организациями на стройках работы надлежит вести преимущественно мобильными строительными формированиями, оснащенными соответственно профилю работ средствами транспорта и передвижными (мобильными) механизированными установками и устройствами энергетического обеспечения, а также мобильными (инвентарными) зданиями производственного, складского, вспомогательного, жилого, бытового и общественного назначения для нужд строительства.

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

Необходимым условием для надежной эксплуатации трубопровода является укладка его на проектную отметку с обеспечением плотного его опирания на дно траншеи по всей длине, а также сохранность труб и их изоляции при укладке. Поэтому подготовке траншей к укладке труб следует уделять особое внимание.

При прокладке трубопроводов в городских условиях траншеей часто пересекают действующие подземные коммуникации (трубопроводы, кабели). Если они находятся ниже строящегося трубопровода, то это не осложняет его прокладку, а если выше, то необходимо принимать меры по заключению их в специальные короба с надежным креплением.

Трубопроводы в системах водоснабжения и водоотведения укладывают на естественное или искусственное основание. При естественном основании трубы укладывают непосредственно на грунт ненарушенной структуры, обеспечивая поперечный и продольный профиль основания по проекту. При несущей способности грунтов оснований менее 0,1 МПа (1 кгс/см²) необходимо устраивать искусственные основания – бетонные или железобетонные, сборные ленточные, свайные. Для увеличения плотности грунтов оснований широко применяют метод уплотнения.

Несущая способность труб в значительной мере зависит от характера опирания их на основание. Так, трубы, уложенные в грунтовое ложе с углом охвата 120°, выдерживают нагрузку на 30–40% большую, чем трубы, уложенные на плоское основание. При укладке труб на искусственное бетонное основание с углом охвата от 30° до 120° несущая способность труб повышается от 1,21 до 1,7 раза, больший угол охвата трубы грунтом нецелесообразен.

Таким образом, устройство основания – один из главных факторов, обеспечивающий долговечность и надежность эксплуатации трубопроводов. С увеличением диаметра трубопроводов это приобретает более важное значение, поскольку стоимость таких сооружений значительно возрастает. При укладке железобетонных труб больших диаметров (1,5–3,5 м) в песчаных грунтах (рис.24, а) устраивается ложе без нарушения естественной структуры грунта, которое должно охватывать $\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$ поверхности

трубы. В глинистых грунтах (рис.24, б) трубы укладывают на песчаные подушки толщиной 0,1–0,3 м. В тех случаях, когда трубопроводы прокладывают в твердых (скальных) грунтах (рис.24, в), необходимо устройство песчаной подушки с тщательным уплотнением толщиной не менее 0,1 м над выступающими неровностями основания. Для укладки труб в недостаточно устойчивых сухих грунтах на дно траншеи отсыпают слой из гравия, гравийно-песчаной смеси или песка толщиной не менее 0,1 м на всю ширину траншеи.

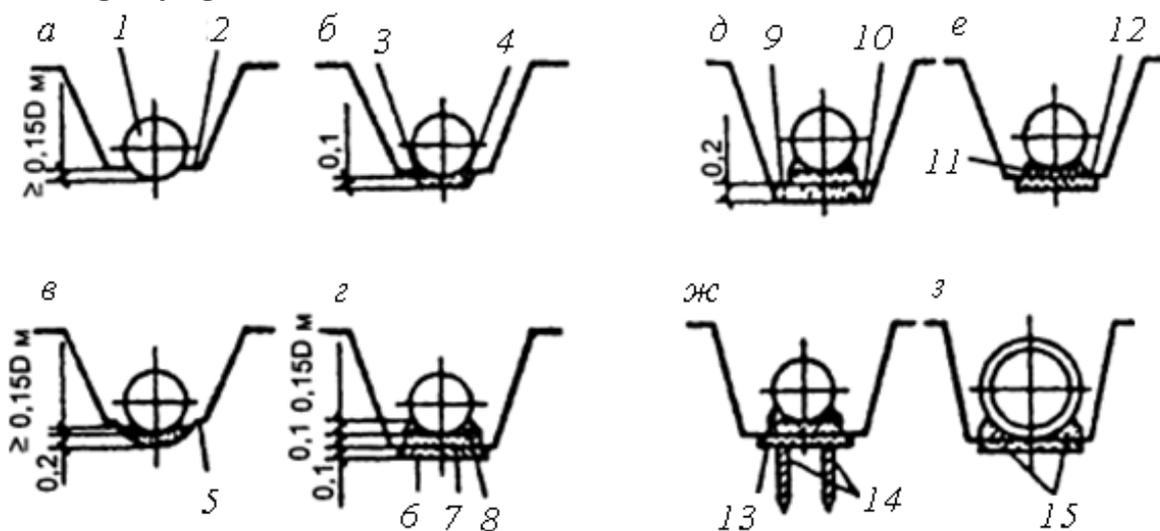


Рис.24. Типы оснований под трубопроводы:

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

На этом слое устраивают бетонную подливку в виде лотка высотой не менее 0,1 наружного диаметра трубы и толщиной в средней части ее не менее 0,1 м. В водонасыщенных грунтах трубы больших диаметров укладывают на бетонное основание, располагаемое на гравийно-песчаной или щебеночной подготовке толщиной 0,20–0,25 м с устройством в ней дренажной линии. В грунтах и пльвунах, плохо отдающих воду, бетонное основание укладывают на железобетонные плиты, которые, в свою очередь, кладут на щебеночную подготовку. Если водонасыщенных грунты содержат

органические включения или являются слабыми и могут вызывать неравномерные осадки, устраивают жесткие основания в виде ростверков на сваях. Железобетонные трубы диаметром 2–3,5 м рекомендуется укладывать на сборные основания (лекальные блоки или плиты с подбетонкой). Кроме того, под такие трубы основания выполняются также из плит и брусьев, соединяемых между собой сваркой, с замоноличиванием стыка бетоном (рис.24, з). При прокладке трубопроводов в сухих пучинистых грунтах искусственное основание под ними выполняют в виде песчаной подушки слоем 0,20–0,25 м на предварительно уплотненном пучинистом грунте.

Согласно СНиПу основание под трубопроводы должно быть принято заказчиком и оформлено актом на скрытые работы. В процессе устройства основания необходимо проверять соответствие продольного и поперечного уклонов проектным данным путем нивелирования дна траншеи. При устройстве ложа необходимо шаблоном проверять его глубину и угол охвата. При гравийно-щебеночном основании измеряют толщину его отдельных участков. При устройстве бетонного основания проверяют все его элементы: толщину и высоту на уровне лотка трубы, марку бетона. В железобетонных монолитных основаниях контролируют укладку арматуры и соответствие ее проекту. При производстве работ в зимнее время необходимо следить, чтобы в момент укладки грунт не был проморожен.

6.3. Способы прокладки трубопроводов по заданному направлению и уклону

Для укладки труб по заданному направлению и уклону применяют причалки, пришивные и ходовые визирки, отвесы и другие приспособления, а также геодезические инструменты. При этом с двух сторон котлована смежных смотровых колодцев устанавливают на столбах обноски, причем так, чтобы поперечные доски были горизонтальны и проходили через центр колодцев (рис.25). Над центром колодца в доску вбивают гвоздь, сбоку к доске прибивают строго горизонтально брусочек, называемый полочкой. Такую же обноску с полочкой делают и у смотрового колодца, находящегося на втором конце участка, на котором предстоит укладка труб.

К забитым гвоздям крепят и натягивают проволоку (причалку), служащую направляющей при укладке труб. Поскольку натянутая причалка соответствует оси прокладываемого трубопровода, то по положению опущенного с нее отвеса проверяют правильность прокладки труб по заданному направлению. При этом необходимо, чтобы вертикальная ось конца каждой укладываемой трубы совпадала с отвесом. При несовпадении конец трубы смещают в нужном направлении краном или с помощью

монтажного лома. После установки обносок и полочек с помощью нивелира определяют отметки полочек на каждом конце участка.

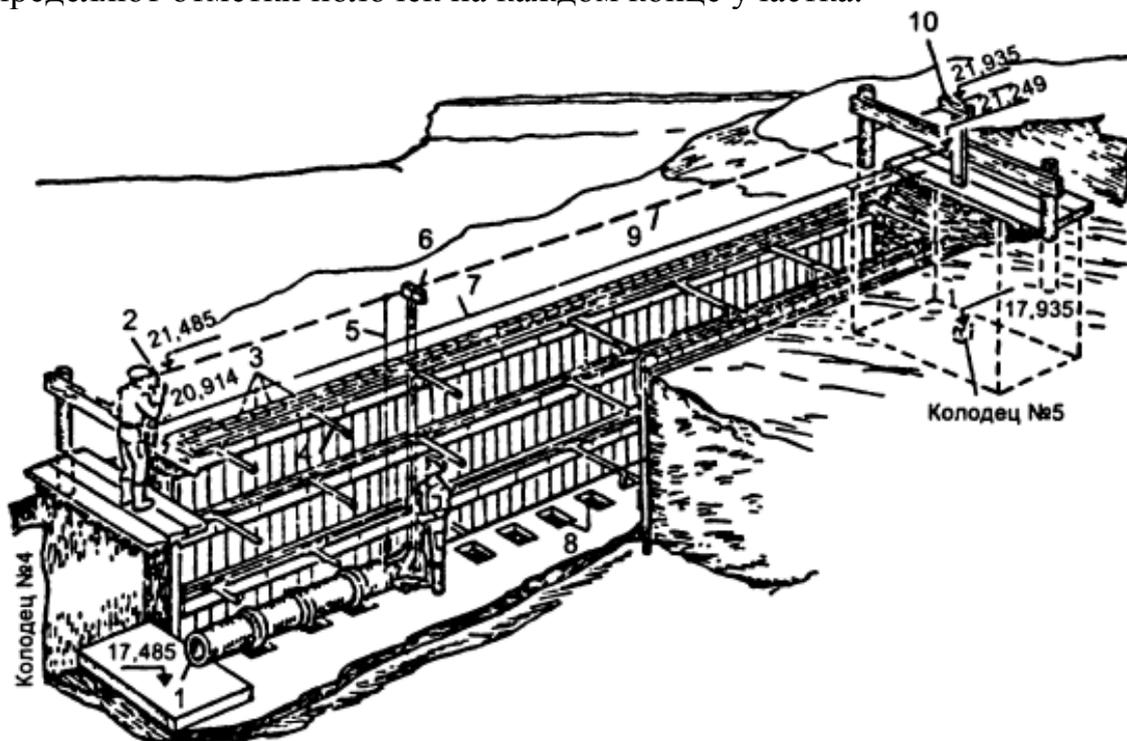


Рис.25. Схема укладки трубопровода по заданному направлению и уклону:
 1 – укладываемый трубопровод; 2 – пришивная визирка № 1; 3 – крепление траншеи; 4 – инвентарные распорки (струбцины); 5 – отвес; 6 – ходовая визирка; 7 – проволока (причалка); 8 – прямки для заделки раструбов; 9 – линия визирования; 10 – пришивная визирка № 2 конце участка, на котором предстоит укладка труб

Поскольку контролировать уклон при укладке труб по отметкам лотков колодцев на практике трудно, то над двумя соседними колодцами к обносам по их центру крепят пришивные визирки, которые имеют ту же разность отметок, что и лотки. Линия, соединяющая точки между центрами пришивных визирок, имеет тот же уклон, что и подлежащий прокладке трубопровод. Эту линию называют линией визирования. Если от нее в любой точке отложить отвесно вниз расстояние, равное высоте от линии визирования до низа прокладываемого трубопровода, что можно сделать с помощью ходовой визирки, то нижние точки будут определять в любом месте точное заложение лотка труб. При закреплении пришивной визирки необходимую вычисленную ее длину определяют от закрепленной на обноске полочки. Перед укладкой труб положение обноски, полочки и пришивной внутри визирки проверяют по нивелиру. Кроме визирок, при укладке труб применяют отвес, опускаемый с натянутой проволоки (причалки), с помощью которого можно точно наметить ось прокладываемого трубопровода.

Трубопроводы по заданному уклону можно укладывать также с помощью уровня. Для этого между трубой и уровнем помещают треугольный

деревянный вкладыш высотой h , определяемой из соотношения $h = i \cdot l$ (где i – уклон трубопровода; l – длина оправы уровня). Если укладывать трубу с установленным на ней вкладышем и уровнем и добиться того, чтобы пузырек уровня установился в нулевой зоне, то лоток трубы будет точно соответствовать заданному уклону.

Однако более точно проложить трубопровод по заданному направлению и уклону можно при помощи луча лазерного уровня или нивелира. При этом лазерный нивелир устанавливают в начале прокладываемого участка с применением поддерживающего штатива и нацеливают луч таким образом, чтобы в точности совпадал с продольной осью трубопровода. Для этого в конце участка устанавливают соответствующий экран с нарисованными окружностями и пересечением осей. Луч лазерного нивелира наводят на экран так, чтобы точка луча точно попала в центр концентрических окружностей, что свидетельствует о совмещении луча с осью трубопровода. Обеспечив это, нивелир закрепляют в таком положении и приступают к укладке труб. При этом перед строповкой трубы внутри ее устанавливают съемный экран с изображением на нем концентрических окружностей и пересечений осей. При укладке трубы ее центрируют таким образом, чтобы точка луча лазерного уровня попала в пересечение осей съемного экрана. После этого трубу фиксируют в таком положении подсыпкой с боков грунтом и затем переходят к укладке следующей трубы. Применение лазерных приборов при сооружении подземных коммуникаций (канализации, водопровода, газопровода и магистральных трубопроводов) наиболее эффективно для задания проектного направления и уклона коммуникаций и при необходимости строгого их соблюдения в процессе строительства.

Точность геодезических разбивочных работ при строительстве объектов линейного характера с применением лазерных приборов составляет около 1 см на расстоянии 50–100 м. Сооружение подземных сетей с помощью лазерных приборов может осуществляться двумя способами в зависимости от технологии строительно-монтажных работ: в подготовленной траншее между двумя предварительно вынесенными в натуру точками трассы и непосредственно за проходом экскаватора. При первом способе на дне траншеи разбиваются и закрепляются постоянными знаками начальная и конечная точки прямолинейного участка трубопровода.

Лазерный прибор устанавливают на дне траншеи и ориентируют по оси будущего трубопровода. Для ориентирования лазерного пучка используются точки, ранее вынесенные и закрепленные на дне траншеи.

В зависимости от используемого прибора проектный уклон лазерному пучку задается либо по шкале микрометра, либо с помощью подъемных винтов по нивелирной рейке, последовательно устанавливаемой перед прибором и в конце прямолинейного участка и фиксирующей высоту лазерного пучка над дном траншеи.

В торце подготовленной к укладке секции трубопровода закрепляют контрольную марку, центр которой устанавливается строго по геометрической оси трубы, после чего трубоукладчик опускает секцию на дно траншеи. Секцию одним концом присоединяют к элементу трубопровода, а свободный конец перемещают до тех пор, пока лазерный пучок не попадет в центр контрольной марки. В этом положении труба закрепляется, из нее извлекается контрольная марка и устанавливается в следующую секцию.

При втором способе на дно частично открытой траншеи (не менее 50 м) теодолитом переносят проектную ось трубопровода и закрепляют ее через 20 м деревянными кольями. Прибор устанавливают на дне траншеи и ориентируют по проектной оси. По лазерному пучку одновременно производятся зачистка дна траншеи, подготовка бетонного основания и укладка секций трубопровода. Наиболее простой и удобной в работе является схема положения лазерного прибора, при которой его пучок совпадает с проектным положением оси трубопровода. Если лазерный прибор нельзя установить по оси трубопровода (диаметр трубы более 800 мм, траншея залита водой и т.д.), прибор перемещают на штативе выше или ниже оси трубы, и лазерный пучок проходит параллельно оси внутри трубы или над ней.

В соответствии с положением лазерного пучка контрольные марки могут устанавливаться внутри и сверху трубы на подставках различной конструкции. Для установки лазерного прибора на дне траншеи применяется штанговый штатив, позволяющий изменять высоту прибора в диапазоне от 30 до 200 см, консольный штатив и штанга с распоркой, позволяющая устанавливать прибор внутри смонтированной трубы.

Для обеспечения точности ориентирования пучка по оси трубопровода и фиксации лазерного пятна на экране марки лазерный прибор рекомендуется переставлять через каждые 100–150 м. Во избежание накопления ошибок за счет рефракции необходимо исключить попадание в трубопровод выхлопных газов строительных машин. Погрешности измерений в процессе геодезического контроля и при исполнительных съемках инженерных сетей должны составлять не более 0,2 величины отклонений, допускаемых проектной и нормативной документацией. Результаты геодезической (инструментальной) проверки оформляются геодезической документацией, в которую входят: исполнительные геодезические схемы, чертежи, профили, разрезы и т.д., журналы геодезического контроля, акты геодезической проверки, полевые журналы, и фиксируются в общем журнале работ. При приемке работ по прокладке инженерных сетей для проверки соответствия фактического их положения требованиям проекта и нормативных документов должна выполняться исполнительная геодезическая съемка. Исполнительную геодезическую съемку подземных инженерных сетей следует выполнять в процессе строительства в открытых траншеях и котлованах до их засыпки.

При условии точного соблюдения такой технологии гарантированно обеспечивается абсолютно точная прокладка трубопровода по заданному направлению и уклону. По сравнению с использованием способа визирок этот имеет ряд преимуществ. Во-первых, он более точный и повышает качество прокладки трубопровода, что очень важно при устройстве самотечных безнапорных коллекторов, где соблюдение проектного уклона имеет большое значение для их функционирования. Во-вторых, он практически не требует применения ручного труда, так как не нужны рабочие в траншее для переноса ходовой визирки и на поверхности для фиксирования «линии визирования».

Лазерный нивелир способен удерживать луч по заданному направлению и уклону в пространстве автоматически непрерывно и в течение нужного времени, например, в течение рабочей смены. Точность геодезических разбивочных работ при строительстве объектов линейного характера с применением лазерных приборов составляет около 1 см на расстоянии 50–100 м. Правильность укладки трубопровода по заданному направлению и уклону окончательно проверяют перед засыпкой труб и колодцев путем нивелирования дна лотков труб и колодцев, т.е. выполняют исполнительную съемку.

6.4. Совмещенная прокладка трубопроводов

Прокладка подземных сетей водопровода и канализации в пределах городской застройки может быть отдельной и совмещенной. При совмещенной прокладке нескольких трубопроводов в одной траншее (рис.26, а) объемы земляных работ уменьшаются на 35–40 %, а стоимость их строительства – на 15–30 %. Прокладка сетей различного назначения в одной траншее хотя и рациональнее отдельной, но все же не свободна от существенных недостатков (трудность устранения аварий и ремонта, коррозия труб и др.). При использовании отдельного метода прокладки коммуникаций необходимо руководствоваться требованиями СНиП II-89-80 по выбору расстояния по вертикали (в свету). Минимальные расстояния по горизонтали (в свету) между соседними инженерными подземными сетями при их параллельном размещении в городских поселениях приведены в табл. 1; на вводах инженерных сетей в зданиях они составляют не менее 0,5 м. При разнице в глубине заложения смежных трубопроводов свыше 0,4 м расстояния, указанные в табл. 1, следует увеличивать с учетом крутизны откосов траншей, но не менее глубины траншеи до подошвы насыпи и бровки выемки.

Т а б л и ц а 1

Нормативные расстояния до соседних инженерных подземных сетей

Инженерные сети	Расстояние, м, по горизонтали до соседних инженерных подземных сетей от		
	водопровода	канализации бытовой	дождевой канализации
Водопровод	см. примеч.	см. примеч.	1,5
Дренаж и дождевая канализация	1,5	0,4	0,4
Газопроводы давления, МПа (кгс/см ²): низкого до 0,005 (0,05)	1	1	1
среднего св. 0,005 (0,05) до 0,3 (3)	1	1,5	1,5
высокого: св. 0,3 (3)	1,5	2	2
до 0,6 (6)	2	5	5
Кабели силовые всех напряжений	0,5	0,5	0,5
Кабели связи	0,5	0,5	0,5
Тепловые сети: наружная стенка канала, тоннеля	1,5	1	1
оболочка бесканальной прокладки	1,5	1	1
Каналы, тоннели	1,5	1	1
Наружные пневмомусоропроводы	1	1	1

П р и м е ч а н и е . При параллельной прокладке нескольких линий водопровода (заново или дополнительно к существующим) расстояние в плане между наружными поверхностями труб должно устанавливаться с учетом производства и организации работ и необходимости защиты от повреждений смежных водоводов при аварии на одном из них в пределах от 0,7 до 2,5 м по табл. 35 СНиП 2.04.02-84.

Учитывая недостатки отдельной и совмещенной прокладки подземных сетей в грунте, иногда необходимо выполнять их прокладку в проходных и непроходных каналах, коллекторах или тоннелях.

В этом случае монтажные работы ведутся в более благоприятных условиях, что улучшает их качество, повышает производительность труда и уровень механизации, сокращает сроки ввода сетей. Расположенные в проходных коллекторах трубопроводы различного назначения меньше подвергаются коррозии, что удлиняет сроки их службы; они не воспринимают динамических и других нагрузок от проходящего транспорта. Коммуникации доступны для ежедневного наблюдения и при возникновении дефектов имеется возможность быстрее их устранения. Ремонт, прокладка дополнительных или замена ранее проложенных коммуникаций выполняются без разрытия грунта и разрушения дорожных покрытий, так как производятся через монтажные камеры и люки. Проходной коллектор, вмещающий в себе наряду с трубопроводами и другие коммуникации (кабели и т.п.), занимает площадь в 1,5–2 раза меньше требуемой при отдельной их прокладке. Стоимость строительства коммуникаций при совмещенной их прокладке в проходных коллекторах

ниже прокладки их в грунте, если учесть экономию на эксплуатационных затратах.

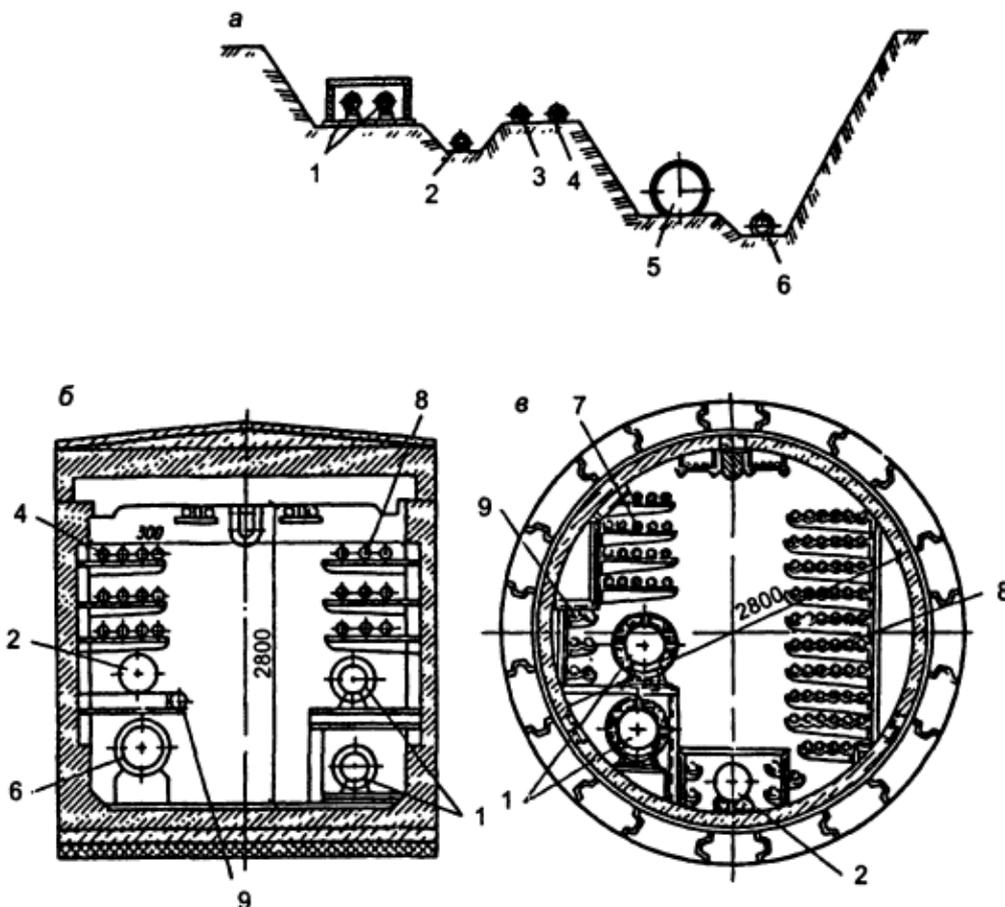


Рис.26. Совмещенная прокладка трубопроводов:
 а – в одной траншее; б – в проходном канале прямоугольного сечения;
 в – то же, круглого сечения; 1 – теплотрасса; 2 – водопровод; 3 – газопровод
 среднего давления; 4 – то же, низкого давления; 5 – водосток;
 6 – канализация; 7 – электрокабель; 8 – телефонные кабели;
 9 – электрокабели специального назначения

Трубопроводы внутри канала или коллектора прокладывают через оставляемые в них через 100–200 м специальные монтажные проемы шириной 10–15 м по временным или постоянным скользящим опорам. Трубопроводы сваривают в секции и подают внутрь коллектора, постепенно удлиняя плетъ до 100 м.

6.5. Прокладка трубопроводов в зимних условиях

Наиболее сложными работами при строительстве трубопроводов в зимний период являются отрывка и обратная засыпка траншей, а также нанесение изоляции и укладка трубопроводов. Поэтому зимой целесообразно выполнять такие работы, производство которых облегчается в этот период, а также те из них, осуществление которых осложняется несущественно.

Сварочные работы зимой могут успешно выполняться при проведении необходимых мероприятий, обеспечивающих высокое качество сварочных соединений в условиях низких температур.

Технологические операции по нанесению на трубы изоляционного покрытия в зимних условиях практически не отличаются от операций, применяемых в обычных условиях. При этом рациональнее осуществлять нанесение изоляции на специальных трубозаготовительных базах, но иногда изоляционные работы в зимнее время выполняют непосредственно на трассе. Применяемые битумные мастики при этом должны удовлетворять повышенным требованиям, так как битумное покрытие должно сохранять пластические свойства при отрицательных температурах. Для этого в состав битумной мастики вводят пластифицирующие добавки.

Особое внимание при производстве изоляционных работ зимой обращают на необходимость тщательной очистки труб от снега и инея с помощью передвижных обогревательных устройств. В зимний период вместо горячего процесса изоляции труб битумными мастиками целесообразнее применять изоляцию их полимерными липкими лентами (холодный процесс). Для обеспечения сохранности изоляционного покрытия, а также создания наиболее благоприятных условий для укладки труб изоляционно-укладочные работы зимой следует производить так, чтобы трубные секции или плети опускались в свежестрытую траншею. Недопустимо оставлять зимой на длительное время изолированные трубы на берме траншеи. Поэтому комплексное выполнение сварочных и изоляционно-укладочных работ является основным условием зимней прокладки трубопроводов.

Операции по подготовке траншей, укладке трубопровода и обратной засыпке при этом выполняют одну за другой без перерыва во времени. Трубопровод в траншею при отрицательных температурах следует опускать с особой осторожностью, учитывая пониженные пластические свойства изоляции и материала труб. Во избежание обвалов снега в траншею при укладке трубопровода рабочую зону предварительно очищают от снега. Не уложенный в траншею трубопровод во избежание его примерзания к грунту на берме или вмержания в снег укладывают на высокие лежки (деревянные подкладки) или земляные призмы.

6.6. Монтаж трубопроводов

Трубы перед монтажом следует располагать вдоль траншеи так, чтобы они не мешали механизмам, работающим по прокладке трубопровода, чтобы осмотр и подготовка их концов, установка резинового кольца, захват и опускание трубы в траншею были бы наиболее удобными, чтобы исключить ненужные перемещения труб во время монтажа трубопровода.

При раскладке труб, предназначенных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не следует допускать попадания в них поверхностных или сточных вод.

Трубы перед монтажом должны быть осмотрены и очищены изнутри и снаружи от грязи, снега, льда, масел и посторонних предметов. Особенно тщательно очищают от загрязнений маслами внутреннюю поверхность раструбов, а также наружную поверхность гладких концов труб, входящих в раструб. Захват труб при опускании их в траншею следует осуществлять приспособлениями, обеспечивающими их сохранность в местах захвата.

При опускании труб в траншею, а также при их укладке не должны допускаться удары труб друг о друга и о твердые предметы.

Укладку и монтаж труб следует начинать, как правило, с участков пониженного профиля. Трубы раструбного типа предпочтительно укладывать раструбом вверх по уклону.

Прокладка напорных трубопроводов по пологой кривой без применения фасонных частей допускается для раструбных труб со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях с углом поворота в каждом стыке не более чем на 2° для труб условным диаметром до 600 мм и не более чем на 1° для труб условным диаметром свыше 600 мм.

При прокладке трубопровода на прямолинейном участке трассы соединяемые концы смежных труб должны быть отцентрированы так, чтобы ширина раструбной щели была одинаковой по всей окружности. Концы труб, а также отверстия во фланцах запорной и другой арматуры при перерывах в укладке следует закрывать заглушками или деревянными пробками.

Резиновые уплотнители для монтажа трубопроводов в условиях низких температур наружного воздуха не допускается применять в замороженном состоянии. Монтаж стыковых соединений труб с резиновыми уплотнителями рекомендуется производить при температурах от -20 до $+50$ $^\circ\text{C}$.

В зимних условиях резиновые уплотнители перед надеванием на втулочные концы труб и их монтажом рекомендуется подогреть до температуры $15-20$ $^\circ\text{C}$ в специальных термошкафах.

Перед началом монтажа трубопроводов следует проверить состояние внутренней поверхности раструба и наружной поверхности втулочного конца трубы, которые должны быть сухими и чистыми. Влажные поверхности труб для предотвращения скольжения по ним резиновых колец во время монтажа следует протереть сухой тряпкой, затем осушить сухим цементом или мелом в порошкообразном виде.

Монтаж труб начинают с надевания резинового кольца на втулочный конец укалываемой трубы, затем трубу плавно, без рывков и ударов о стенки траншеи краном или трубоукладчиком опускают в траншею. В траншее монтируемую трубу с помощью того же крана или трубоукладчика осторожно подводят втулочным концом с одетым на него резиновым

уплотнительным кольцом (правильность расположения которого еще раз проверяют) к раструбному концу уложенной трубы так, чтобы резиновое кольцо равномерно прилегало к заходной фаске торца трубы. После этого соосность расположения монтируемой трубы фиксируется путем подбивки грунта под нее с боковых сторон.

При монтаже каждого стыкового соединения следует предохранять от смещения ранее уложенную трубу и в первую очередь от выхода ее гладкого конца из раструба трубы, что может привести к разгерметизации стыка.

При выполнении монтажа в зимних условиях необходимо удалять образовавшуюся на концах соединяемых труб наледь, разогревая ее паяльной лампой или факелом. Скол наледи не допускается.

Установку фасонных частей на прокладываемом участке трубопровода следует производить одновременно с укладкой труб. Оставлять разрывы между трубами для последующего монтажа фасонных частей не рекомендуется (за исключением случаев разделения трубопровода на отдельные испытательные участки). Типы и количество вставок должны быть указаны в проекте. Марка вставки принимается по классу труб. Вставки рассчитаны на те же нагрузки, что и железобетонные трубы, они должны быть подвергнуты на предприятии-изготовителе испытанию внутренним гидравлическим давлением, величина которого принимается равной величине испытательного давления для этих труб.

На внутреннюю поверхность вставок должно быть нанесено антикоррозионное покрытие. Тип покрытия устанавливается проектом и указывается в заказе на изготовление вставок. Внутреннюю защиту вставок производят на заводе, наружную защиту выполняют на месте строительства.

Фланцевые соединения фасонных частей и арматуры следует монтировать с соблюдением следующих требований:

- фланцевые соединения должны быть установлены перпендикулярно оси трубы;

- плоскости соединяемых фланцев должны быть ровными, гайки болтов должны быть расположены на одной стороне соединения; затяжку болтов следует выполнять равномерно крест-накрест;

- устранение перекосов фланцев установкой скошенных прокладок или подтягиванием болтов не допускается;

- сваривание стыков смежных с фланцевым соединением следует выполнять лишь после равномерной затяжки всех болтов на фланцах.

6.7. Бестраншейная прокладка труб под дорогами и другими преградами

6.7.1. Общие сведения о бестраншейных способах прокладки труб

Так как бестраншейная прокладка относится к специальным видам работ, то её устройство в соответствии со СНиПом требует наличия специализированного оборудования и соответственно подготовленных кадров (бестраншейная прокладка подземных коммуникаций, монтаж высотных сооружений башенного типа) и она должна осуществляться преимущественно специализированными строительными организациями. Необходимо отметить, что запрещается осуществление строительно-монтажных работ без утвержденных проекта организации строительства и проекта производства работ. Не допускаются отступления от решений проектов организации строительства и проектов производства работ без согласования с организациями, разработавшими и утвердившими их в соответствии со СНиПом.

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 больше, чем диаметр прокладываемого трубопровода. Для защитных кожухов (футляров) применяют стальные трубы. Горячекатаные применяют только для кожухов переходов трубопроводов диаметром до 273 мм, а для трубопроводов больших диаметров используют обычно крупноразмерные сварные прямошовные трубы. Длину кожуха определяют исходя из ширины дорожного полотна (или дорожной насыпи) и рекомендуемых нормативных расстояний.

Закрытую прокладку труб кожухов (футляров) выполняют в основном способами прокола, продавливания, горизонтального бурения, а для прокладки коллекторов и тоннелей применяют щитовой и штольневый способы подземных проходок. Прокол лучше применять для прокладки труб малых и средних диаметров (не более 400–500 мм) в глинистых и суглинистых (связных) грунтах. Ограничение диаметра прокалываемых

труб обусловлено тем, что при этом способе массив грунта прокалывают трубой, оснащенной наконечником, без удаления грунта из скважины, вследствие чего для прокола требуются значительные усилия. В связи с этим и длина прокола труб не превышает 60–80 м. Способ продавливания с извлечением из трубы грунтовой пробки, или керна, можно применять практически в любых грунтах I–IV групп, он пригоден для труб диаметром 800–1720 мм при длине прокладки до 100 м.

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

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

6.7.2. Прокладка труб способом прокола

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

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

где R_c – радиус сечения отверстия (скважины) в фунте;

$\sigma_{\text{упл}}$ – коэффициент сопротивления грунта;

u_0 – пористость грунта до прокалывания;

M_T – масса 1 м трубы (футляра), кг;

L – длина проходки (прокола), м;

f – коэффициент трения стали о грунт.

Усилия, требующиеся для прокола труб, колеблются в пределах от 150 до 2000 кН. Определив нажимное усилие, принимают необходимое число гидродомкратов для силовой установки, а также выбирают тип упорной стенки в котловане. Для прокола труб чаще всего применяют нажимные насосно-домкратные установки, состоящие из одного или двух спаренных гидравлических домкратов, смонтированных на общей раме. Штоки домкратов обладают большим свободным ходом (до 1,15–1,3 м). Раму с домкратами устанавливают на дне рабочего котлована, из которого ведут прокол. Рядом с котлованом на поверхности размещают гидравлический насос высокого давления (рис.27).



Рис.27. Установки для прокола грунта

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.

Механический прокол труб с помощью домкратов возможен в песчаных и глинистых грунтах без твердых включений.

Гидропроколом трубы прокладывают с использованием кинетической энергии струи воды, выходящей под давлением из расположенной впереди

трубы специальной конической насадки. Струя воды, выходящая из насадки под давлением, размывает в грунте отверстие диаметром до 500 мм, в котором прокладывают трубы.

Удельный расход воды при этом зависит от скорости струи, напора воды и категории проходимых грунтов. Преимущества гидропрокола – относительная простота ведения работ и довольно высокая скорость образования скважины (до 30 м/смену). Существенными его недостатками являются сравнительно небольшая протяженность проходки (до 20–30 м), возможные отклонения от проектной оси и сложные условия работы вследствие загрязненности рабочего котлована.

Бестраншейную прокладку трубопровода в несвязных песчаных, супесчаных и плавунных грунтах ускоряют способом вибропрокола. В установках для вибропрокола применяются возбудители продольно направленных колебаний. Способом вибропрокола можно не только прокладывать трубопроводы диаметром до 500 мм на длину 35–60 м при скорости проходки до 20–60 м/ч, но и извлечь их из грунта. Под действием ударных импульсов в сочетании со статическим вдавливанием с помощью пригрузочного полиспада секция труб последовательно внедряется в грунт.

Пневмопробойник представляет собой самодвижущуюся пневматическую машину ударного действия. Его корпус является рабочим органом, образующим скважину, а ударник, размещенный в корпусе, совершает под действием сжатого воздуха возвратно-поступательные движения и наносит удары по переднему торцу корпуса, забивая его в грунт. Обратному перемещению корпуса препятствуют силы трения его о грунт. Благодаря осевой симметрии и значительной длине (1,4–1,7 м) пневмопробойник при движении в грунте сохраняет заданное направление. Для восприятия усилий в момент запуска пневмопробойника из приямка и увеличения точности проходки используют стартовые устройства, создающие силы трения на его корпусе либо поджимающие его к забою. Для уменьшения искривления скважины в сложных условиях и при значительной длине проходки к пневмопробойнику крепят специальную насадку – удлинитель. При обеспечении точного запуска пневмопробойника отклонение скважины от проектного положения на длине 20 м, как правило, не превышает 0,2–0,3 м по вертикали и 0,05–0,1 м по горизонтали. С помощью пневмопробойника можно заменять старые трубы подземной прокладки новыми того же или большего диаметра. Для этого первую секцию нового трубопровода присоединяют к удаляемому (в случае разных диаметров – с помощью конического переходника), а старую трубу по мере выхода в приемный приямок обрезают и удаляют.

6.7.3. 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. Пример установки для продавливания труб (футляров) представлен на рис.28.



Рис.28. Установка для продавливания труб

Количество домкратов в установке зависит от необходимого нажимного усилия P :

$$P = q_c \cdot l \cdot [2 + (1 + \xi_0) \cdot P_1 + M_T] \cdot L \cdot \tan \varphi,$$

где q_c – удельное сопротивление вдавлыванию ножа в грунт, кН;

l – периметр ножа м;

ξ_0 – коэффициент бокового давления грунта;

M_T – масса 1 м трубы (футляра), кг;

L – длина продавливания трубы, м;

$\tan \varphi$ – коэффициент трения трубы о грунт;

P_1 – вертикальное давление на 1 м длины трубы.

Величина q_c принимается равной 50–70 кН на 1 м длины режущей кромки ножа для глинистых грунтов, для песчаных грунтов – 70–100 кН, для прочих грунтов – 200–600 кН в.

$$P_1 = \frac{\rho \cdot D_k^2}{3 \cdot t_{кр}},$$

где ρ – плотность грунта, т/м³;

D_k – диаметр кожуха (футляра), м;

$t_{кр}$ – коэффициент крепости грунта, по проф. М.М. Протодякову (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Коэффициент крепости по проф. М.М. Протодякову

Кат. породы	Степень крепости	Породы	Коэффициент крепости, f
I	в высшей степени крепкие породы	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости другие породы	20
II	очень крепкие породы	Очень крепкие гранитные породы. Кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец. Менее крепкие, нежели указанные выше кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки	15
III	крепкие породы	Гранит (плотный) и гранитные породы. Очень крепкие песчаники и известняки. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды	10
IIIa	крепкие породы	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие песчаники. Крепкий мрамор. Доломит. Колчеданы	8
IV	довольно крепкие породы	Обыкновенный песчаник. Железные руды	6
IVa	довольно крепкие породы	Песчанистые сланцы. Сланцеватые песчаники	5
V	довольно крепкие породы	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий песчаник и известняк, мягкий конгломерат	4
Va	средние породы	Разнообразные сланцы (некрепкие). Плотный мергель	3
VI	довольно мягкие породы	Мягкий сланец, очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированная галька, каменистый грунт	2
VIa	довольно мягкие породы	Щебенистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень. Крепкий каменный уголь. Отвердевшая глина	1,5
VII	мягкие породы	Глина (плотная). Мягкий каменный уголь. Крепкий нанос, глинистый грунт	1
VIIa	мягкие породы	Легкая песчанистая глина, лесс, гравий	0,8
VIII	землистые породы	Растительная земля. Торф. Легкий суглинок, сырой песок	0,6
IX	сыпучие породы	Песок, осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь	0,5
X	пльвучие породы	Пльвуны, болотистый грунт, разжиженный лесс и другие разжиженные грунты	0,3

Расчет на продавливание можно произвести по методике, предложенной в ТСН 40-303-2003, приложение Г.

Усилие продавливания складывается из усилий, необходимых для преодоления сопротивления продавливанию: начального сопротивления, трения о грунт, потерь от трения в элементах механизмов, сопротивления трению от статического давления трубы на грунт, адгезии между трубами и грунтом. Эти сопротивления могут изменяться в зависимости от инженерно-геологических условий, глубины заложения и методов продавливания.

На основе многочисленных опытных данных выведена и предлагается для расчета общая формула (для гидравлического и грунтового пригруза забоя):

$$F = F_0 + f_0 \cdot L,$$

где F – общее усилие продавливания, кН;

f_0 – начальное сопротивление, кН;

L – длина продавливания, м.

$$F_0 = (P_w + P_e) \cdot p \cdot \left(\frac{B_s}{2} \right) \cdot 2,$$

где P_w – давление внутри камеры, кН/м²;

P_e – режущая сила, кН/м²;

$D_n = B_s$ – наружный диаметр трубы, м.

$$f_0 = b \cdot [(p \cdot B_s \cdot q + W) \cdot \mu' + p \cdot B_s \cdot C'],$$

где f_0 – сила сопротивления вокруг трубы, кН/м;

b – понижающий коэффициент усилия продавливания: для ила и вязких грунтов $b = 0,35$, песчаных грунтов $b = 0,45$, гравий $b = 0,60$, для твердых грунтов $b = 0,35$;

q – равномерная нагрузка, воспринимаемая трубой, кН/м²;

W – масса на длину трубы, кН/м;

μ' – коэффициент трения трубы с грунтом;

C' – адгезия труб с грунтом, кН/м².

Способом продавливания ведут прокладку не только стальных труб, но и железобетонных коллекторов и тоннелей из элементов различной замкнутой по периметру формы. 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. Примеры характеристик прокольной установки представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Прокольные установки ПУ, изготавливаемые фирмой «Ditch Witch», США

Модель	Максимальный диаметр, мм	Усилие прессовой станции, кН	Длина прокладки, м	Масса установки, кг	Размер шахты, м
P-40	325	189	60	510	2,7×1,5
P-80	325	368	150	560	2,7×1,5

6.7.4. Прокладка труб способом горизонтального бурения (ГБ) и горизонтально направленного бурения (ГНБ)

Процесс бурения и прокладки звеньев трубопровода в скважину может быть раздельным и совмещенным. При раздельном сначала бурят скважину, а затем, после извлечения из нее бурового инструмента, протаскивают трубопровод. При совмещенном методе одновременно с продвижением бурового инструмента прокладывают трубу.

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. 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.

Бестраншейную прокладку трубопроводов большого диаметра горизонтальным бурением осуществляют еще путем расширения пионерной скважины. Вначале с помощью установки УГБ или ГБ разрабатывают пионерную скважину с одновременной прокладкой в ней трубы-лидера. Затем обратным ходом установки с помощью расширителя, установленного на конце шнека, пионерную скважину разбуривают под трубу большого диаметра. При обратном ходе труба-лидер выталкивается из скважины прокладываемым трубопроводом большого диаметра. Грунт в процессе продвижения трубы извлекают из неё с помощью совка, который после загрузки вытягивают из трубы с помощью специальных устройств, разгружают либо в приямок, либо в емкость.

Одной из разновидностей способа горизонтального бурения является горизонтально направленное бурение. В этом случае прокладка трубы осуществляется непосредственно с уровня земли без открытия технологического приямка. В этом случае принцип работы установки заключается в бурении скважины по параболической траектории с помощью наращиваемых штанг (рис.29).

Технология горизонтально направленного бурения предусматривает следующее оборудование:

- буровая установка;
- буровой инструмент (буровые штанги, буровая головка с амортизатором и ножом, расширители для разных типов грунтов);
- локационная система (различные зонды в зависимости от глубины и точности прокладываемой коммуникации; локатор);
- смесительная установка для приготовления и подачи бентонитовой суспензии.

Состав работ при технологии ГНБ:

- разворачивание буровой установки;

- настраивание локальной системы;
- забуривание;
- пилотное бурение;
- выход в заданной точке;
- замена бурового инструмента на расширяющий или разрушающий (при санировании трубопроводов);
- протаскивание трубопровода за расширителем обратным ходом.



Рис.29. Установка горизонтально направленного бурения Ditch Witch JT100 All Terrain

Буровая головка снабжена электронным зондом для определения ее местоположения при бурении, имеет нож для разработки грунта и насадку для подачи в забой бентонитовой суспензии. Суспензия обеспечивает транспортировку разработанного грунта и поддерживает контур буровой скважины. Форма головки в зависимости от занимаемой позиции позволяет менять направление бурения при вдавливании и сохранять прямолинейное движение при вдавливании с одновременным вращением. После проходки пилотной скважины, в зависимости от геологических условий и диаметра прокладываемого трубопровода, выбирается тип расширителя.

Скважина должна расширяться больше диаметра протягиваемой трубы на 20–50 % в зависимости от типа грунта. Скорость расширения должна соответствовать подаче буровой суспензии и поддержанию постоянного уровня суспензии в приемке. При необходимости выполняется предварительное расширение скважины. Секции рабочей трубы при завершающем бурении присоединяются за расширителем через вертлюг, чтобы вращение расширителя не передавалось на протягиваемую трубу. Рабочие харак-

теристики установки ГНБ (максимальный крутящий момент и сила протяжки) выбираются с учетом геологических условий, длины бурения и конечного диаметра расширения скважины.

6.7.5. Щитовая проходка тоннелей и коллекторов

Щитовая проходка, применяемая при устройстве коллекторов и тоннелей, предусматривает разработку грунта под прикрытием щита и закрепление коллектора или тоннеля сборными чугунными, железобетонными тубингами или монолитным бетоном, а также керамическими блоками. Щитовую проходку ведут обычно с помощью проходческого щита, изготовленного в виде металлической оболочки, диаметр которой равен наружному диаметру сооружаемого тоннеля (рис.30).

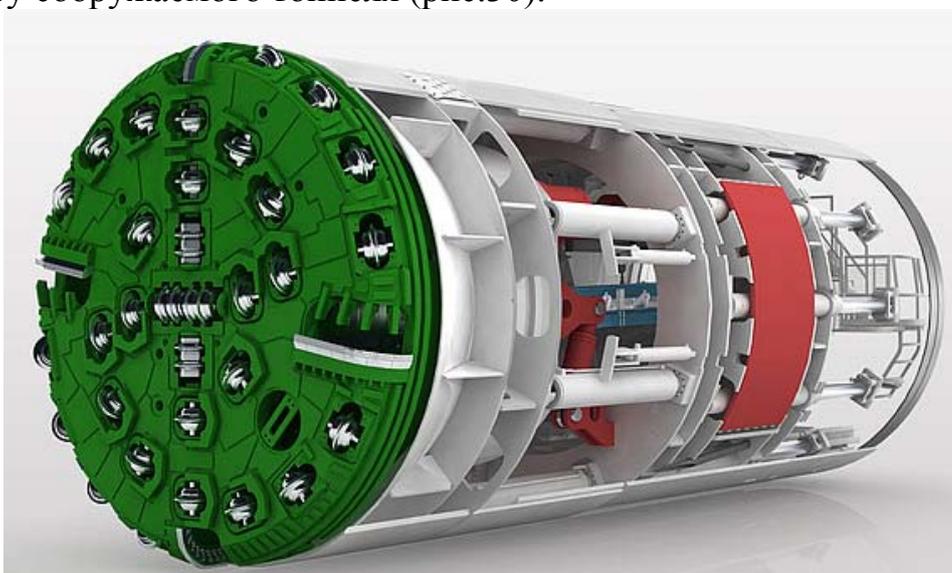


Рис.30. Установка для щитопроходческих работ Double Shield TBM фирмы Herrenknecht

Щит состоит из трех основных частей: передней – режущей с козырьком или без него, средней – опорной, где размещаются домкраты и задней – хвостовой. Щит вдавливается в грунт гидравлическими домкратами, а грунт перед щитом разрабатывают ручным или механическим способом. Сооружение обделки (стенок) коллектора выполняют в хвостовой части щита.

Для щитовой проходки применяют проходческие щиты нескольких видов с наружным диаметром 2–5 м, которые в зависимости от способа разработки грунта в забое и его транспортировки подразделяются на механизированные, частично-механизированные и немеханизированные.

Механизированные щиты более производительны, но сложнее в эксплуатации, а немеханизированные отличаются простотой в управлении и широко применяются при проходке коллекторов диаметром до 2,5 м.

Немеханизированные проходческие щиты конструктивно в основном одинаковы, хотя и бывают нескольких разновидностей – с открытой и

закрытой головной частью, жесткими решетками и горизонтальными полками. В щите с открытой головной частью диаметром 2 м для срезания грунта и внедрения щита режущая часть оснащена козырьком с клиновидным ножом. Щит периодически продвигается вперед с помощью гидравлических домкратов, расположенных по периметру щита и упирающихся своими штоками в ранее уложенные элементы тоннельной обделки.

Опорная часть, расположенная посередине щита, обеспечивает ему необходимую прочность и жесткость, а под защитой хвостовой части монтируют одно-два кольца сборной или сооружают определенный участок монолитной обделки коллектора. Механизированные щиты имеют механизмы для разработки грунта, укладки блоков и выдачи разработанного грунта на погрузочные средства. Рабочие органы щитов могут быть, например, роторными, штанговыми, экскаваторными, гидромеханическими. Чаще применяют щиты с роторными и экскаваторными рабочими органами. В щите с роторным рабочим органом в результате его вращения грунт, разрушенный резцами, непрерывно подхватывается спиральными лопатками и через приемное окно поступает на ленточный конвейер, а затем в тележки со съемными кузовами. Рабочий орган с помощью гидравлических домкратов выдвигается вперед на расстояние до 1 м независимо от движения щита и одновременно с перемещением конвейера-перегрузателя.

После разработки забоя на длину одного кольца обделки рабочий орган отводят назад, щит продвигают вперед и в хвостовой части с помощью бетоно- или блокоукладчика укладывают очередное кольцо обделки. Выдача грунта на поверхность и подача материалов (элементов сборной обделки, цемента и др.) к щиту производятся средствами горизонтального внутреннего (двухосные тележки со съемными кузовами, вагонетки, тележки-блоковозки, электрокары) и вертикального (клетьевые подъемники, стреловые краны и т.д.) транспорта. Механизированный щит с экскаваторным рабочим органом разрабатывает грунт по принципу обратной лопаты. Грунт из ковша выгружается на ленточный конвейер и затем в тележки внутритуннельного транспорта. Такой щит диаметром 2 м передвигается 16 гидравлическими домкратами грузоподъемностью по 125 т каждый (рис.31).

Щитопроходческие работы выполняют обычно в три стадии. На первой (подготовительной) устраивают монтажную или начальную шахту для опускания щита в забой, подводят электроэнергию, устраивают вентиляцию и т.п. Прокладывают также пути для откатки грунта, оборудуют шахтный двор, т. е. стройплощадку. В начальной шахте устраивают свайный упор и монтируют на проектной отметке проходческий щит.

На второй стадии начинают проходку – передвижку щита, включающую разработку грунта в забое, продвижение щита, монтаж блочной или возведение монолитной обделки.

На третьей стадии, если тоннель используется как самотечный трубопровод (канализационный коллектор), внутри него устраивают лоток.

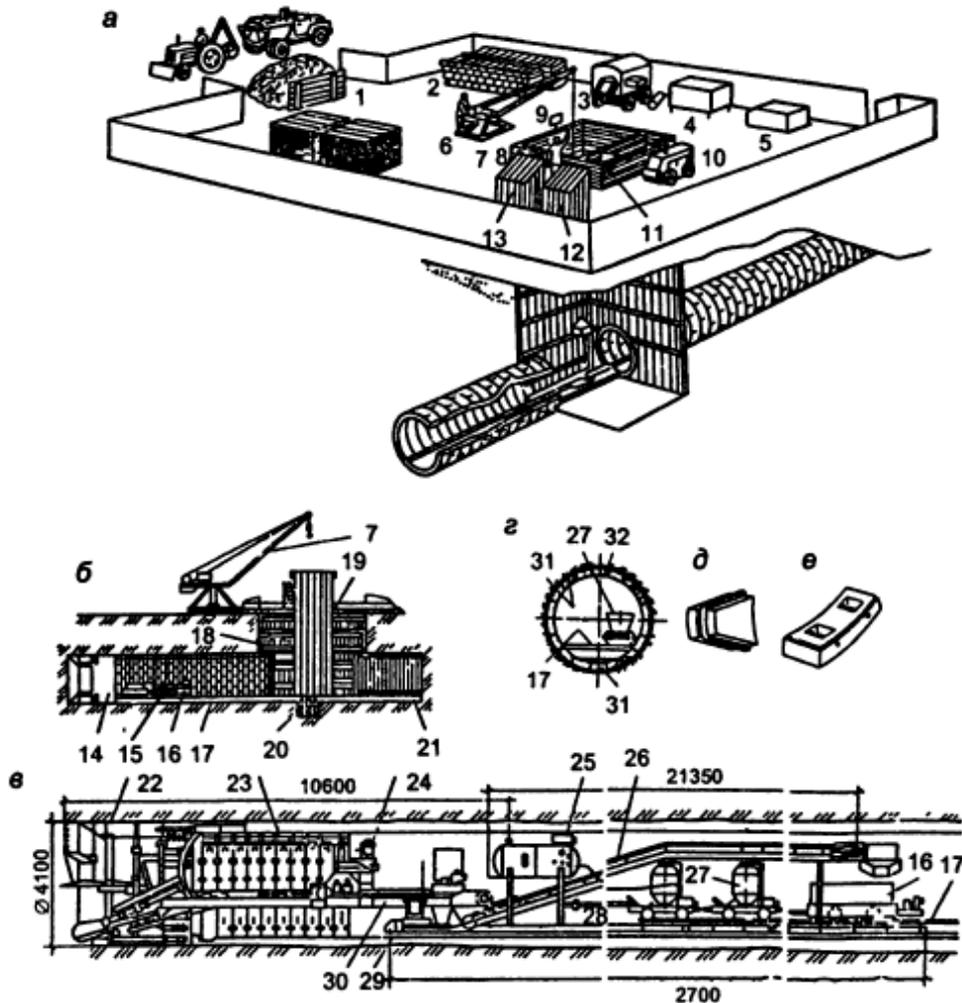


Рис.31. Щитопроходческие работы

Введение щита в забой. Щит в шахту опускают стреловым краном и затем внизу устанавливают его в направлении проходки.

Непосредственно в забой щит вводят с помощью гидравлических домкратов, упираемых в специально устроенную временную опору (упор). В стене шахты в месте забоя оставляют круглое отверстие диаметром, на 100 мм превышающим диаметр щита, необходимое для ввода щита в забой.

По мере разработки грунта и продвижения щита устанавливают блочную обделку по всему периметру коллектора. Когда щит полностью войдет в грунт и будет пройдено первых 10–12 м коллектора, разбирают упор, снимают рамы и распорки. Затем в основной монтажной или промежуточной шахте оборудуют бадьевое отделение для подъема вагонеток или их кузовов с грунтом, а также подачи необходимых материалов для щитопроходческих работ, для чего над бадьевым отделением устанавливают стреловой кран.

Проходка коллектора включает в себя ряд процессов, в том числе: разработку пород в забое, передвижку щита, транспортировку материалов, устройство блочной или монолитной обделки тоннеля, инъектирование стыков, вспомогательные работы по устройству откаточных путей и прокладке коммуникаций. Ведущим процессом является разработка породы в забое, так как от нее зависит темп проходки. Трудоемкость проходческих работ в значительной степени зависит от типа применяемого щита, так как ручная разработка породы в забое при немеханизированных щитах отличается повышенной трудоемкостью.

В связи с подвижностью грунта и необходимостью сохранности расположенных над коллектором зданий и сооружений производят крепление лба забоя. Разработку грунта ведут сверху вниз и поэтому сначала крепление с верхней части забоя снимают, но после разработки грунта на необходимую глубину лоб забоя снова укрепляют. Затем снимают крепление в нижней части забоя и разрабатывают здесь грунт с последующим закреплением. При передвижке щита лоб забоя крепят на всю высоту. Таким же способом ведут разработку забоя в сыпучих песках.

В водонасыщенных и слабых грунтах щитопроходческие работы значительно осложняются. В грунтах с умеренным притоком грунтовых вод проходку ведут с перекрытием лба забоя или, как говорят, «с закрытой грудью». При этом лоб забоя частично или полностью перекрывают шандорами (стальными щитами), установленными на болтах с внутренней стороны ножевого кольца. Однако лучше всего борьбу с грунтовыми водами при щитовой проходке вести способом искусственного осушения забоя легкими или эжекторными иглофильтрами или погружными насосами в скважинах. В тех случаях, когда из-за чрезмерно малой величины коэффициента фильтрации грунтов применить водопонизительные установки не представляется возможным, или по другим причинам применяют способы разработки грунта в забое под защитой сжатого воздуха (кессонным способом) или путем замораживания забоя.

При кессонном способе проходки грунтовая вода отжимается избыточным давлением воздуха, для чего коллектор разделяется на зону повышенного и нормального давления с помощью воздухонепроницаемых перегородок и шлюзов, необходимых для прохода людей и транспортировки материалов и породы. Обделку тоннелей (коллекторов) устраивают из сборных элементов (блоков или тюбингов), а также монолитного бетона и железобетона. Обделка из тюбингов, устанавливаемых без связей, наиболее экономична. Работы по устройству обделки тоннеля начинают с укладки лотковых блоков, а затем по обе стороны монтируют боковые блоки и в заключение устанавливают замковый блок. Блоки можно укладывать с постепенным убиранием штоков домкратов и освобождением места для блока нового кольца или с одновременной уборкой штоков всех домкратов. Каждый блок после укладки обжимают домкратами.

При укладке кольца из трапециевидных блоков некоторых из них не доводят на всю длину, что облегчает сборку, а после установки замкового блока их дожимают домкратами вместе с замковым блоком, и далее они служат опорами домкратов при передвижении щита. В щитах диаметром 3,6 м блокоукладчик прикреплен непосредственно к щиту. Укладку тубингов ведут снизу в обе стороны вверх до замка. В каждом кольце тубинги укладывают со сдвижкой на два отверстия во избежание сквозных продольных швов. Чтобы кольцо имело правильную форму, между тубингами и оболочкой щита укладывают дубовые клинья, убираемые после установки замкового тубинга. При передвижении щита происходит обжатие тубинговой обделки, после чего швы между тубингами зачеканивают раствором на расширяющемся цементе.

Устройство обделки из монолитного бетона, особенно из пресс-бетона, получило широкое использование. Для получения монолитно-прессованной обделки из пресс-бетона в хвостовой части щита устанавливают опалубку, за которую нагнетают бетон. Принцип работы щитового механизированного комплекса при этом основан на сочетании вдавливания в забой головной части щита и одновременного прессования бетонной смеси в его хвостовой части. Проходческий комплекс состоит из щита (применяются щиты для проходки монолитной обделки диаметрами 2,1; 2,6; 3,6 и 4,1 м), металлической опалубки, механизма для перестановки опалубки, транспортерного моста, передвижной платформы с транспортером, бетоноводом и пневмоподатчиками. Бетон подают в запалубное пространство через устройство в прессующем кольце по бетоноводу от пневмоподатчиков. Вначале между стенками опалубки и щита происходит предварительное уплотнение бетона, а затем при передвижке щита с отсоединением бетоновода от прессующего кольца – окончательная перепрессовка бетонной смеси с передачей усилия на породу. Этот способ позволяет сразу же получить готовую обделку коллектора с гладкой водонепроницаемой поверхностью, не требующей отделки, в то время как для сборной обделки необходимо проведение дополнительных отделочных работ. Когда щитовую проходку используют для устройства переходов, в них прокладывают самотечные и напорные трубопроводы различных диаметров. Керамические и бетонные трубы укладывают в тоннеле на основание из тощего бетона. Чугунные и стальные трубопроводы в тоннеле укладывают методом наращивания. Трубы по тоннелю перемещают на специальных тележках.

6.8. Испытания трубопроводов

6.8.1. Испытание и приемка напорных трубопроводов

Для напорных трубопроводов применяются 2 вида испытаний: гидравлическое и пневматическое.

Гидравлическое испытание является наиболее экономичным и простым; оно применимо для любых трубопроводов. Однако недостатком является необходимость вытеснения воды и опасность ее замерзания зимой. Для испытания применяют насосы или наполнительные агрегаты, производящие закачку воды, и гидравлические прессы или опрессовочные агрегаты, обеспечивающие подъем внутреннего давления. При небольших объемах испытаний применяют компактные перевозные установки и гидравлические прессы.

Предварительное гидравлическое испытание напорных трубопроводов на прочность, а также окончательное на герметичность производят внутренним испытательным давлением, принимаемым по проекту или СП.

По достижении испытательного давления опрессовочные агрегаты останавливают, и трубопровод выдерживают на прочность, причем металлические, асбестоцементные и железобетонные трубопроводы должны выдерживаться под испытательным давлением не менее 10 мин, а пластмассовые (полиэтиленовые) – не менее 30 мин.

Трубопровод считают выдержавшим предварительное испытание, если в нем под испытательным давлением не произошло разрыва труб и фасонных частей и нарушения заделки стыков, а под рабочим – не обнаружено утечек воды.

Окончательное гидравлическое испытание трубопроводов начинают, если с момента засыпки их грунтом и заполнения водой прошло для труб металлических, асбестоцементных и полиэтиленовых не менее 24 ч, а для железобетонных – не менее 72 ч. По истечении этого времени давление в трубопроводе поднимают до испытательного и поддерживают его в течение всего периода испытания.

При этом утечки воды (в л/мин) на 1 км трубопровода не должны превышать величин, указанных в СП. Участок трубопровода признается выдержавшим окончательное испытание, если не обнаружено нарушений целостности трубопровода и если фактические утечки воды не превышают допустимые.

Дюкеры испытывают так же, как и напорные трубопроводы, т.е. в два этапа – сначала предварительное испытание, а затем окончательное. Отличием здесь является только то, что предварительному испытанию дюкеры подвергаются дважды: на стапеле после сварки труб дюкера и на дне траншеи после проверки положения трубопровода в траншее, но до его засыпки. Окончательное испытание дюкеров производят после проверки правильности их укладки и засыпки уложенного трубопровода. Засыпку

уложенного на дно подводной траншеи трубопровода производят намывом грунта гидромониторами или с использованием грунта, привозимого на баржах. Эти работы выполняют с участием водолазов.

Пневматические испытания допускаются для напорных стальных и полиэтиленовых трубопроводов, предназначенных для эксплуатации под внутренним рабочим давлением не более 1,6 МПа, чугунных, железобетонных и асбестоцементных – до 0,3 МПа. Компрессор и контрольно-измерительные приборы при этом присоединяют к испытываемому участку трубопровода. Трубопроводы считают выдержавшими предварительное испытание, если не обнаружено дефектов в стыках и сварных швах, нарушения целостности трубопроводов, а также сдвига или деформации упоров. Окончательное пневматическое испытание их производится после засыпки траншей, причем стальные трубопроводы с рабочим давлением до 0,5 МПа испытываются давлением 0,6 МПа, а с рабочим давлением свыше 0,5 МПа – давлением, равным 1,15 рабочего.

При невозможности создать в трубопроводе требуемое давление воздуха окончательное испытание его производится гидравлическим способом. Чугунные, железобетонные и асбестоцементные трубопроводы с рабочим давлением до 0,5 МПа испытывают давлением 0,6 МПа, такие же трубопроводы с рабочим давлением более 0,5 МПа допускается согласно СНиПу подвергать только предварительному пневматическому испытанию, а окончательное испытание их производят гидравлическим способом. Считается выдержавшим окончательное пневматическое испытание трубопровод, если не разрушена его целостность, а падение давления в течение отведенного времени не превышает допустимой величины.

Приемку построенных трубопроводов осуществляют рабочие и государственные комиссии в соответствии с требованиями СП по приемке в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений.

Трубопроводы диаметром более 300 мм помимо испытаний на прочность и плотность, как правило, подвергают дополнительным испытаниям для определения их фактической пропускной способности. Перед приемкой построенного трубопровода в эксплуатацию его предварительно промывают, а затем дезинфицируют хлорной водой при концентрации активного хлора 20–40 мг/л и суточном контакте. В заключение трубопровод окончательно промывают до получения двух удовлетворительных бактериологических и физико-химических анализов воды. Акт о санитарной обработке трубопровода предъявляют приемочной комиссии, и он является документом, разрешающим присоединение (врезку) трубопровода к действующей сети.

6.8.2. Испытание и приемка безнапорных трубопроводов

Безнапорные самотечные трубопроводы (канализационные, ливневые) испытывают только на плотность (герметичность), причем дважды: до засыпки (предварительное) и после засыпки (окончательное испытание). Испытывают их заполнением водой по участкам между смежными колодцами, причем заполняют с верхнего колодца, а если колодец не испытывается, то через стояк, герметично соединенный с трубопроводом в верхнем колодце. Заполненный участок трубопровода выдерживают в течение суток. Выявленные дефекты устраняют, после чего трубопровод заполняют водой до первоначального уровня и начинают испытание, т.е. замер утечки воды. Гидростатическое давление в трубопроводе при испытании на утечку создают заполнением водой верхнего колодца или установленного в нем стояка, а величину этого давления в верхней точке трубопровода определяют по величине превышения уровня воды в колодце или стояке над шельгой трубопровода или над горизонтом грунтовых вод, если последний расположен выше шельги.

Величина гидростатического давления должна быть не менее глубины заложения труб, считая до шельги в верхнем колодце каждого испытываемого участка. При предварительном испытании безнапорных трубопроводов на плотность производят их осмотр, в течение которого для поддержания в трубопроводе давления производят подкачку воды в стояк или колодец. Трубопровод считают выдержавшим предварительное испытание, если при его осмотре не обнаружено видимых утечек воды.

Окончательное испытание трубопроводов заключается в определении утечки воды и сопоставлении ее с допустимой (нормативной). Величина утечки определяется в верхнем колодце по объему добавленной в колодец или стояк воды до первоначального уровня, создающего необходимое гидростатическое давление. Испытание это должно продолжаться не менее 30 мин, а понижение уровня воды в колодце или стояке при этом допускается не более 20 см. Испытание на плотность трубопровода и колодца с измерением притока производится путем замера расхода поступающей воды в нижнем колодце объемным способом или с помощью водослива. Признается выдержавшим окончательное испытание на плотность участок безнапорного трубопровода, если при этом утечки или поступление воды не будут превышать величин, указанных в СНиПе. Приемка безнапорных самотечных трубопроводов и коллекторов сопровождается инструментальной проверкой отметок лотков в колодцах (нивелированием) и прямолинейности участков (на свет с помощью зеркала или другим способом).

7. СТРОИТЕЛЬСТВО СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

7.1. Состав и классификация сооружений

Водопроводными сооружениями называются специальные гидротехнические сооружения, предназначенные для забора воды из поверхностных или подземных источников, подачи к местам потребления, подготовки воды требуемого качества и ее распределения между потребителями.

Водоотводящими сооружениями называют специальные гидротехнические сооружения для сбора, отведения и обезвреживания сточных вод, сброса или повторного использования этих вод после доочистки.

1. По функциональному назначению различают следующие виды сооружений.

а) Водопроводные сооружения:

- для забора подземных вод – скважины, шахтные и буровые (трубчатые) колодцы, горизонтальные водосборные трубы и галереи, каптажные сооружения;

- для забора поверхностных вод – водозаборы берегового и руслового типа, ковшовые, инфильтрационные и передвижные водозаборы;

- для подачи и распределения воды между потребителями – водопроводные каналы, напорные водоводы, водопроводящие тоннели, дюкеры, насосные станции;

- для подготовки питьевой воды – водопроводные очистные станции, включающие реагентное хозяйство, камеры хлопьеобразования (реакции), горизонтальные отстойники, фильтры или осветлители, резервуары чистой воды и др.;

- для регулирования напора и создания запаса воды – водонапорные башни, резервуары, водохранилища;

- для использования воды на промышленных предприятиях – водохранилища-охладители, градирни, брызгальные бассейны.

б) Водоотводящие сооружения:

- для сбора и отведения сточных вод – безнапорные канализационные самотечные трубопроводы, коллекторы, каналы, тоннели;

- для обезвреживания сточных вод и охраны окружающей среды – канализационные станции аэрации, включающие решетки, биофильтры, окситенки, контактные резервуары, метантенки, септики, илоуплотнители, выпуски очищенных сточных вод, шламонакопители и др.;

- для перекачки стоков – канализационные насосные станции.

2. По объемно-планировочным и конструктивным решениям данные сооружения подразделяют на следующие типы:

- линейно-протяженные – напорные и безнапорные водоводы и коллекторы, водопроводные каналы, горизонтальные водосборы, дюкеры, водопроводящие тоннели;

- емкостные сооружения – камеры хлопьеобразования, горизонтальные и радиальные отстойники, аэротенки, резервуары, метантенки, биофильтры, септики;

- башенные сооружения – водонапорные башни, башни промывных резервуаров, градирни.

3. По общим строительно-технологическим признакам сооружения могут быть разделены на две группы:

- однородные сооружения характеризуются применением унифицированных конструкций, что позволяет применять одинаковую технологию при их возведении. К таким объектам относятся типовые сооружения различного назначения, имеющие одинаковую объемно-конструктивную схему (например, типовые резервуары, отстойники, фильтры, аэротенки, трубопроводы и т.п.).

- неоднородные сооружения отличаются неравномерным распределением объемов работ, применением в разных частях сооружений разнохарактерных конструкций (стальных, монолитных и сборных железобетонных, каменных и т.д.), наличием сложного и громоздкого оборудования и мощных фундаментов под него. К неоднородным объектам относятся, в частности, водозаборы, водопроводные и канализационные насосные станции, здания реагентного хозяйства, озонаторные и т.п.

7.2. Технология строительства основных сооружений систем водоснабжения и водоотведения

7.2.1. Сборные конструкции при строительстве систем водоснабжения и водоотведения

Основой сокращения сроков строительства водопроводных и канализационных сооружений, снижения его общей трудоемкости и повышения качества возводимых сооружений является применение современных технологий при производстве строительного-монтажных работ.

Так, сборные конструкции применяются при устройстве опускных колодцев береговых водозаборов и насосных станций, коллекторов, каналов, тоннелей и других сооружений. Широкое внедрение в водопроводно-канализационное строительство методов монтажа сооружений из сборных элементов и деталей заводского изготовления позволяет значительно сократить сроки и в конечном счете снизить стоимость строительства, а

широкое применение для монтажа высококачественных конструкций заводского изготовления (при надлежащем качестве сварки и замоноличивания стыков) – существенно повысить качество, т.е. обеспечить водонепроницаемость, морозостойкость и долговечность сооружений.

Методы унификации основаны на применении Единой модульной системы (ЕМС) при назначении размерных градаций планировочных и конструктивных параметров зданий и сооружений, определении целесообразного диапазона расчетных нагрузок для типизации конструкций, установлении оптимального сортамента стандартизованных элементов и определенных правил привязки строительных конструкций к разбивочным осям.

Размеры и взаимное расположение размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов принимают с учетом установленных величин основного и производного модулей, соблюдения правил расположения разбивочных осей и привязки к ним конструкций сооружений.

Производные модули получают умножением основного модуля на целые или дробные коэффициенты. Производные модули бывают укрупненными – 60М, 30М, 15М, 12М, 6М, 3М, равными соответственно 6000, 3000, 1500, 1200, 600, 300 мм, и дробными 1/2М, 1/5М, 1/10М, равными 50, 20 и 10 мм.

На основании унифицированных и типизированных сборных конструкций разработаны типовые проекты сооружений водоочистных и канализационных очистных станций различной производительности, прямоугольных резервуаров вместимостью от 50 до 40000 м³, цилиндрических резервуаров вместимостью от 1000 до 30000 м³ и других сооружений.

В унифицированных сборных емкостных сооружениях наиболее ответственным конструктивным элементом является стеновая панель, так как она обеспечивает прочность, водонепроницаемость, морозостойкость и долговечность сооружений. В зависимости от характера работы стен сооружения различают три основных вида панелей:

- 1) консольные;
- 2) балочные;
- 3) перегородочные;

К консольным относят панели с одной жестко заземленной опорой внизу; к балочным – с двумя неподвижными опорами (нижней, заземленной в днище, и верхней, шарнирно связанной с покрытием); к перегородочным – панели консольного типа, не предназначенные для восприятия нагрузок от одностороннего давления воды или грунта. Перегородочные панели применяют для установки лотков с водой, переходных мостиков и технологических трубопроводов в сооружениях типа аэротенков.

7.2.2. Монтаж прямоугольных ёмкостных сооружений

Монтаж прямоугольных ёмкостных сооружений начинают после инструментальной проверки соответствия проекту планового и высотного положения монолитного днища с пазами для установки стеновых панелей, а также фундаментов и других элементов (рис.32).

Вне зависимости от принятого способа и метода монтажа конструкций необходимо обеспечить надежное и устойчивое закрепление.

Для установки любого элемента в проектное положение должны быть выполнены следующие операции:

- 1) подготовка его к монтажу;
- 2) строповка;
- 3) очистка места установки и устройство постели (из ЦПР класса прочности В25);
- 4) подача элемента, а также перемещение его при установке.

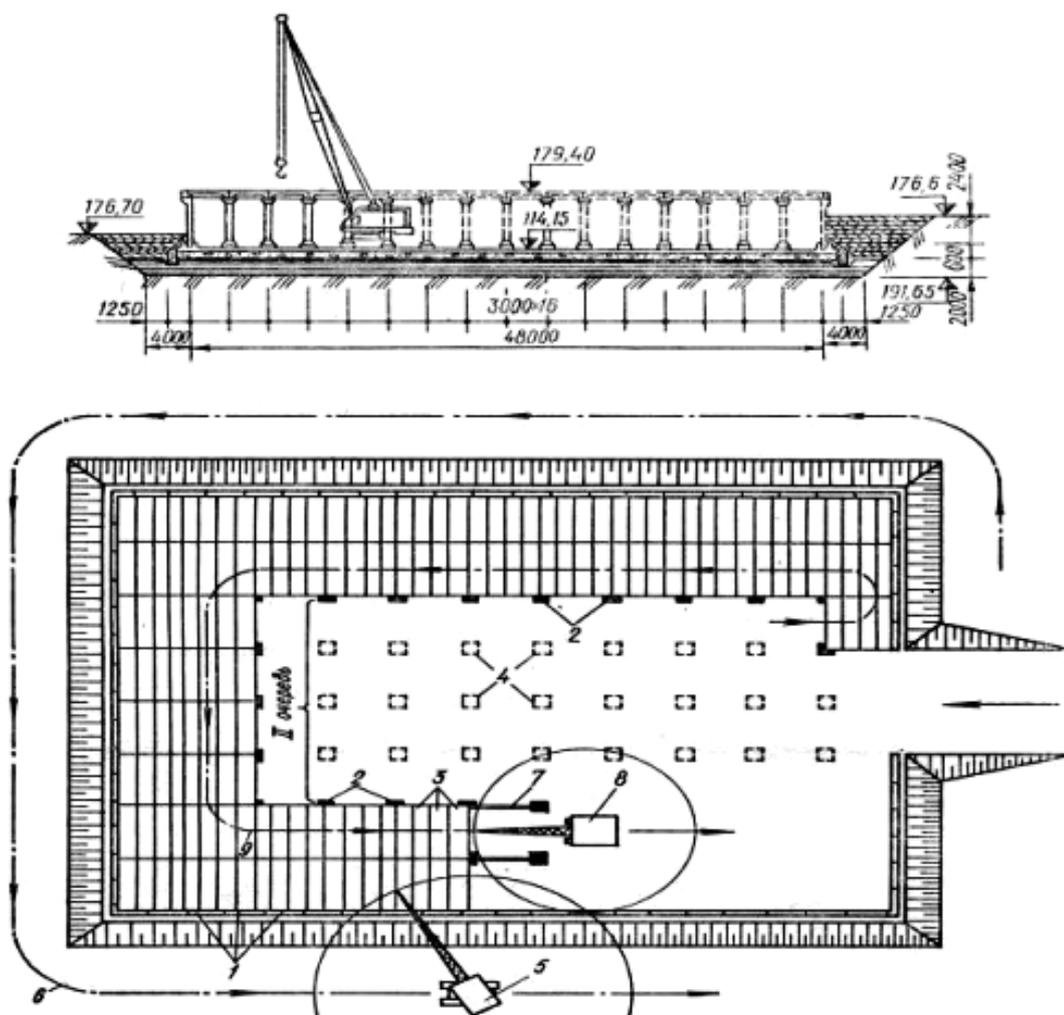


Рис.32. Конструктивные схемы открытых и закрытых сборных прямоугольных ёмкостных сооружений

Приемку элемента монтажки 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.). Точность монтажа конструкций определяется степенью приближения фактических размеров и положения в сооружениях к проектным. Учитывая, что на практике трудно обеспечить абсолютную точность изготовления конструкций и их монтажа, необходимо, чтобы величина фактических отступлений или погрешностей при этом не превышала допустимых.

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 прямоугольных резервуаров 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 струнаправляющие перегородки камеры. При строительстве камер небольших размеров монтаж панелей, стоек и циркуляционных перегородок выполняют с передвижением крана и транспортных средств вокруг камеры по берме котлована. Монтаж горизонтальных отстойников с учетом значительных размеров их в плане осуществляют кранами с передвижением их по бетонной подготовке или днищу вдоль монтируемых стен (рис.33).

Отстойники монтируют как отдельным, так и комплексным методом, при котором стеновые панели и плиты покрытия коридоров устанавливают за один проход крана. Монтаж ведут с транспортных средств, причем монтаж панелей начинают со среднего коридора, 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 осуществляют после выполнения необходимых работ на предыдущих захватках, в том числе по замоноличиванию стыков, устройству монолитного пояса, монтажу стеновых панелей перегородок, технологических трубопроводов и плит покрытия. Горизонтальные отстойники монтируют тоже отдельным методом, при котором 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 вылет крюка крана при монтаже панелей и плит используется

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.

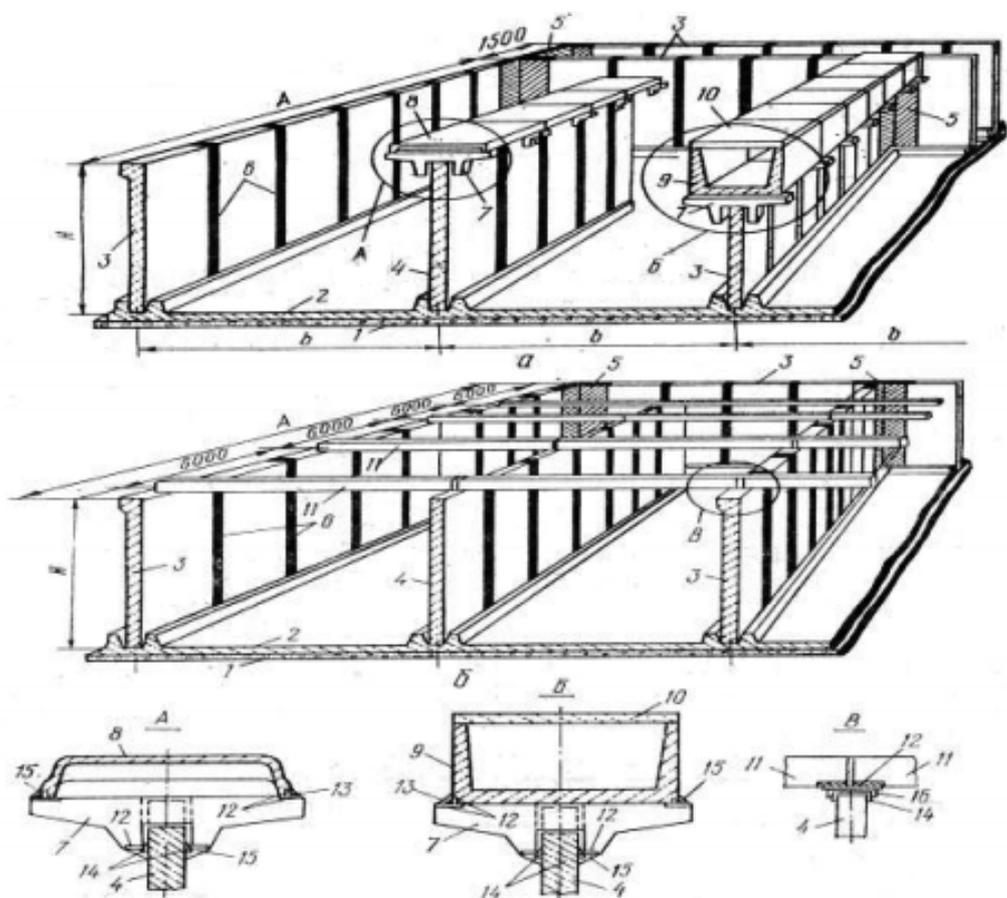


Рис.33. Конструктивные схемы открытых и закрытых сборных прямоугольных емкостных сооружений:

- а – емкостное сооружение из консольных стеновых панелей; б – то же, из балочных стеновых панелей; 1 – бетонная подготовка; 2 – монолитное днище с пазами для установки стеновых панелей; 3 – стеновые панели рядовые; 4 – перегородочные панели; 5 – монолитные участки стен; 6 – стыки между панелями; 7 – поддерживающий элемент; 8 – плита ИП1-9; 9 – лоток ЛТ-1; 10 – плита ПТ; 11 – распорка; 12 – закладные детали; 13 – сварной монтажный шов; 14 – стальные клинья, привариваемые после установки элемента к его закладным деталям; 15 – цементный раствор; 16 – швеллер

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. Строят их в две очереди, по полублокам. Фильтры каждой очереди сооружают в два этапа (цикла): нулевой и основной. В

период нулевого цикла 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) 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 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. Замоноличивание стыков, монтаж дренажных и переливных лотков часто выполняют параллельно с монтажом панелей ячеек, после чего производят их гидравлические испытания. Однако, как показал опыт, одновременный монтаж всех элементов ячеек не всегда целесообразен, так как в случае некачественной заделки стыков (что может быть обнаружен только после гидравлических испытаний) трудно устранить дефекты и восстановить герметичность ячеек. Поэтому лотки лучше монтировать после испытания ячеек и устранения замеченных дефектов (течей и т.п.). При этом их устанавливают с помощью крана-балки или специального козлового крана, перемещающегося по рельсам, уложенным на стенах фильтров.

7.2.3. Монтаж блоков водоочистных сооружений

В практике водопроводного строительства камеры хлопьеобразования, отстойники и фильтры часто объединяют в крупные блоки, что позволяет получить значительный экономический эффект от сокращения площади застройки, протяженности коммуникаций и объема земляных работ

Монтаж сооружений блока ведут двумя стреловыми гусеничными кранами, перемещающимися по днищу двумя параллельными объектными потоками. Первыми монтируют фильтры, а вторыми – отстойники и камеры хлопьеобразования (реакции).

На рис.34 и 35 приведены схемы монтажа конструкций такого блока двумя объектными потоками с использованием башенного и пневмоколесного кранов.

Объектный поток 1 охватывает строительство здания фильтров, разделенного на три неравновеликих монтажных участка, каждый из которых включает в себя несущие конструкции здания и ячейки фильтров общей протяженностью около 60 м. Особенностью этого потока является совмещение монтажа несущих конструкций здания и ячеек фильтров. Монтаж их ведут башенным краном, расположенным со свободной стороны здания, т.е. со стороны, противоположной отстойникам (рис.35 а, б), на отдельных участках в такой последовательности.

После устройства фундаментов по оси Д монтируют колонны по этой оси, а затем стеновые панели, лотки и другие конструкции ячеек фильтров. Смонтировав их, устанавливают колонны каркаса здания по оси А (рис.35, б). Последовательность установки конструкций в проектное положение показана цифрами в кружках на рис. 34. Одновременно замоноличивают стыки между панелями ячеек, устанавливают ходовые мостики, площадки и подвешивают монорельсы, после чего монтируют балки и плиты покрытия здания, выполняют кровлю и кирпичную кладку стен. Монтаж технологических трубопроводов, запорной и другой арматуры ведут с помощью монорельса с тельфером.

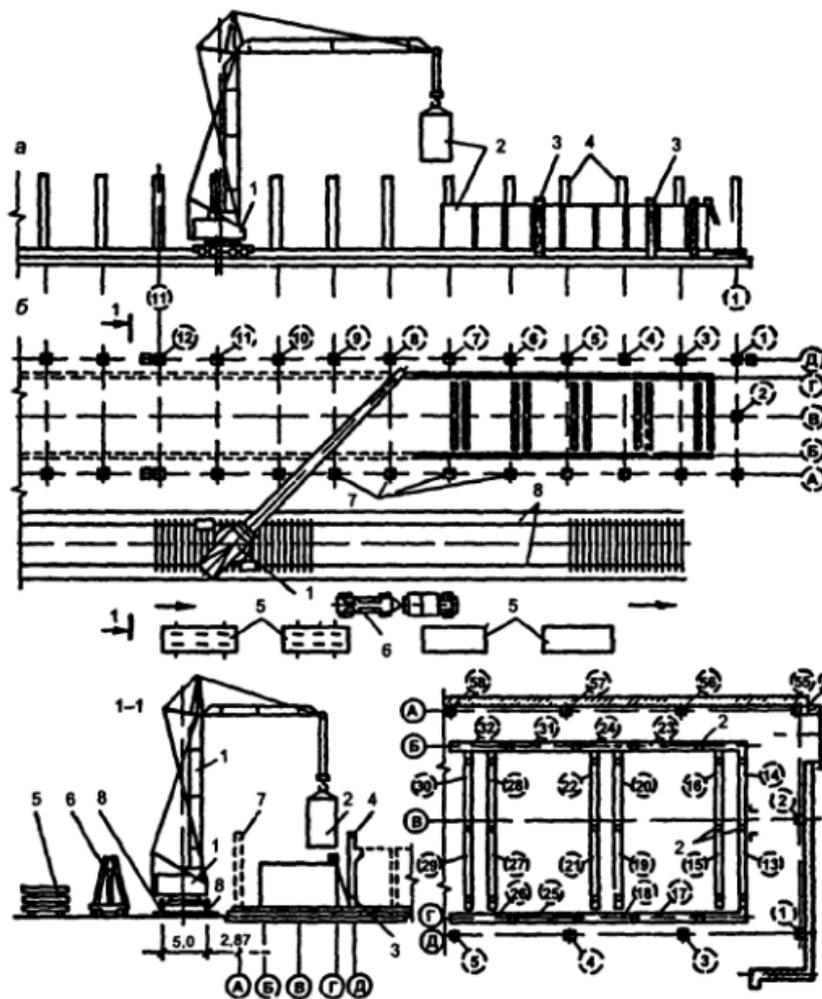


Рис.34. Схема монтажа блока фильтров и отстойников башенным краном (объектный поток 1):
 1 – монтажный кран; 2 – стеновые панели; 3 – лестница; 4 – колонны;
 5 – сборные элементы, подготовленные для монтажа; б – панелевоз; 7 – места установки колонн по оси А; 8 – подкрановый путь; (1-12) – колонны ряда оси Д; (13-32) – панели ячеек фильтров; (46-58) – колонны по оси А

Объектный поток 2 охватывает строительство блока горизонтальных отстойников, камер реакции и галерей технологических трубопроводов. Особенностью монтажа блока, включающего 16 секций и два технологических коридора шириной по 6 м при общей длине 61,6 м, является большая

площадь, занимаемая ими (около 6200 м²) при общей сравнительно небольшой их высоте (до 5–6 м) и массе конструкций (до 8–10 т). Это предопределило целесообразность монтажа сооружения пневмоколесными кранами. Секции и коридоры по своей длине отличаются однотипностью строительных конструкций и равномерностью распределения объемов работ, что в целом позволяет организовать их монтаж ритмичными потоками. Технология монтажа данного блока состоит в следующем.

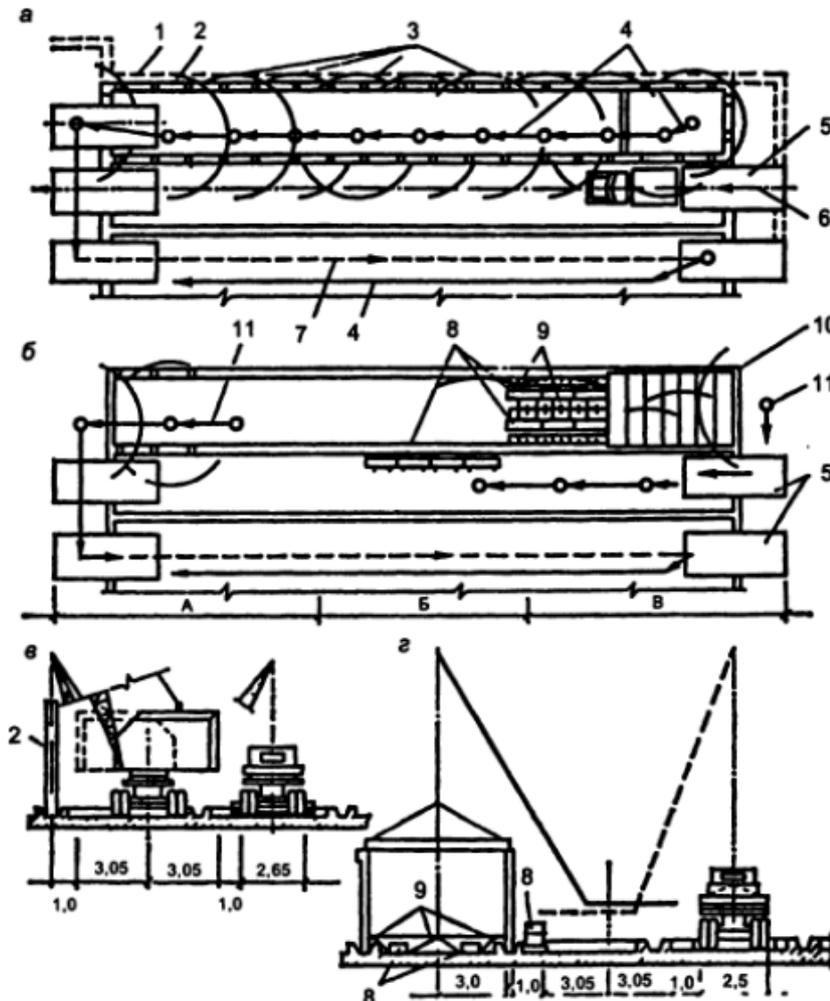


Рис. 35. Схемы монтажа конструкций горизонтальных отстойников блока фильтров и отстойников пневмоколесными кранами (объектный поток 2):
 а – расстановка переездных мостиков и схема движения пневмоколесного крана № 1 (К-162) и обслуживающих его транспортных средств; б – то же, крана № 2 (К-106); в, г – схемы к определению вылета крюка для кранов № 1 и 2;
 1 – кирпичные стены; 2 – стеновые панели; 3 – границы установки конструкций с одной стоянки крана; 4 – стоянки и рабочий ход крана № 1; 5 – переездные мостики для проезда над выступами (пазами) днища; б – ось и направление движения транспорта; 7 – обратный ход крана № 1; 8 – перфорированные короба (лотки); 9 – бетонные пандусы; 10 – плиты покрытия; 11 – стоянки и рабочий ход крана № 2; А – зона завершения установки стеновых панелей краном № 1;
 Б – то же, окончательного их закрепления;
 В – зона монтажа конструкции краном № 2

После устройства монолитного днища пневмоколесным краном № 1 (К-162) с днища сооружения монтируют стеновые панели первой секции

(коридора) отстойника (рис.35, а, в). Затем после замоноличивания стыков между панелями и устройства монолитных участков стен (в углах) с помощью другого пневмоколесного крана № 2 укладывают перфорированные короба в отстойной части, а также перегородки и трубы в камере реакции (рис.35, б), которые замоноличивают в одном потоке с устройством призм на дне секции (рис.35, г). Одновременно монтируют узлы трубопроводов в обеих галереях на вводе в камеру реакции и на выходе из отстойников. Процесс возведения каждой секции завершают установкой плит покрытия (включая установку вытяжных, вентиляционных и других люков, ходовых лестниц) и гидроизоляцией покрытия. Торкретирование и железнение монолитных участков стен выполняют после полного завершения всех монтажных работ.

7.2.4. Монтаж резервуаров

Методы и последовательность монтажа прямоугольных резервуаров во многом определяются типом и габаритами сборных конструкций, в частности типом стеновой панели. Для монтажа резервуаров различной вместимости применяют практически однотипные сборные элементы при общем небольшом количестве их типоразмеров (стеновые панели, перегородки, подколонники, колонны, балки или ригели и плиты покрытия). Шаг колонн, размеры балок, ригелей и плит также унифицированы, а количество пролетов находится в прямой зависимости от вместимости резервуаров.

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. 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, раздельным или комбинированным методами. При комплексном методе после установки части стеновых панелей одновременно монтируют колонны, циркуляционные перегородки и плиты покрытия. Однако этот

метод наряду с преимуществами не свободен от недостатков, поскольку грузоподъемность крана при этом подбирают по массе наиболее тяжелых элементов (колонны, балки, ригели, плиты). Кроме того, работа крана в стесненных условиях котлована, при необходимости завоза туда и складирования всех элементов, значительно затрудняет организацию работ и замедляет темпы возведения резервуаров.

Поэтому иногда более эффективен отдельный, или комбинированный, метод их монтажа, при котором основные сборные элементы устанавливают в три этапа: на первом – гусеничным 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.

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.

7.2.5. Монтаж аэротенков

Монтаж конструкций (рис.36) и технологических трубопроводом четырехкоридорных аэротенков ведут отдельным методом четырьмя специализированными потоками, что соответствует количеству секций аэротенков.

В первый поток включают монтаж панелей продольных стен аэротенков по наружным осям здания с одновременным их закреплением и замоноличиванием стыков.

Во второй включают монтаж балок, плит и ходовых мостиков, балок и лотков для подачи активного ила, затем плит, перекрывающих эти лотки по внутренним осям.

В третий поток входят работы по монтажу воздухопроводов, 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. 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.

Движение крана в коридорах шириной 9 м выдерживается прямолинейным, а в более широких коридорах можем 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 аэротенков применяются элементы различной массы, в процессе работ приходится использовать разные способы доставки в котлован, а также установки их в проектное положение. Например, конструкции, доставляемые в котлован по одной-две на одном транспортном приборе, монтируют обычно с транспортных средств, т.е. «с колес», а более мелкие – с предварительной доставкой и раскладыванием на днище. Но часто в силу стесненности условий «с колес» монтируют и конструкции массой 2–2,5 т, пользуясь транспортными средствами меньшей грузоподъемности (не более 5 т).

При монтаже элементов с предварительной раскладкой их размещают в непосредственной близости к фронту работ или у противоположных стен, что, однако, удлиняет монтажный цикл крана. Закончив в аэротенках монтажные работы, переходят к торкретированию и железнению бетонных поверхностей монолитных участков, а также гидравлическому испытанию емкостей и гидроизоляции наружных поверхностей стен.

Аэротенки 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 воздухопроводы, 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 аэротенков. 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 возвращается в первую, где продолжает монтировать следующий коридор. В это время во второй секции готовят фронт для продолжения работ в следующем коридоре и т.п.

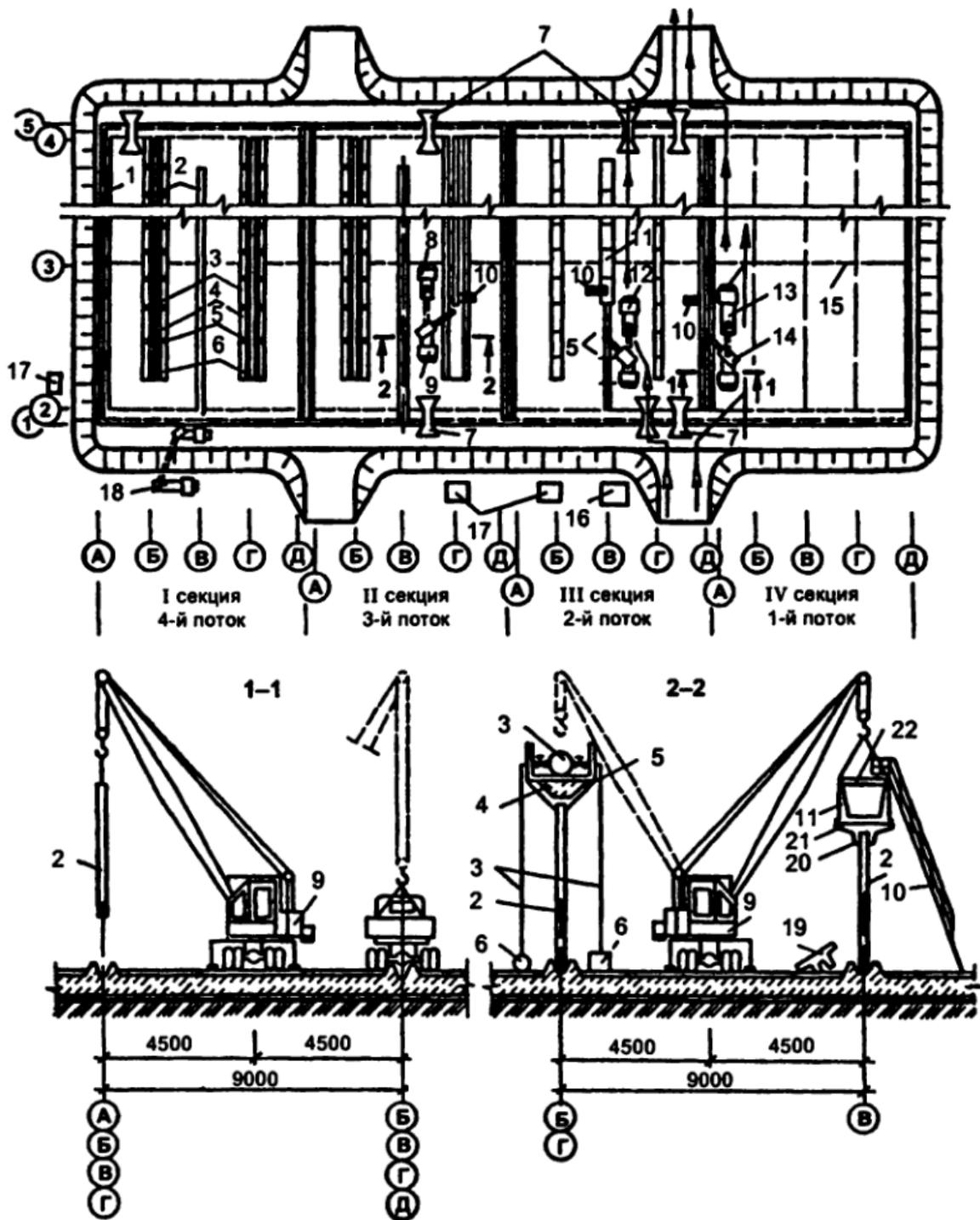


Рис.36. Схема монтажа четырехкоридорных аэротенков из типовых плоских панелей раздельным методом:

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 – растворонасос 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

7.2.6. Монтаж круглых в плане сооружений

Для сооружений диаметром от 9 до 18 м применяют панели, имеющие внутреннюю поверхность плоскую, а внешнюю – криволинейную с радиусом кривизны 7,5 м при ширине 1,5 м. Аналогичные панели применяют для монтажа цилиндрических сооружений диаметром от 24 до 50 м, но при радиусе их кривизны 15 м и ширине 2,1 м. Прямоугольные емкостные сооружения из типовых элементов проектируются с применением для стен, перегородок, лотков, мостиков, колонн, балок и плит покрытия сборного железобетона, а для днищ – монолитного. Стеновые панели соединяют с днищем замоноличиванием их в пазах бетоном марки М300 на мелком заполнителе.

Между собой панели соединяются путем сварки закладных деталей арматурными накладками с последующим замоноличиванием стыка цементно-песчаным раствором марки М300. Покрытие закрытых емкостных сооружений проектируется из ребристых типовых плит, опирающихся через ригели на двухконсольные колонны сечением 400×400 мм, которые, в свою очередь, опираются на сборные фундаменты (подколонники).

Плиты между собой, а также в местах опирания на ригели и стеновые панели крепятся взаимной сваркой закладных деталей с последующей заделкой зазоров бетоном марки М300 на мелком заполнителе. По верху стеновых панелей в местах опирания плит покрытия по всей длине стенки устраивают на бетонку. Конструктивные схемы открытых и закрытых сборных прямоугольных емкостных сооружений, а также узлы и детали крепления их отдельных элементов приведены на рис.37. Цилиндрические емкостные сооружения из типовых сборных элементов устраиваются с последующим натяжением на их стенку кольцевой арматуры.

Стены сооружений диаметром от 4,5 до 9 м выполняются из панелей типа ПСЦ1, имеющих криволинейные 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 на сварке закладных деталей арматурными накладками с последующим замоноличиванием стыков цементно-песчаным раствором (аналогично стыкам панелей прямоугольных емкостей). Поскольку для монтажа цилиндрических сооружений разных диаметров применяют однотипные панели, зазоры стыков между ними непостоянны и изменяются при диаметре 4,5–9 м (панели ПСЦ1) от 19 до 61 мм, а при диаметре 9–50 м (панели ПСЦ2 и ПСЦ3) от 18 до 46 мм.

Количество кольцевой арматуры и ее натяжение определяют исходя из условий создания в бетоне панелей необходимых сжимающих напряжений при расчетной нагрузке от давления жидкости в нижней и верхней зонах. Конструктивные схемы цилиндрических сборных емкостных сооружений, а также узлы и детали крепления сборных элементов приведены на рис.37.

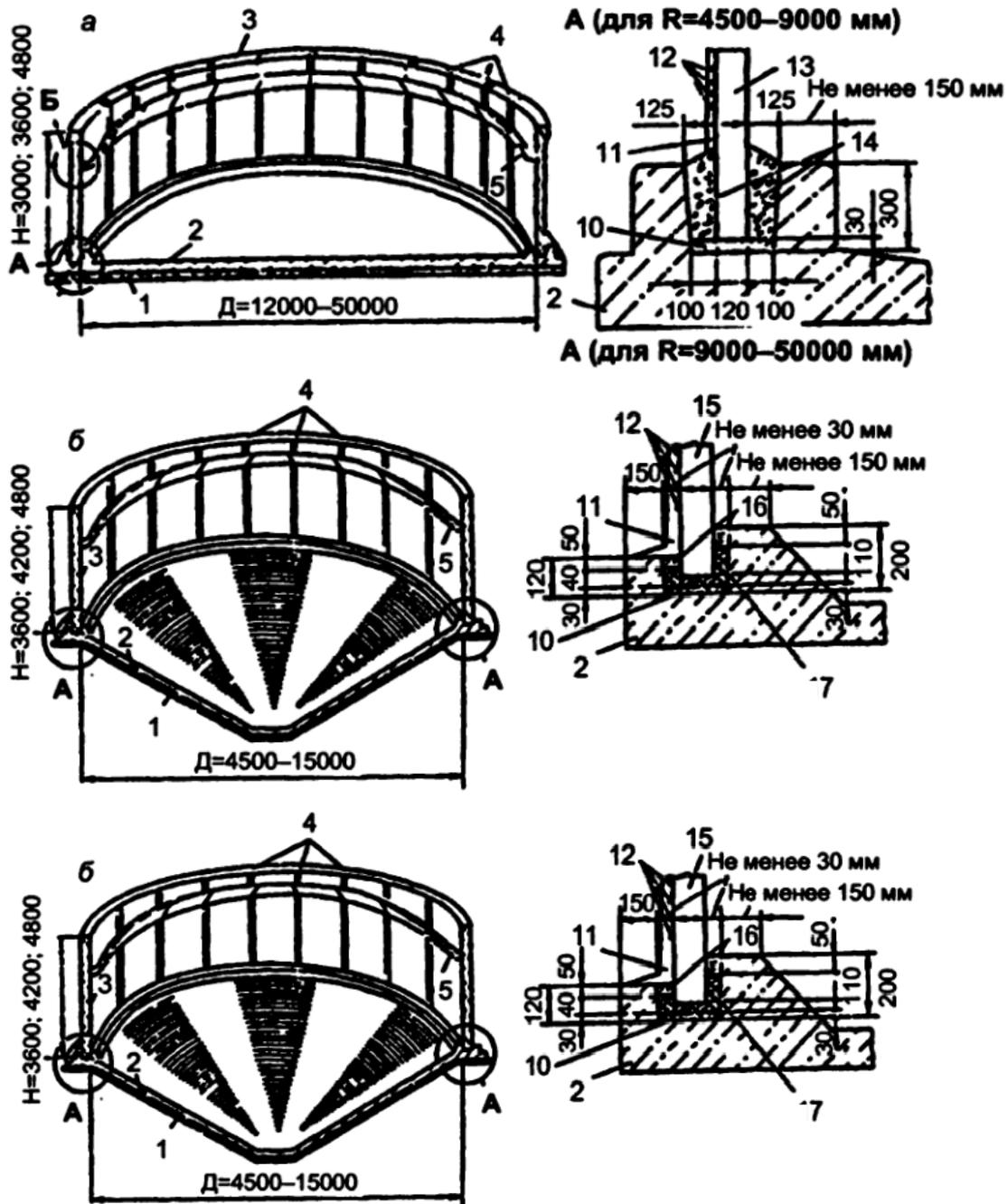


Рис.37. Конструктивно-монтажные схемы цилиндрических емкостных сооружений из типовых унифицированных сборных элементов и деталей: а – радиальные отстойники; б – двухъярусный отстойник или осветлитель; в – резервуар; 1 – бетонная подготовка; 2 – монолитное днище с пазами; 3 – стеновые панели; 4 – стыки между панелями; 5 – элементы лотков ЛТЗ; 6 – колонна; 7 – поддерживающий элемент; 8 – плиты покрытия; 9 – монолитная круглая плита; 10 – выравнивающий слой цементного раствора; 11 – защитный слой торкрета; 12 – предварительно напрягаемая кольцевая арматура; 13 – стеновые панели типа СПЦ1; 14 – бетон марки М300 на мелком заполнителе; 15 – стеновые панели ПСЦ-2 (при $R = 9-18$ м) или ПСЦ3 (при $R = 24-50$ м); 16 – асбестоцементный раствор; 17 – битум марки БНШ; 18 – хомут из уголка 80×6; 19 – гайка; 20 – монтажная тяга Ø16; 21 – сварной шов; 22 – уголок 80×6; 23 – болт $d=10$; 24 – выпуски арматуры; 25 – монтажные столики из уголка 100×10; 26 – закладные детали

7.2.7. Монтаж цилиндрических резервуаров

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 неодинаковы, 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 незабетонированной 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. Достоинством описанной «секторной» схемы монтажа является то, что работы можно вести одновременно несколькими кранами в разных секторах резервуара. Технологическая схема монтажа цилиндрического резервуара диаметром более 15 м приведена на рис.38.

Монтаж резервуара (кружками обозначены стоянки крана) начинают с центра, с заезда крана на днище. При том 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 прокладки 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 %-й проектной прочности на внешнюю поверхность панели навивают высокопрочную проволоку или арматуру с помощью специальной навивочной машины.

Однако 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 две-три кассеты, в которых размещают панели в количестве, необходимом для монтажа резервуара, за исключением 3–5 панелей: последние устанавливают в кассету, распложенную между резервуарами. Панели из этой кассеты используют для установки их в проемы, оставленные в резервуарах для выезда крана.

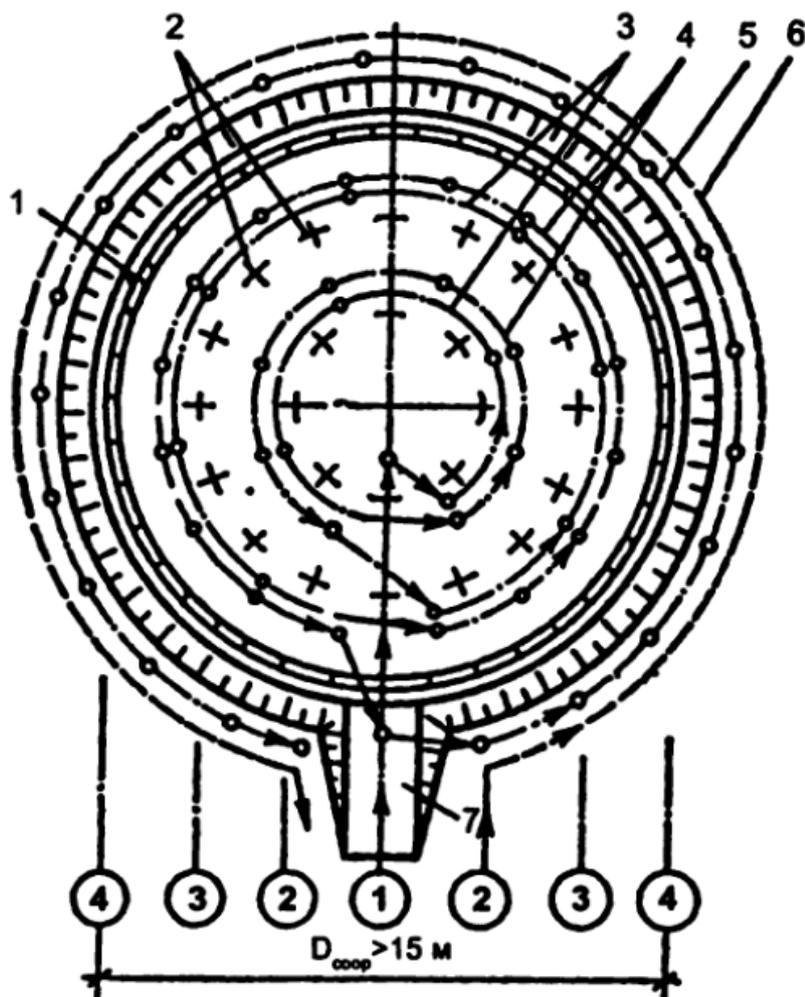


Рис.38. Принципиальная схема монтажа крупного цилиндрического резервуара: 1 – стеновые панели; 2 – места установки колонн; 3 – ось движения крана при монтаже колонн; 4 – то же, при укладке ригелей и плит покрытия; 5 – то же, стеновых панелей и плит покрытия последнего ряда; 6 – ось движения транспортных средств; 7 – въезд и выезд из котлована

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, а диаметром более 20 м – с передвижением его непосредственно по днищу сооружения.

Схема монтажа радиального отстойника диаметром 40 м пневмоколёсным краном приведена на рис.39. 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, 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 (рис.39).

Монтаж элементов сборных лотков ведут одновременно со стенами и закрепляют их инвентарными стяжками и муфтами со . 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%-й проектной прочности производят предварительное напряжение стенки отстойника навивкой на внешнюю поверхность высокопрочной проволоки или арматуры.

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. 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. Монтаж панелей метантенков ведут гусеничным краном с гуськом. Производя выверку стеновых панелей, их рихтовку и окончательное закрепление сваркой закладных деталей, переходят к монтажу плит покрытия, имеющих в плане трапецеидальную форму. Их монтируют тем же гусеничным краном с гуськом, но оборудованным большей стрелой.

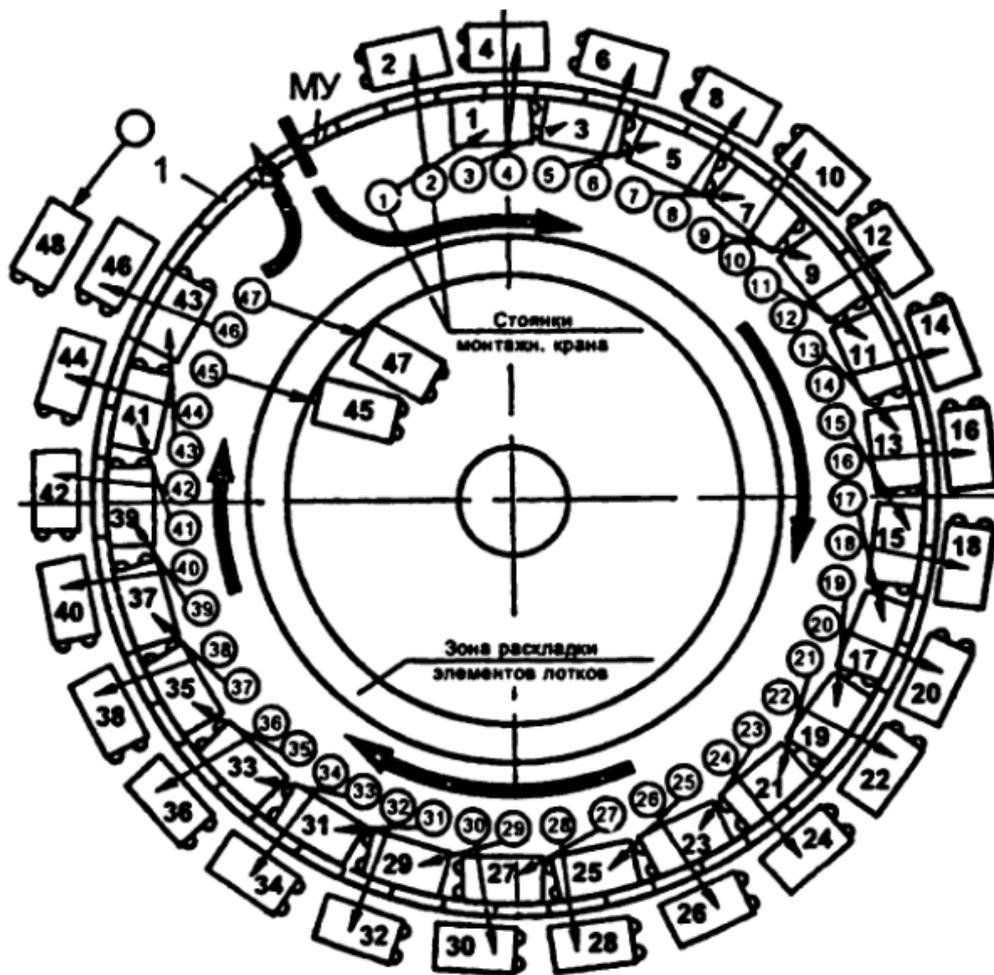


Рис.39. Схема монтажа радиальных отстойников:

- 1 – места установки панелей; 2 – ось движения транспорта; 3 – то же, крана при монтаже панелей; 4 – то же, кронштейнов и лотков; 5 – прямоугольный поток; 6 – монтажный кран; 7 – подкладные щиты; 8 – стеновые панели; 9 – подкладки; 10 – монолитное днище; 11 – бетонная подготовка; 12 – фиксатор; 13 – пазы в днище; 14 – струбцина; 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 (сооружение)

7.2.8. Особенности возведения сооружений из монолитного бетона

При возведении из монолитного железобетона сооружений систем водоснабжения и водоотведения наиболее сложными и трудоемкими для производства работ являются многочисленные емкостные сооружения прямоугольной и круглой (в плане) формы. Трудность бетонирования подобных сооружений заключается в том, что при бетонировании основных их конструктивных элементов – днищ, стен, перегородок – необходимо обеспечить не только их устойчивость и прочность, но, главное, морозостойкость и водонепроницаемость. В свою очередь трудоемкость бетонирования стен емкостей связана с тем, что толщина этих стен незначительна (20–40 см), а высота достигает 5–7 м. К бетонированию днищ резервуаров и других емкостных сооружений (независимо от формы в плане) приступают после устройства щебеночной и бетонной подготовки.

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 и опалубку прямков. Опалубку устраивают из заранее изготовленных щитов или отдельных опалубочных блоков, что особенно целесообразно при сложной форме днища сооружений. Арматуру днища монтируют из арматурных сеток, каркасов или отдельных стержней. В цилиндрических сооружениях днища делят концентрическими окружностями, которые затем дополнительно делят на секторы трапецеидальной формы (рис.40). 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 (см. рис.40). В прямоугольных сооружениях небольших размеров отдельная 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 (см. рис.40).

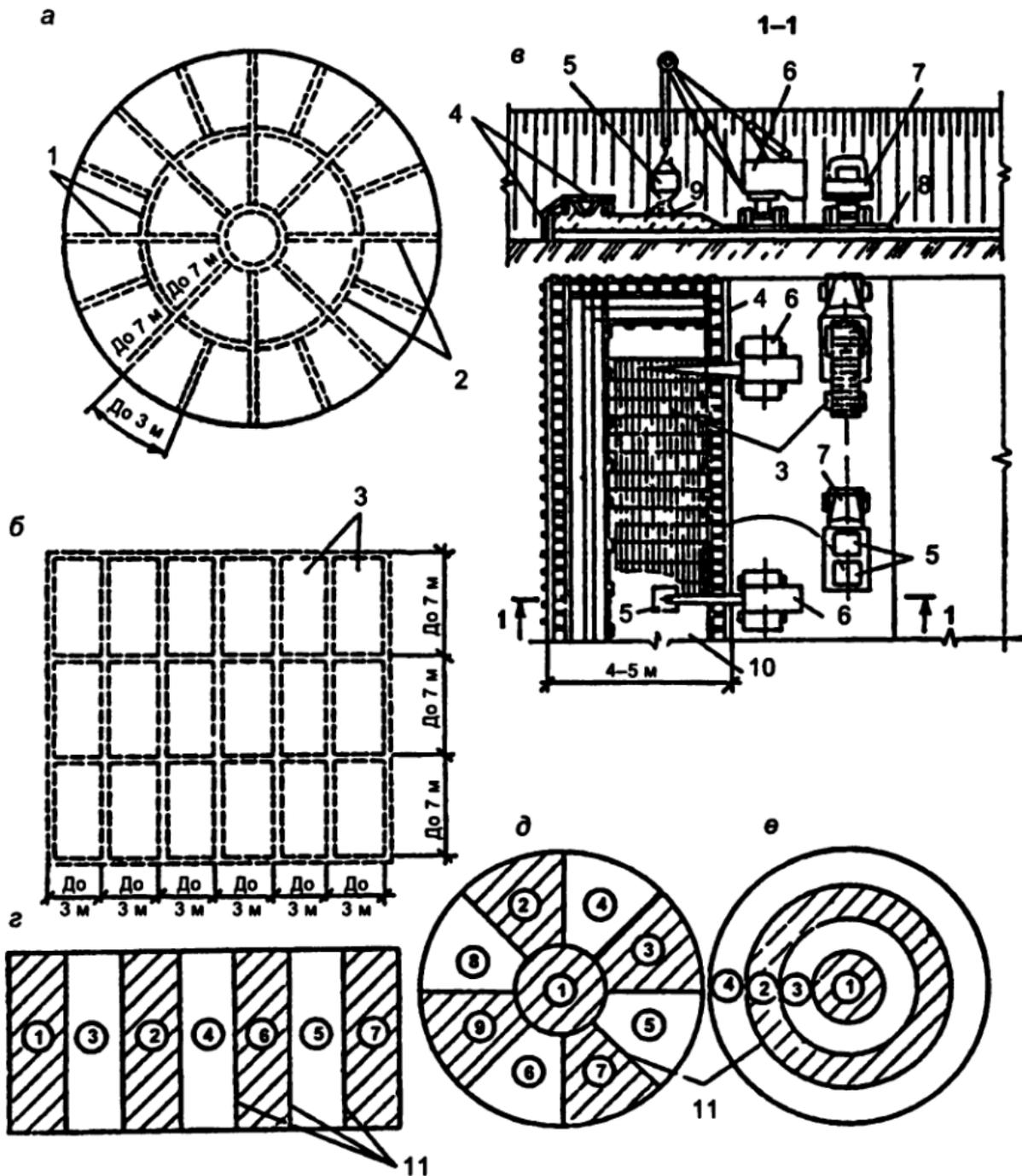


Рис.40. Схемы организации работ при устройстве дна емкостных сооружений:

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 поезда кранов и транспорта; 9 – укладка бетона; 10 – забетонированное днище;

11 – рабочие швы, места установки опалубочных досок (цифры в кружках указывают последовательность бетонирования)

Работы при этом ведут последовательными полосами или чаще через полосу (рис.40, 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 перекалывают 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. Однако производство бетонных работ при этом несколько 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 рис.40. Как и при устройстве подготовки, при бетонировании днища бетононасосными установками требуются частые перекалки бетонопроводов, что в целом снижает эффективность этого способа.

При бетонировании днищ особо 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.

Для бетонирования днища целесообразно также применять автобетоноукладчики. 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. 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 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, причем в первый проход крана укладывают арматурные сетки и каркасы для полосы шириной 3–4 м, а во второй смесь.

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).

Бетонирование стен сооружений в щитовой опалубке. При возведении емкостных водопроводных сооружений из монолитного бетона процесс бетонирования их стен является наиболее сложным и трудоемким еще и потому, что обеспечить герметичность (водонепроницаемость) емкости можно только при достаточно высокой плотности бетона в конструкциях, что, в свою очередь, достигается непрерывным бетонированием стен, т. е. при условии укладки слоев бетонной смеси с интервалами, не превышающими срока ее схватывания. При бетонировании стен в щитовой переставной или стационарной опалубке их делят на ярусы бетонирования высотой 1–1,2 м и блоки, устанавливают опалубку с внутренней или наружной стороны и арматурный каркас на всю высоту сооружения. Далее, установив на высоту одного яруса опалубку, с другой стороны стены укладывают бетонную смесь, а затем, наращивая опалубку, укладывают смесь во все остальные ярусы. Смесь укладывают слоями 20–25 см с временными интервалами, не превышающими 1,5–2 ч (в соответствии со временем ее схватывания). Процесс укладки смеси при этом чередуется с процессом наращивания опалубки. 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. В последние годы для подачи и укладки бетонной смеси в опалубку стен часто используют автобетононасосы (АБН) с шарнирно-сочлененной стрелой, что облегчает и ускоряет бетонирование стен.

7.2.9. Сварка и замоноличивание стыков между сборными элементами сооружений.

Гидравлические испытания

Эксплуатационная надежность и строительная прочность смонтированных конструкций сооружений в значительной мере зависят от качества сварки и замоноличивания стыков между элементами. Наиболее распространенными видами сварочных соединений арматуры при монтаже железобетонных конструкций являются стыковые (соединение стержней), крестовые (стержня со стержнем или с пластиной) и нахлестонные (пластины с пластиной).

В условиях монтажа их чаще выполняют дуговой или термитной сваркой с принудительным или свободным формованием шва, с применением электродной проволоки или штучных электродов. Выполняемые

при монтаже емкостных сооружений сварные швы всех видов должны обеспечивать равнопрочное соединение стыкуемых элементов.

Защита закладных деталей и арматурных выпусков от коррозии в процессе монтажа конструкций чаще всего выполняется 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.

В емкостных сооружениях ввиду повышенных требований в отношении прочности и водонепроницаемости надежное скрепление сборных элементов и качественная заделка (замоноличивание) их стыков имеет первостепенное значение. Для заделки стыков применяют бетонные смеси и растворы, приготовленные на быстротвердеющих цементах или портландцементях марки не ниже М400. 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, 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.41). Герметичность стыка при этом обеспечивают применением специальной инвентарной щитовой опалубки с уплотнением ее резиной толщиной 30 мм (рис.41, 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.41, в), до появления над верхней кромкой панелей раствора нормальной консистенции. После извлечения сопла в инъекционное отверстие вставляют пробку. Стяжные болты через 1–1,5 ч после заполнения стыка проворачивают,

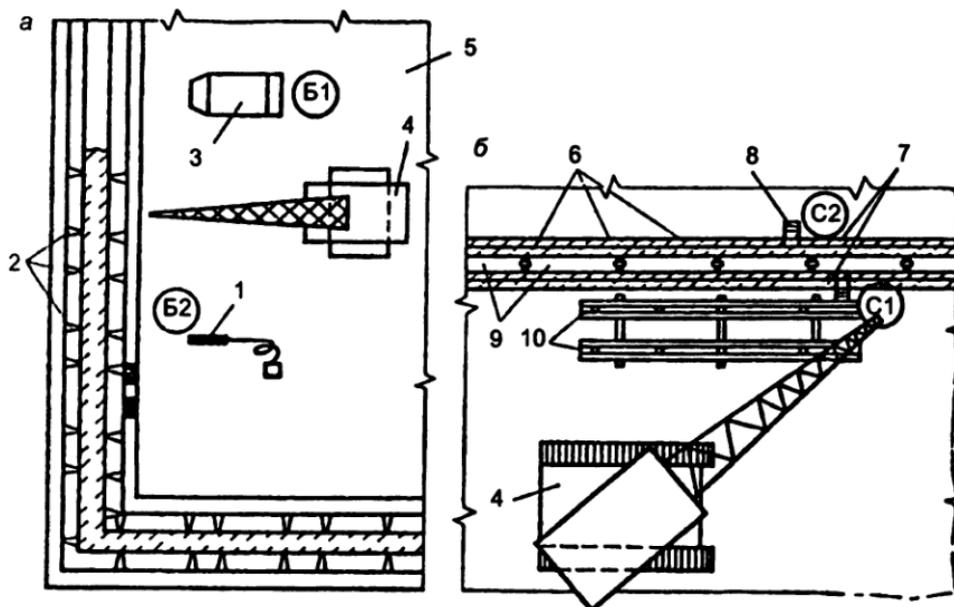


Рис.42. Замоноличивание стыков между стеновыми панелями:
 1 – вибратор; 2 – стальные клинья; 3 – бадья; 4 – гусеничный кран; 5 – днище сооружения; б – установленные щиты; 7 – устанавливаемые щиты;
 8 – приставная лестница; 9 – панели стен; 10 – складирование щитов;
 Б1, Б2 – бетонщики; С1, С2 – слесари

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.

Заделка стыков панелей методом торкретирования (рис.43) возможна с помощью агрегатной установки, включающей в себя торкрет-машину производительностью 4 м³/ч, бетоносмеситель, 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, наполняют ковш подъемника составляющими торкретной смеси, запускают бетоносмеситель и высыпают в него составляющие, перемешивают сухую смесь и высыпают ее в работающую торкрет-машину, обеспечивают подачу сухой смеси и воды к соплу и послойно наносят торкрет 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 ч 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. Непосредственно для нанесения торкрета в полости стыков торкретчики Т-1 и Т-2, кроме агрегатной установки, должны также иметь компрессорную установку, респираторы, кельмы и гладилки. Команду торкретчикам о готовности установки к заделке стыков ее машинист подает после достижения давления воздуха в торкрет-машине 0,4 МПа, после чего он открывает доступ воды к соплу. Далее торкретчик Т-1 берет материальный рукав, занимает устойчивое положение, приоткрывает вентиль, перекрывающий доступ воды к соплу, и смачивает водой поверхности стыков, которые будут соприкасаться с торкретной смесью. Затем Т-1 подает команду М-1 открыть доступ смеси в сопло, Т-1 визуально регулирует необходимое количество воды, путем пробного нанесения торкретной смеси.

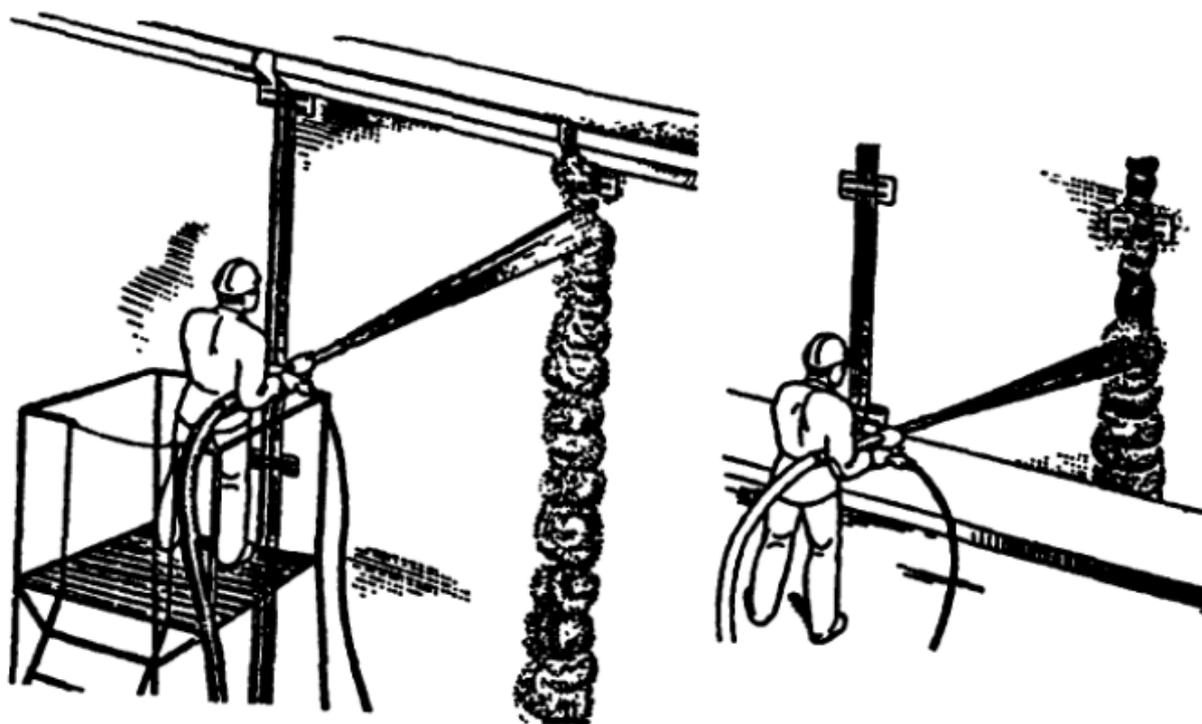


Рис.43. Схемы заделки стыков между панелями сборных сооружений методом торкретирования

Правильно увлажненная торкретная масса имеет факел одинакового цвета, а поверхность торкрета – жирный блеск. При недостатке воды в смеси на поверхности появляются сухие пятна и полосы у места торкретирования образуется значительное количество пыли. Избыток воды приводит к оплыванию смеси и образованию мешков на поверхности. В процессе нанесения торкретной смеси Т-1 перемещает сопло вдоль стыка, держа его перпендикулярно к поверхности на расстоянии 0,8–1 м. Торкретную смесь в полость стыка наносят послойно при средней толщине слоя, наносимого

за один раз, не более 80 мм. Поверхностный слой торкрета в стыках торкретчики Т-1 и Т-2 заглаживают кельмами и металлическими гладилками. Преимуществами описанной технологии заделки стыков между стеновыми панелями емкостных сооружений являются высокое качество стыков в отношении их прочности и водонепроницаемости, полная механизация операций, сравнительно низкая трудоемкость и себестоимость работ. Гидравлические испытания сооружений производят в целях проверки прочности их конструкций и определения степени водонепроницаемости стен и днища, причем поле завершения всех строительно-монтажных работ, за исключением оклеечной 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 чем через 5 сут 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).

Признается выдержавшим испытание сооружение (согласно СНиПу), если потеря 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, увлажнение грунта в основании отсутствует. При испытаниях на наружных поверхностях сооружения допускается только потемнение 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. Испытание 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 метантанка, а также все соединения, люки и крышки, расположенные выше уровня воды. В процессе испытания определяют утечку воздуха и сравнивают её с допустимой.

7.2.10. Устройство заглубленных водозаборных сооружений и насосных станций опускным способом

Сущность способа состоит в том, что по мере разработки грунта внутри колодца, стены которого внизу выполнены в виде заостренной ножевой части, он под действием собственной массы погружается на заданную глубину (рис.44). При этом его масса должна превышать общую величину силы бокового трения стен о грунт не менее чем на 25 %.

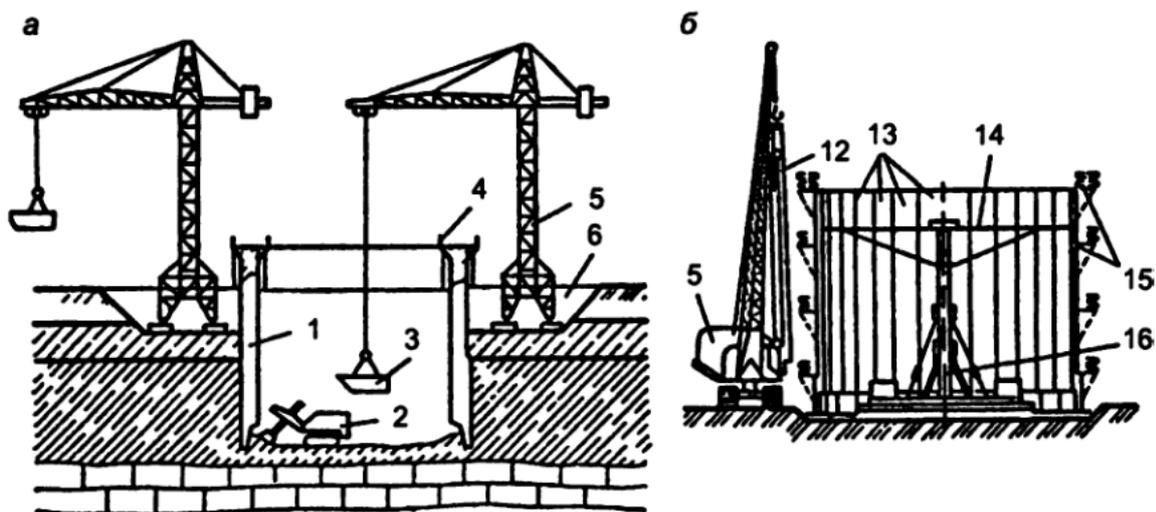


Рис.44. Схема устройства опускных колодцев из монолитного (а) и сборного (б) железобетона:

1 – железобетонные стены колодца с ножом; 2 – экскаватор; 3 – бадья для грунта; 4 – опалубка; 5 – кран; 6 – пионерный котлован; 7 – бульдозер; 8 – выездная траншея; 9 – отвалы грунта; 10 – самосвалы; 11 – экскаваторы на погрузке грунта; 12 – стеновая панель с ножом; 13 – смонтированные панели колодца; 14 – кондуктор; 15 – подмости; 16 – центральная стойка кондуктора

Возникающие силы трения являются основным препятствием при погружении, что в ряде случаев приводит к зависанию колодцев или делает невозможным их погружение до проектной отметки. Для уменьшения сил трения применяют тиксотропные рубашки, т.е. в свободную полость между грунтом и наружной стеной, образованную при погружении наружным уступом стен у ножа колодца, заливают тиксотропную суспензию из бентонитовых глин.

Устройство опускных колодцев из монолитного железобетона связано с последовательным выполнением работ опалубочных, арматурных, бетонных, гидроизоляционных, а также по погружению колодца. Бетонирование

стен колодцев производят ярусами, причем высоту первого яруса принимают в зависимости от нормативного давления на грунт конструкции временного основания (опоры) под ножом. Бетонирование ведут как отдельными блоками, так и по всему периметру. Бетон укладывают слоями толщиной 30–40 см (реже 25–50 см), но не больше чем 1,25 длины рабочей части вибратора.

Толщину слоев выбирают с учетом общей интенсивности бетонных работ и своевременного перекрытия слоев бетонирования. Перед укладкой бетона проверяют правильность расположения арматуры, расстояния между стержнями и между опалубкой и арматурой. Бетонную смесь в стены колодцев укладывают следующим способом: при толщине стен до 0,5 м ее подают на площадки лесов и затем по лоткам к месту укладки. В этом случае наращивают одну из сторон опалубки, причем на высоту не более 2 м. При толщине стен 0,5-1,2 м и высоте бетонирования 3 м смесь подают кранами в бадьях с последующей укладкой через металлические звеньевые хоботы, устанавливаемые по периметру стен через 3 м. При толщине стен более 1,2 м и малой насыщенности их арматурой смеси укладывают бадьями, разгружаемыми непосредственно у места укладки. Для уплотнения ее применяют вибраторы.

Наилучшее качество укладки бетонной смеси обеспечивается при непрерывном бетонировании. Гидроизоляцию стен колодца выполняют снаружи по мере их бетонирования до начала опускания. Чаще применяют торкретирование стен с помощью цемент-пушки. Погружение опускных колодцев в грунт является наиболее сложным и ответственным процессом при их строительстве. Непосредственно погружению предшествуют подготовительные работы по распалубке сооружения, снятию колодца с временного основания (подкладок) и монтажу землеройного и другого оборудования. Снятие колодца с временного основания и его погружение производится после достижения бетоном ножевой части и первого яруса стен проектной прочности, а последующих ярусов – 70 %-й прочности. Последовательность снятия, т.е. удаления подкладок, должна быть такой, чтобы не произошло перекоса колодца.

При погружении его грунт разрабатывают равномерно по всей его площади отдельными слоями. Порядок и способы разработки устанавливают с учетом вида и свойств грунтов. Причем в зависимости от того, происходит ли погружение колодца с осушением котлована средствами водоотлива или водопонижения или же без их применения, разработку грунта в сухих условиях ведут землеройными механизмами (экскаваторами, бульдозерами) с подъёмом его в бадьях кранами либо в мокрых условиях с разработкой грунта из-под воды средствами гидромеханизации (гидромониторами с выдачей его гидроэлеваторами или землесосами).

Систематический контроль за погружением колодца ведут с помощью рисок, нанесенных на стены, или нивелировочных контрольных реек,

закрепленных по концам двух взаимно перпендикулярных диаметров колодца. Проверку вертикальности колодца производят непосредственно перед и после каждой его посадки. Колодцы при погружении, особенно на первых 5–8 м, могут накреняться. Смещение и перекосы (крены) должны устраняться немедленно, как только будут обнаружены. Позже их трудно выпрямить. На практике применяют несколько способов исправления перекосов колодцев, в том числе способ «качаний», пригрузки и др. Но поскольку исправление кренов и перекосов колодцев в целом затруднительно, в настоящее время все большее распространение получает способ принудительно регулируемого погружения колодцев с применением анкерных свай и домкратов. Изменяя усилия различных домкратов, регулируют глубину вдавливания ножа по контуру опускаемого колодца, т.е. управляют процессом его погружения. Устройство днища опускного колодца является завершающей операцией. При погружении колодца в необводненных грунтах никаких осложнений при устройстве днища не возникает, так как основание в этом случае сухое и отличается необходимой плотностью. При разработке же рыхлых водонасыщенных грунтов средствами гидромеханизации возможны наплывы грунта внутрь колодца из-под ножа, особенно после прекращения погружения, что затрудняет устройство днища. В этом случае вначале устраивают бетонную подушку, укладываемую методами подводного бетонирования. После набора ее бетоном достаточной прочности воду из колодца откачивают и под прикрытием подушки устраивают гидроизоляцию и затем насухо бетонируют днище. Для устройства бетонной подушки применяют два метода подводного бетонирования: восходящего раствора и вертикально перемещающейся трубы. Бетонную смесь укладывают до отметки, превышающей проектную на 100–150 мм. Так как последний слой при подводном бетонировании получается непрочным, его после окончания бетонирования удаляют. После устройства гидроизоляции на поверхности бетонной подушки и надежного сопряжения ее с изоляцией ножевой части стен раскладывают арматуру и бетонируют днище.

Первый слой бетона (30–40 см) укладывают концентрическими полосами, постепенно приближаясь к центру. Последующие слои такой же толщины укладывают параллельными полосами, ширину которых и порядок укладки определяют в зависимости от принятой интенсивности бетонирования с обязательным соблюдением требования перекрытия отдельных слоев.

Технология монтажа сборных опускных колодцев. Монтаж колодцев из панелей, совмещенных с ножом или имеющих съемный нож, производят с использованием временных опор, основное назначение которых – обеспечить неизменяемость положения монтируемых панелей колодца в процессе их сборки. Наиболее сложные и трудоемкие работы по монтажу и временному закреплению панелей, обеспечению их устойчивости, как правило, выполняют с помощью кондукторов. Монтаж стеновых панелей

сборно-монолитных колодцев значительно облегчается в связи с наличием в монолитной ножевой части кольцевого паза, соответствующего радиуса колодца.

К монтажу панелей колодца приступают после достижения бетоном ножевой части 70%-й проектной прочности. Панели краном устанавливают в паз, закрепляют клиньями, соединяют накладками и замоноличивают стыки. Важным процессом, выполняемым при строительстве сборных и сборно-монолитных колодцев, является заделка (замоноличивание) стыков мелкозернистым бетоном марки не менее 300, приготовленным на специальных цементах, повышающих его водонепроницаемость. После монтажа колодца наиболее ответственными операциями являются снятие его с временных опор и погружение. Колодец снимают с временных опор и переводят на грунт непосредственно перед его погружением. Вначале определяют и отмечают на внутренней поверхности стен (у ножа) так называемые фиксированные зоны (обычно четыре в местах пересечения двух взаимно перпендикулярных осей колодца), после чего приступают к разборке временных опор. После удаления внутреннего опорного кольца колодец дает равномерную осадку в грунт примерно до 200 мм. Затем разработкой грунта внутри колодца его погружают на необходимую глубину.

7.2.11. Технология устройства заглубленных сооружений способом «стена в грунте»

При этом способе стены подземной части водозабора или заглубленной насосной станции возводят в траншеях, повторяющих контур стен сооружения и заполненных глинистой суспензией, которая обеспечивает устойчивость их стенок от обрушения на время разработки траншей и последующего возведения в них конструкций стены. Для разработки траншей используют в основном грейферы. Схема устройства прямолинейных стен в грунте специальным машинокомплексом с агрегатом СВД-500 приведена на рис. 45, а, б.

Для устройства круглых и прямолинейных замкнутых в плане траншей применяют траншеекопатели, процесс работы которых состоит из следующих операций: установки траншеекопателя на геометрическую ось отрываемой траншеи, забуривания рабочего органа машины на полную глубину траншеи, рытья траншеи на длину захватки. Разработку траншей в устойчивых скальных грунтах ведут без применения глинистой суспензии.

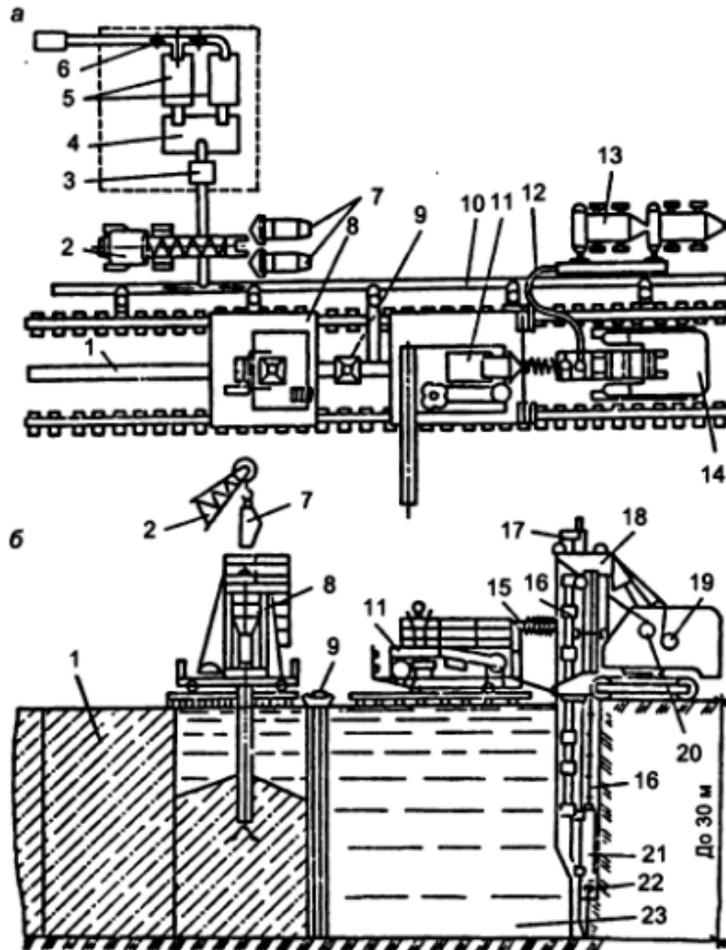


Рис.45. Схемы расположения оборудования (а) и производства работ при устройстве стен сооружения способом «стена в грунте» (б):
 1 – забетонированный участок стены; 2 – кран грузоподъемностью 7–10 т;
 3 – грязевой насос; 4 – емкость для глинистого раствора (суспензии);
 5 – смесители БС-2 для приготовления глинистых растворов; 6 – центробежный насос; 7 – бадьи; 8 – установка для заполнения траншеи бетоном;
 9 – ограждающий шаблон; 10 – растворопровод; 11 – ситогидроциклонная установка; 12 – воздухопроводный шланг; 13 – компрессоры; 14 – гусеничный кран проходческого агрегата СВД-500; 15 – пульпоотводящий шланг;
 16 – трос; 17 – направляющий шаблон; 18 – рама; 19 – лебедка подъема стрелы; 20 – грузовая лебедка; 21 – электробур; 22 – вородоразрушающий инструмент; 23 – глинистая суспензия

Перед заполнением траншеи бетонной смесью проверяют глубину траншеи и очищают ее дно. Процесс возведения монолитных стен в траншее включает в себя операции по установке арматуры, укладке бетона, его уплотнению и уходу во время твердения. Железобетонные и бетонные монолитные стены в грунте бетонируют методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ) по захваткам длиной 3–6 м из условий обеспечения устойчивости траншеи и принятой интенсивности бетонирования аналогично укладке бетона таким же методом под водой. Монтаж сборных железобетонных стен в грунте. Для установки в траншею применяют панели высотой 10–15 м и массой до 20 т с устройством вертикальных стыков.

Панель в траншею, обрамленную воротником, опускают краном, расположенным за пределами призмы обрушения. Перед началом монтажа на горизонтальных плитах воротника траншеи намечают оси панелей. Первую панель устанавливают с тщательной выверкой ее, а вторую и последующие – с помощью специальных монтажных приспособлений, в том числе направляющих кондукторов по типу применяемых в металлических шпунтах. Заделка стыков между элементами сборных стен, устраиваемых способом «стена в грунте», имеет свои особенности. Стыки замоноличивают сверху вниз по мере их обнажения при разработке грунта внутри сооружения. Заделывают стыки методом пневмонабрызга, шприцбетонирования или торкретирования. После полного удаления грунта и замоноличивания стыков на всю высоту устраивают бетонную подготовку, гидроизоляцию и днище заглубленного сооружения.

7.2.12. Монтаж коллекторов прямоугольного и круглого сечений

Основными операциями при строительстве коллектора являются: подготовка основания под коллектор; монтаж сборных элементов или трубных звеньев; заделка стыков элементов или труб; монтаж камер; подготовка врезки в действующие коллекторы; засыпка коллектора с последующим гидравлическим испытанием проложенных труб; монтаж внутреннего оборудования коллекторов, камер, колодцев. В системах городского коммунального хозяйства часто строят проходные коллекторы общего назначения для прокладки в них коммуникационных сетей, состоящие из панелей стен, плит днища и плит перекрытия со стыками на петлеобразных выпусках арматуры.

Монтаж коллекторов прямоугольного сечения ведут единым объектным потоком с разбивкой общего фронта работ на шесть захваток и со следующим распределением работ: рытье траншеи; устройство щебеночной и бетонной подготовки; выдерживание бетонной подготовки, завоз и раскладка сборных элементов; монтаж стеновых панелей и плит днища с замоноличиванием стыков; укладка плит покрытия (второй проходкой крана) с заделкой швов; выдерживание коллектора перед засыпкой; засыпка пазух и траншеи бульдозером. Выбор монтажного крана, как и в других случаях, производят по грузоподъемности, вылету крюка и высоте его подъема. Монтаж коллектора ведут комбинированным методом: сначала на бетонную подготовку укладывают плиты днища и устанавливают панели стен, а затем, после замоноличивания стыков, второй проходкой крана укладывают плиты покрытия. Плиты днища по оси коллектора укладывают на слой цементного раствора с соблюдением заданного уклона. После монтажа двух-трех плит на слой раствора устанавливают панели с выверкой их вертикального положения. После замоноличивания стыков между плитами днища и панелями, а также после приобретения стыками

необходимой прочности в коллектор укладывают трубопроводы. Второй проходкой крана укладывают плиты покрытия и замоноличивают их с панелями стен. Если укладку труб и устройство других коммуникаций производят после устройства коллектора, то трубы и другие материалы подают в коллекторы через люки и проемы, устраиваемые в покрытии. В заключение готовый коллектор покрывают слоем гидроизоляции и засыпают грунтом с использованием экскаватора с грейфером или бульдозера. Монтаж коллекторов из объемных блоков (рис.46, а) ведут поточным методом с разбивкой фронта работ на три захватки (рис.46, б). При том на первой устраивают подготовку щебеночного основания, на второй – бетонную подготовку и на третьей – монтаж блоков краном с использованием специального вилочного захвата. Продольные стыки в днище коллектора и стыки соединения плит покрытия со стеновыми панелями замоноличивают бетонной смесью после сварки закладных деталей и выпусков арматуры. Вертикальные стыки между панелями и горизонтальные в днище и перекрытии заделывают цементным раствором.

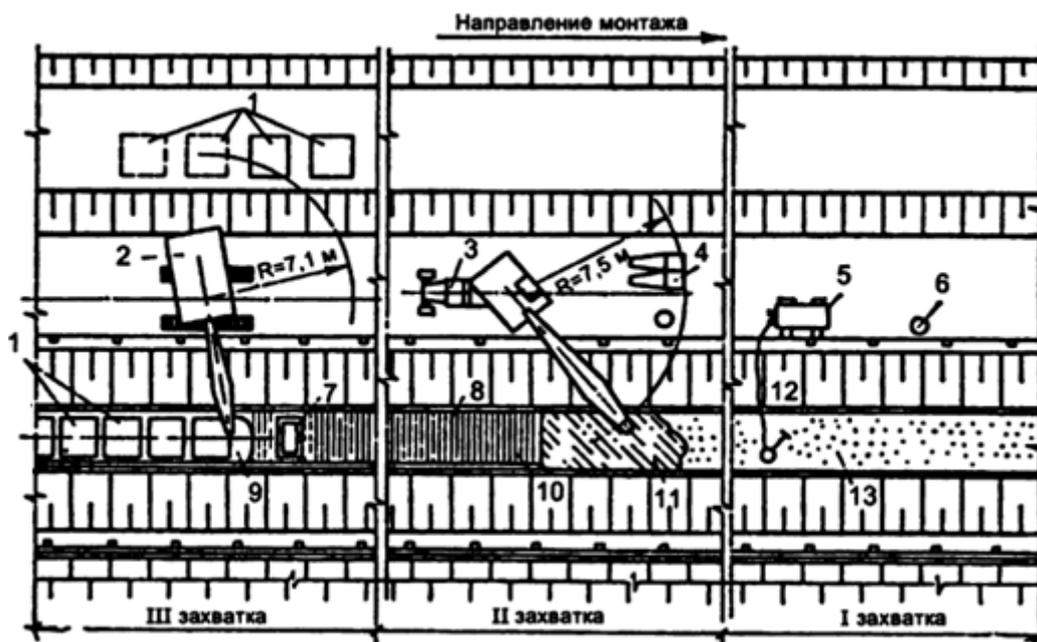


Рис.46. Монтаж коллекторов из объемных блоков:

- 1 – блоки тоннеля; 2 – гусеничный кран; 3 – автокран; 4 – бункеры для бетона; 5 – компрессор; 6 – емкость для воды; 7 – ящик с раствором; 8 – уплотненный слой бетона; 9 – цементный раствор; 10 – виброрейка; 11 – укладываемый слой бетона; 12 – пневмотрамбовка; 13 – слой щебня

Монтаж самотечных канализационных коллекторов ведут также из сборных железобетонных раструбных или фальцевых труб большого диаметра, так как возведение их прямоугольного сечения из плоских элементов (подобно проходным коллекторам) менее эффективно.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Техническое и тарифное нормирование. Проектно-сметная документация.
2. Работы подготовительного периода.
3. Создание геодезической разбивочной основы.
4. Рыхление грунтов. Отвод поверхностных и грунтовых вод.
5. Земляные сооружения, способы разработки, механизация работ.
6. Разработка выемок одно и многоковшовыми экскаваторами.
7. Основные монтажные процессы. Методы монтажа подземных конструкций.
8. Методы монтажа надземных конструкций.
9. Трубы. Основные сведения. Технология сварки стальных и пластиковых труб.
10. Технология открытой прокладки трубопроводов. Методы укладки по заданному направлению и уклону.
11. Совмещенная прокладка трубопроводов.
12. Прокладка трубопроводов в зимних условиях
13. Технология выполнения бестраншейной прокладки трубопроводов: метод прокола.
14. Технология выполнения бестраншейной прокладки трубопроводов: метод продавливания
15. Технология выполнения бестраншейной прокладки трубопроводов: метод горизонтального и направленного бурения
16. Технология выполнения бестраншейной прокладки трубопроводов: щитовой и штольневый метод
17. Состав и классификация сооружений ВВ.
18. Монтаж прямоугольных емкостных сооружений.
19. Монтаж круглых в плане сооружений.
20. Монтаж азротенков.
21. Монтаж блоков очистных сооружений.
22. Монтаж цилиндрических резервуаров.
23. Строительство насосных станций.
24. Строительство инженерных сетей ВВ.
25. Монтаж трубопроводов.
26. Гидравлические испытания напорных трубопроводов.
27. Сборные конструкции при строительстве систем водоснабжения и водоотведения
28. Гидравлические испытания безнапорных трубопроводов.
29. Опалубочные и арматурные работы.
30. Особенности возведения сооружений из монолитного бетона.
31. Сварка и замоноличивание стыков между сборными элементами сооружений. Гидравлические испытания.

32. Уплотнение бетонной смеси.

33. Технология устройства заглубленных сооружений способом «стена в грунте».

34. Монтаж коллекторов прямоугольного и круглого сечений.

35. Производство бетонных работ в неблагоприятных климатических условиях (методы ведения бетонных работ в зимних условиях).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов [Текст]: учебник / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лапидус. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2005.
2. Белецкий, Б.Ф. Технология строительного производства. [Текст]: учебник / Б.Ф. Белецкий. – 3-е изд. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 752 с. (сер. Строительство).
3. Белецкий, Б.Ф. Монтаж сборных конструкций очистных сооружений. [Текст]: учебник / Б.Ф. Белецкий. – М.: Стройиздат, 1975. – 222 с.
4. Теличенко, В.И. Технология возведения зданий и сооружений [Текст]: учебник для строительных вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапидус. Строительные технологии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 446 с.
5. Атаев, С.С. Технология строительного производства [Текст]: учебник для вузов / С.С. Атаев [и др.]. – М.: Стройиздат, 1984
6. Перешивкин, А.К. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации [Текст]: справочник строителя / А.К. Перешивкин [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.
7. Хазмин, С.К. Технология строительного производства. курсовое и дипломное проектирование [Текст]: учеб. пособие для строит. спец. вузов / С.К. Хазмин, А.К. Карасев. – М.: Бастет, 2009. – 216 с.
8. Изотов, В.С. Основы технологии строительных процессов [Текст]: учеб. пособие / В.С. Изотов, Л.С. Сабитов, Р.Х. Мухаметрахимов. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архит.-строит. ун-та, 2013. – 103 с.
9. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1, 2. Строительное производство [Текст]; введен с 01.01.2003 г. постановлением Госстроя России от 17.09.2002 № 123.
10. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции [Текст].
11. Комаров, А.С. Технология строительства систем и сооружений водоснабжения и водоотведения [Текст]: учеб. пособие / А.С. Комаров, О.А. Ружицкая. – М.: МГСУ, 2013. – 80с.
12. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 [Текст].
13. Схемы входного и операционного контроля строительного-монтажных работ [Чертежи] Ч. III. Наружные сети канализации и водоснабжения. – М.: ФГУП ЦУФС Минатома России, 2002.
14. СНиП 3.01.01-85*. Организация строительного производства [Текст].
15. ТСН 40-303-2003. Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелей проходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования [Текст]; зарегистрировано Госстроем России 04.03.2003.

16. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов [Текст]; утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 31.12.99 № 98.

17. ПБ 03-428-02. Правила безопасности при строительстве подземных сооружений [Текст]; утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 01.11.01 № 49.

18. СП 12-136-2002. Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ [Текст].

19. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, Основания и фундаменты [Текст].

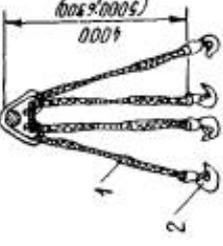
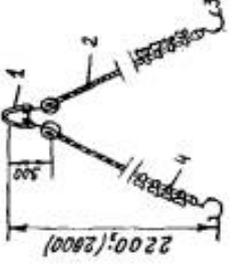
20. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия [Текст].

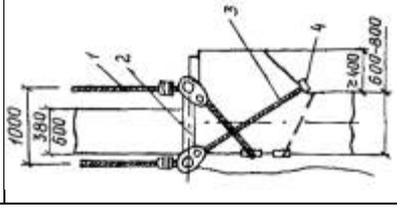
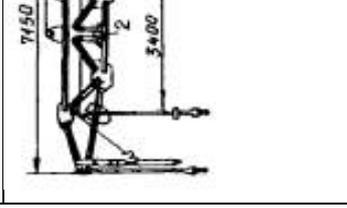
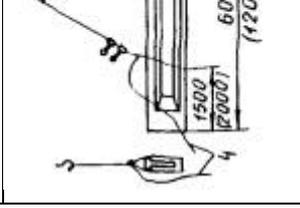
21. СНиП 3.05.04-85. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации [Текст].

Приложение 1

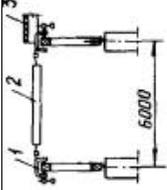
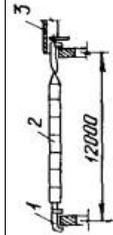
Грузоподъемные приспособления и машины

Технологическая оснастка и приспособления для монтажа сборных конструкций зданий

Эскиз	Наименование и назначение; организация-разработчик и шифр чертежа	Грузоподъемность, т	Масса, кг	Расчетная высота, мм
	2	3	4	5
	<p>Строп четырехветвевой 4СК-5/4000(5000: 6300) в комплекте: 1 – строп ВК-2/4000(5000: 6300); 2 – крюк К1-2.</p> <p>Разгрузка конструкций; монтаж плит покрытий, панелей стен и перегородок.</p> <p>ВНИПИ Промстальконструкция 29700-101; 29700-109</p>	5	37,1 40,7 45,1	4000 5000 6300
	<p>Строп двухветвевой 2СК-5/2200(2СК-2,5/2000) в комплекте: 1 – звено Рт1-5(2,50); 2 – строп ВК-4/3000(ВК-2/3000); 3 – крюк К1-4(К1-2); 4 – подкладка под канат.</p> <p>Разгрузка конструкций; монтаж панелей стен и перегородок</p> <p>ЦНИИОМТП 3484.00000</p>	5 2,5	32,5 13,5	2200 2000

1	2	3	4	5
	<p>Траверса Тр-12,5-0,4КС в комплекте: 1 – строп 2СТ-16/6300А; 2 – траверса; 3 – строп СRR18 3700(5000); 4 – подкладка под канат. Монтаж крайних колонн прямоугольного сечения массой до 12 т захватом за крановую консоль ВНИПИ Промстальконструкция. 29700-47, 29700-104, 29700-146, 29700-147</p>	<p>12,5</p>	<p>316... 328</p>	<p>1700</p>
	<p>Траверса универсальная в комплекте с автоматическими захватами: 1 – траверса; 2 – лебедка; 3 – захваты; 4 – стропы. Монтаж железобетонных подкрановых балок серии КЭ-01-50, длиной 6 и 12 м, массой до 12 т. ЦЭБстроймехавтоматика ЦНИИОМТП 105-3.00.000 1854.00.000</p>	<p>12</p>	<p>426... 880</p>	<p>3100</p>
	<p>Строп двухветвевой 2СТ-16/5000 в комплекте: 1 – строп 2СТ-16/5000; 2 – строп СКК-12,5/5000; 3 – пружинный замок Пр2,5; 4 – канат для расстроповки. Монтаж железобетонных подкрановых балок серии КЭ-01-50, длиной 6 и 12 м, массой до 12 т. ВНИПИ Промстальконструкция 29700-43, 29700-100, 29700-104, 29700-109</p>	<p>12</p>	<p>265,2</p>	<p>4300</p>

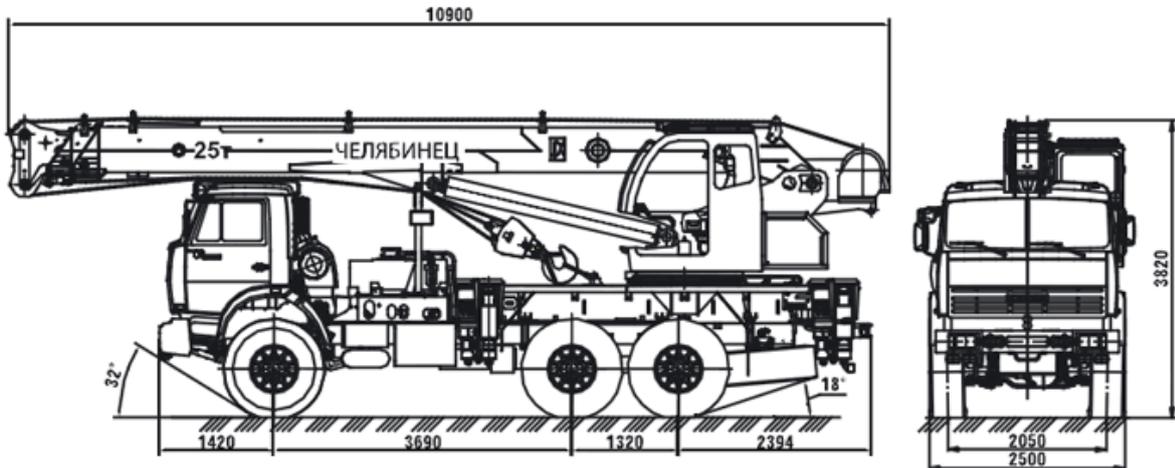
Продолжение прил. 1

1	2	3	4	5
	<p>Инвентарная распорка: 1 – струбцина; 2 – распорка; 3 – плита. Временное крепление стропильных ферм при шаге 6 м. ВНИПИ Промстальконструкция 4234Р-44</p>	-	63	-
	<p>Инвентарная распорка: 1 – струбцина; 2 – распорка; 3 – плита. Временное крепление стропильных ферм при шаге 12 м</p>	-	89	-

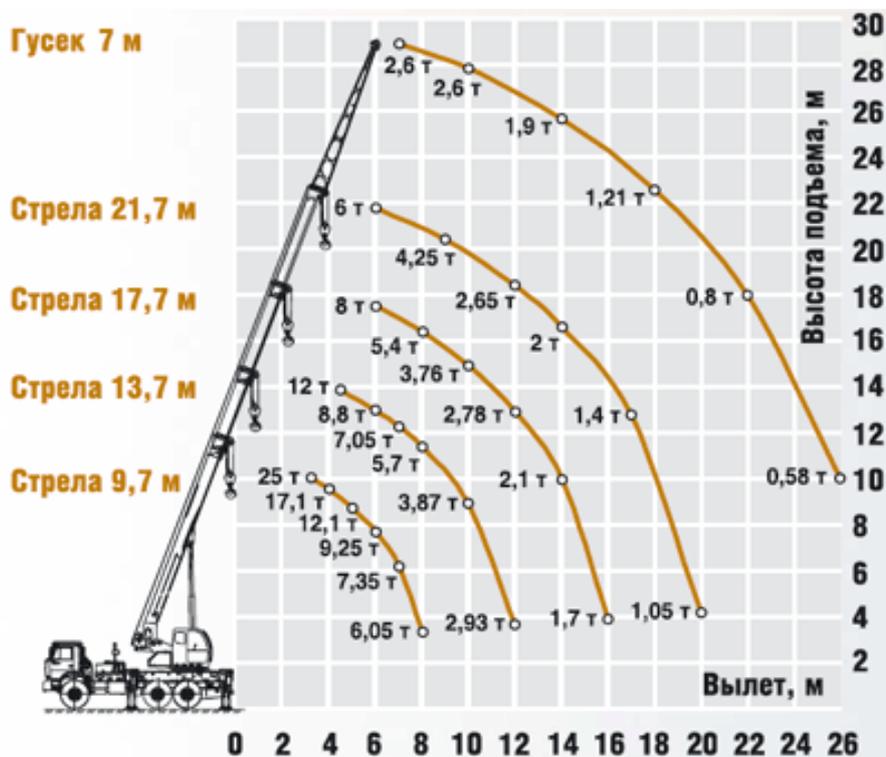
Грузоподъемные машины для монтажных
и погрузочно-разгрузочных работ

Автомобильные краны

Автокран КС-45721-24 (25 тонн)

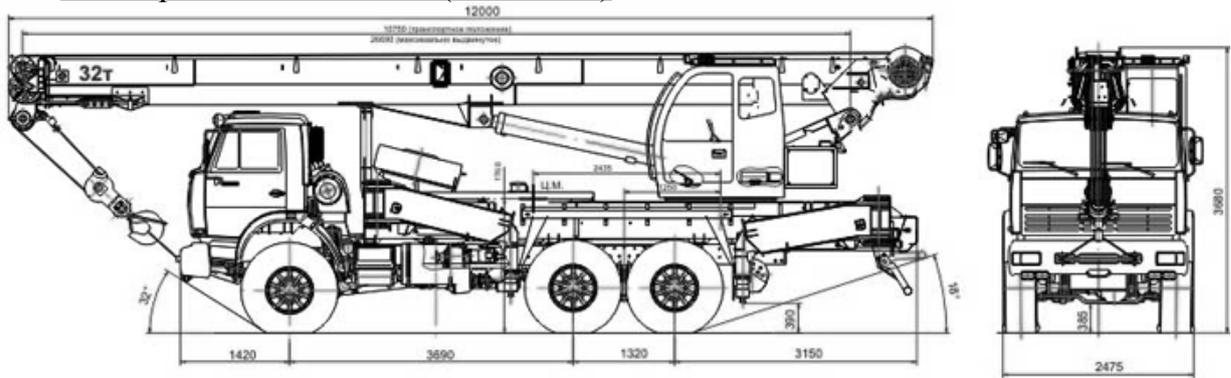


Автокран КС-45721-24 «ЧЕЛЯБИНЕЦ» – это обновленная в 2010 г. модель из серии автомобильных кранов грузоподъемностью 25 т на односкатном вездеходном шасси КАМАЗ-43118 (6х6, 225 л.с.) с 3х-секционной телескопической стрелой из гнутого профиля длиной 21,7 м, которая может удлиняться гуськом 7 м.

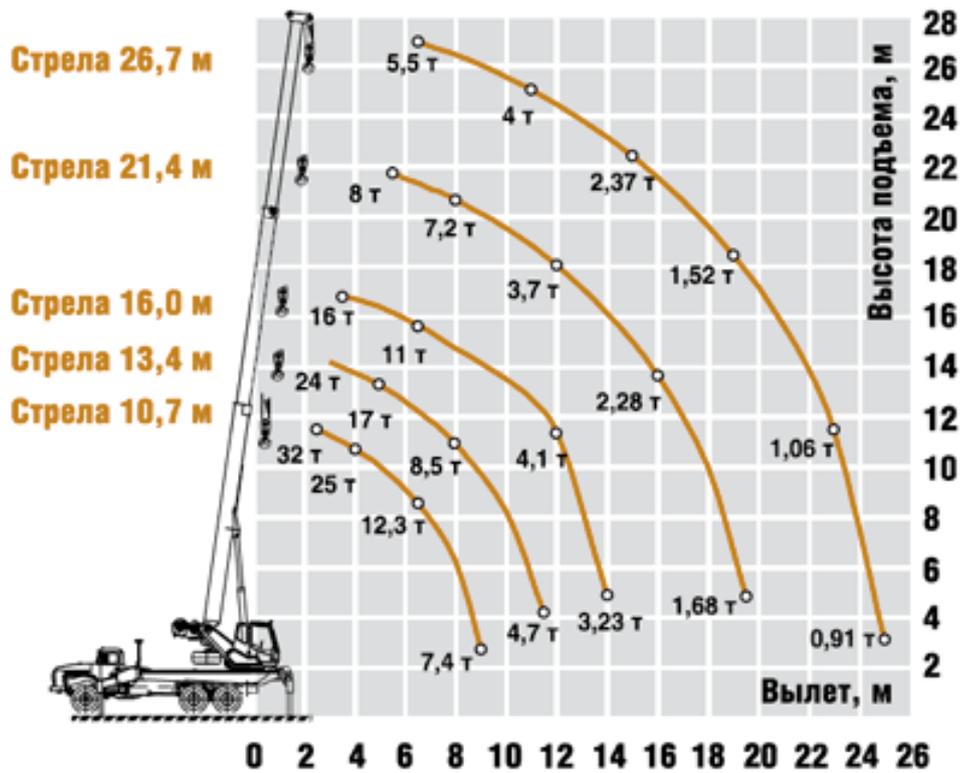


Грузовысотные характеристики автокрана КС-45721-24

Автокран КС-55733-24 (32 тонны)



Автокран КС-55733-24 «ЧЕЛЯБИНЕЦ» – это модель из обновленной серии автомобильных кранов грузоподъемностью 32 тонны на односкатном вездеходном шасси КАМАЗ-43118 (6х6, 225л.с.) с новой 3-секционной стрелой из гнутого профиля длиной 26,7м.

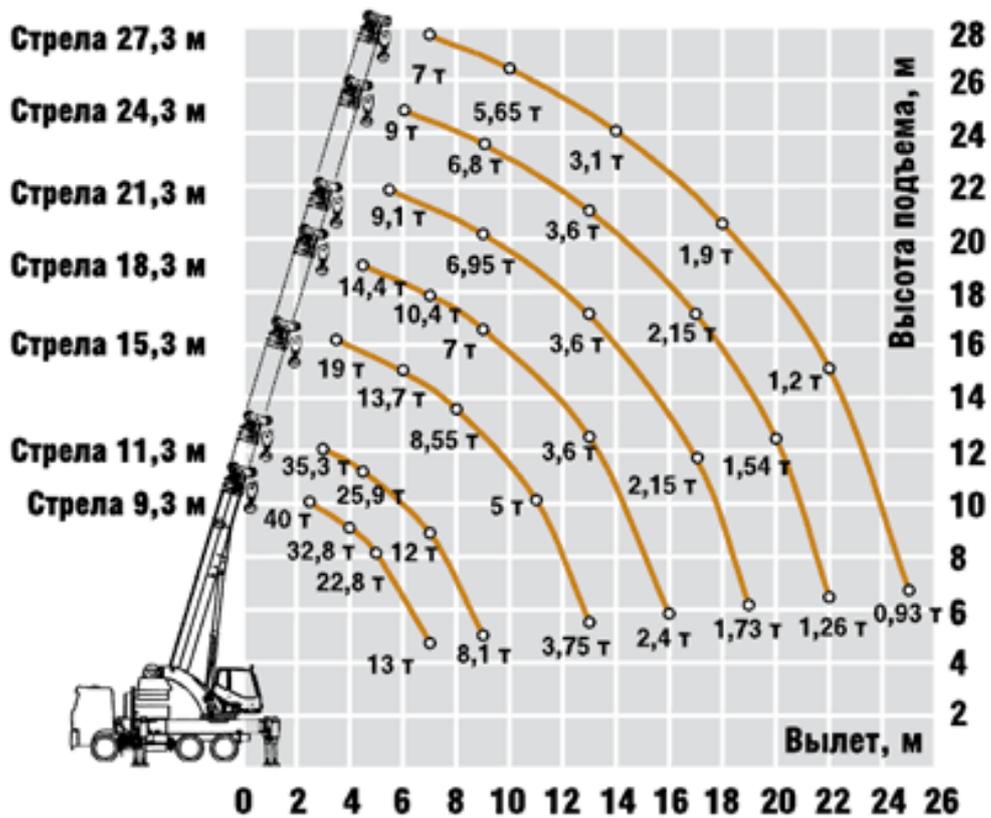


Грузовысотные характеристики автокрана КС-55733-24

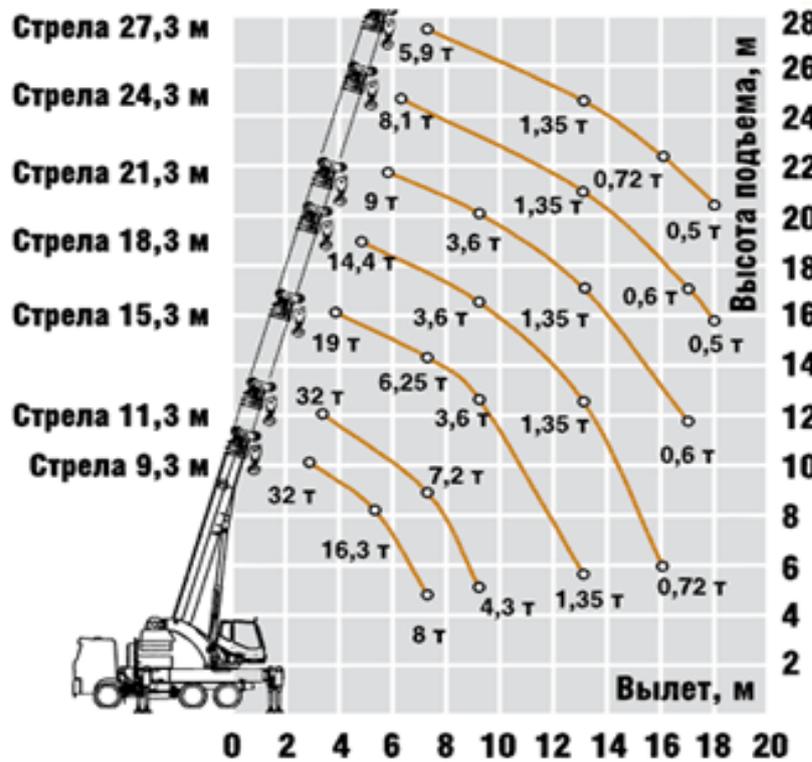
Автокран КС-65711-27 (40 тонн)



Автокран КС-65711-27 «ЧЕЛЯБИНЕЦ» – это модель из обновленной серии автомобильных кранов 2010 года грузоподъемностью 40 тонн на шасси КАМАЗ-6520 (6х4).



Грузовысотные характеристики автокрана КС-65711-27 (зона 240°)



Грузовысотные характеристики автокрана КС-65711-27 (зона 360°).

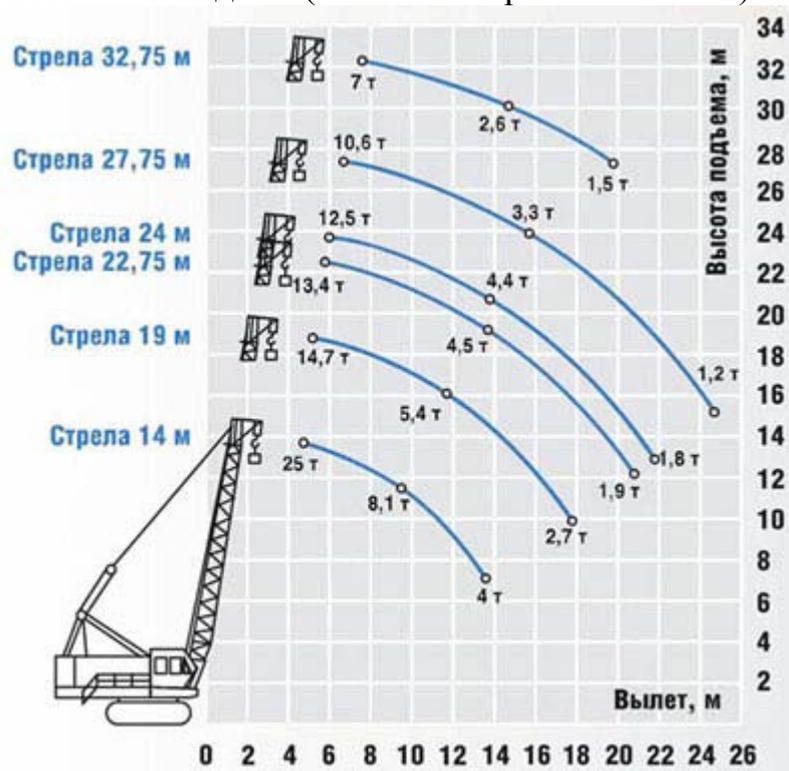
Гусеничные краны

Гусеничный кран ДЭК-251 (25 тонн)

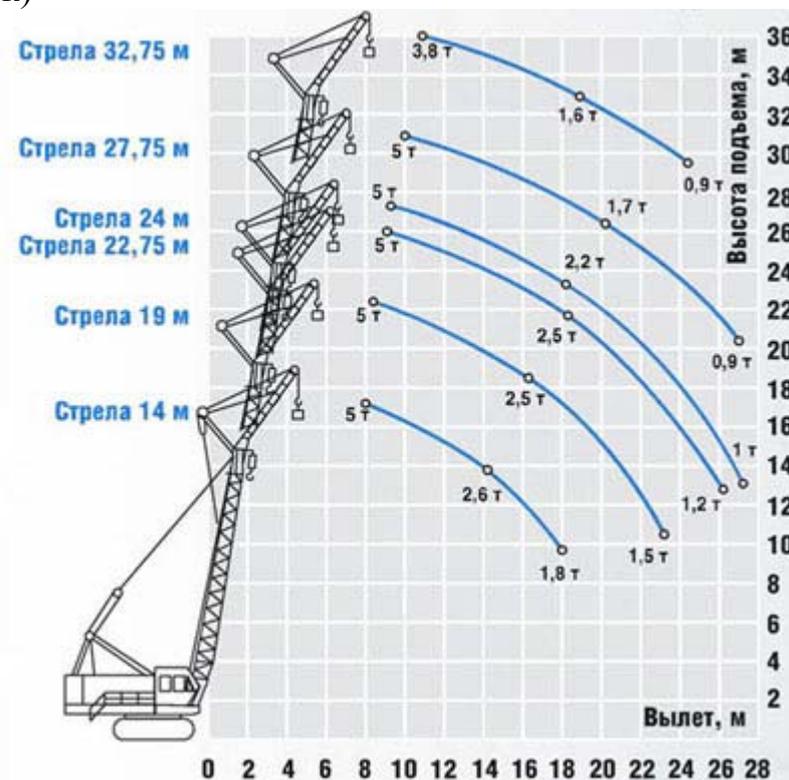


Макс. грузоподъемность:	25 тн
Макс. грузовой момент:	118,75 тн·м
Макс. высота подъема:	36 м
Макс. вылет:	27,2 м
Основная стрела:	14 м
Макс. длина стрелы:	32,75 м
– вставки	5 м; 8,75 м
– жесткий гусек	5 м
Встроенная электростанция:	60 кВт
Масса (с основной стрелой):	36,5 тн

Продолжение прил. 1
 ДЭК-251: основной подъем (основная стрела + вставки)



ДЭК-251: вспомогательный подъем (основная стрела + вставки + жесткий гусек)

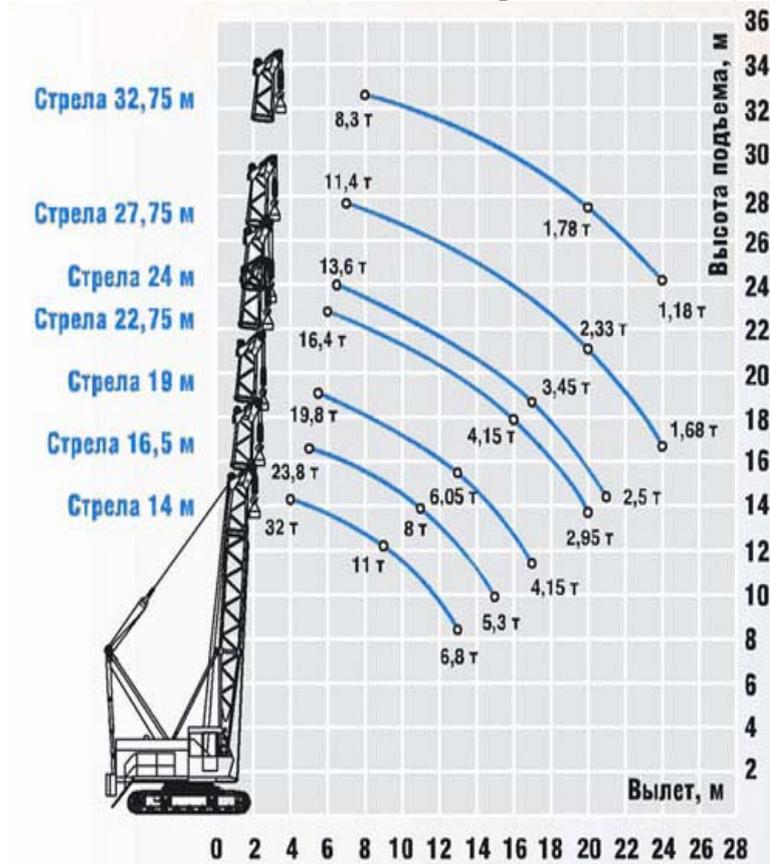


Гусеничный кран ДЭК-321 (32 тонны)



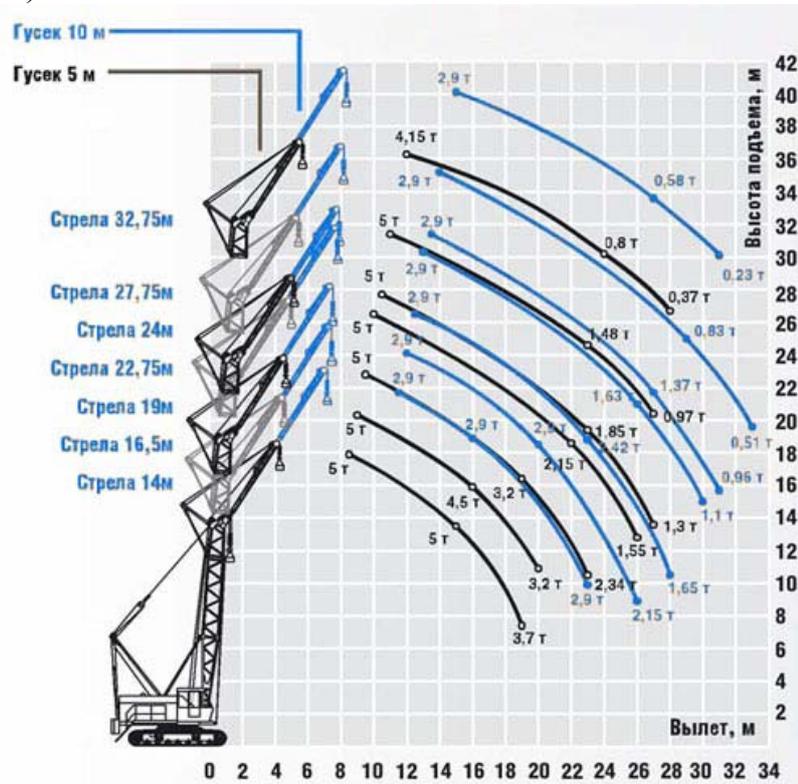
Макс. грузоподъемность:	32 тн
Макс. грузовой момент:	128 тн·м
Макс. высота подъема:	47,2 м
Макс. вылет:	33 м
Основная стрела:	14 м
Макс. длина стрелы:	32,75 м
– вставки:	5 м; 8,75 м
– жесткий гусек:	5 м; 10 м
– маневровый гусек:	15 м; 20 м
Масса (с основной стрелой):	45 тн

ДЭК-321: основной подъем (основная стрела + вставки)

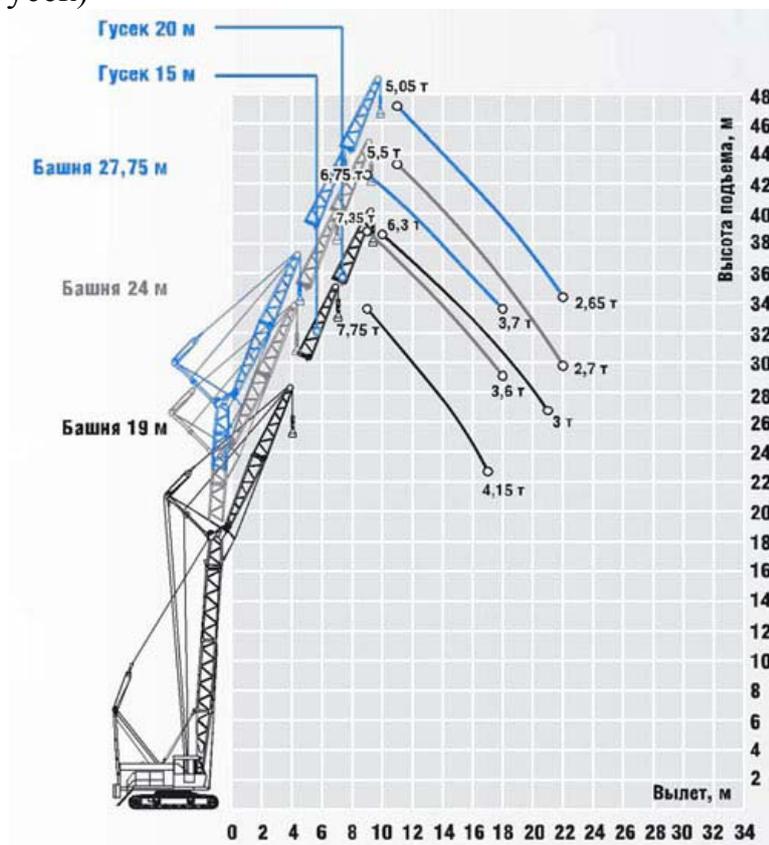


Продолжение прил. 1

ДЭК-321: вспомогательный подъем (основная стрела + вставки + жесткий гусек)



ДЭК-321: башенно-стреловое исполнение (основная стрела + вставки + маневровый гусек)

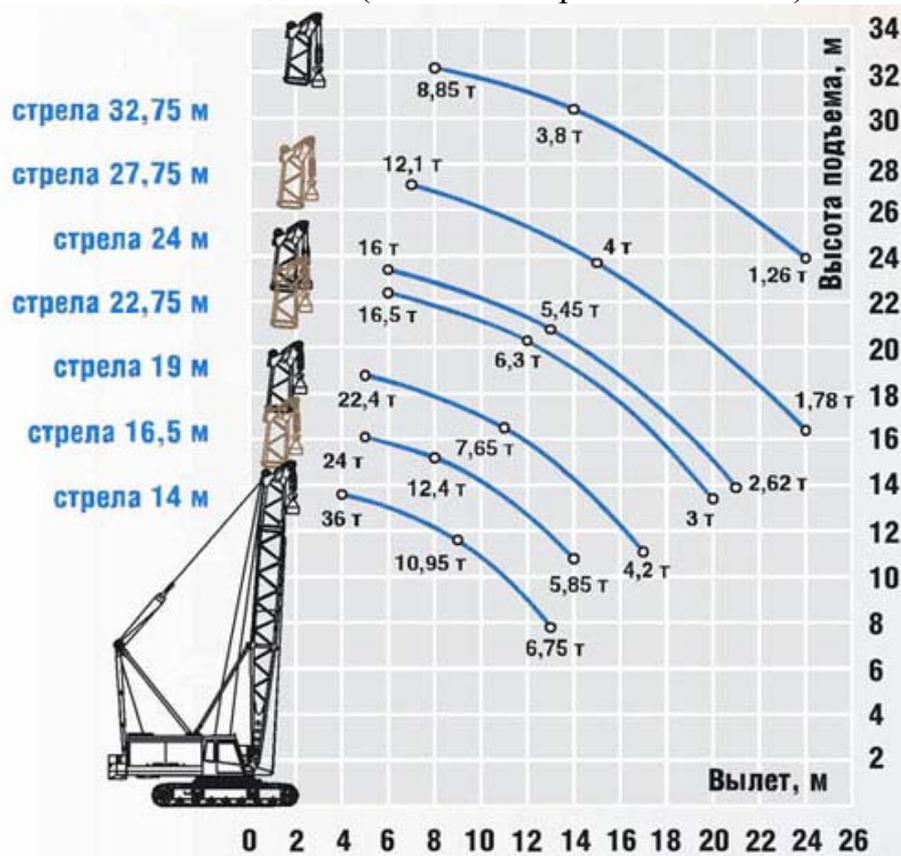


Гусеничный кран ДЭК-361 (36 тонн)



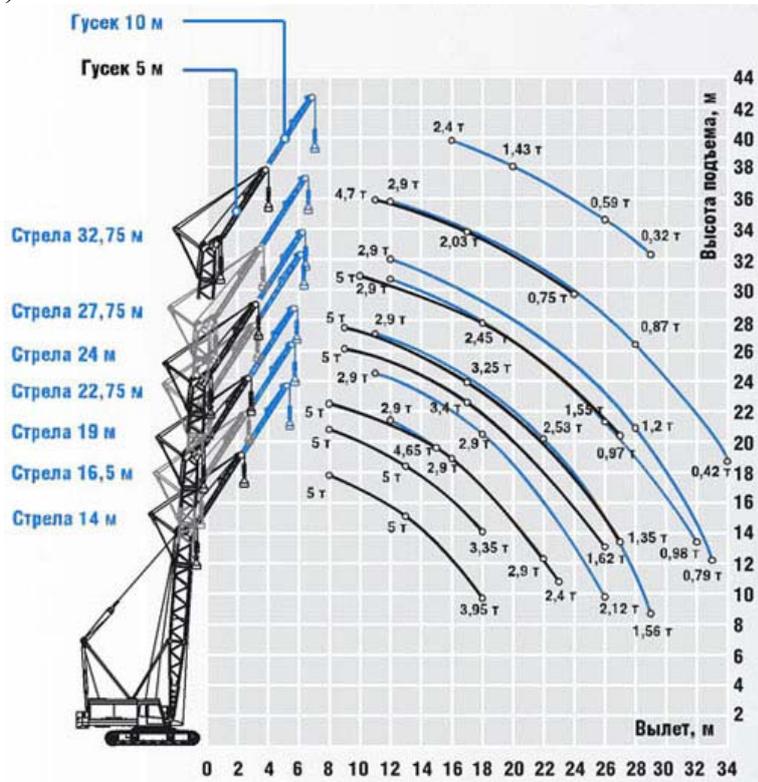
Макс. грузоподъемность:	36 тн
Макс. грузовой момент:	144 тн·м
Макс. высота подъема:	45,9 м
Макс. вылет:	34 м
Основная стрела:	14 м
Макс. длина стрелы:	32,75 м
– вставки:	5 м; 8,75 м
– жесткий гусек:	5 м; 10 м
– маневровый гусек:	15 м; 20 м
Масса (с основной стрелой):	42 тн

ДЭК-361: основной подъем (основная стрела + вставки)

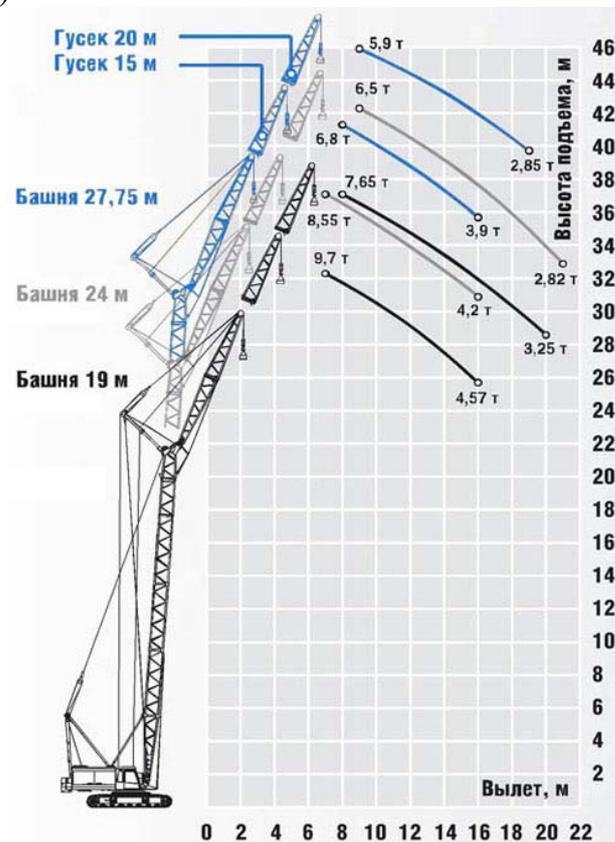


Продолжение прил. 1

ДЭК-361: вспомогательный подъем (основная стрела + вставки + жесткий гусек)



ДЭК-361: башенно-стреловое исполнение (основная стрела + вставки + маневровый гусек)

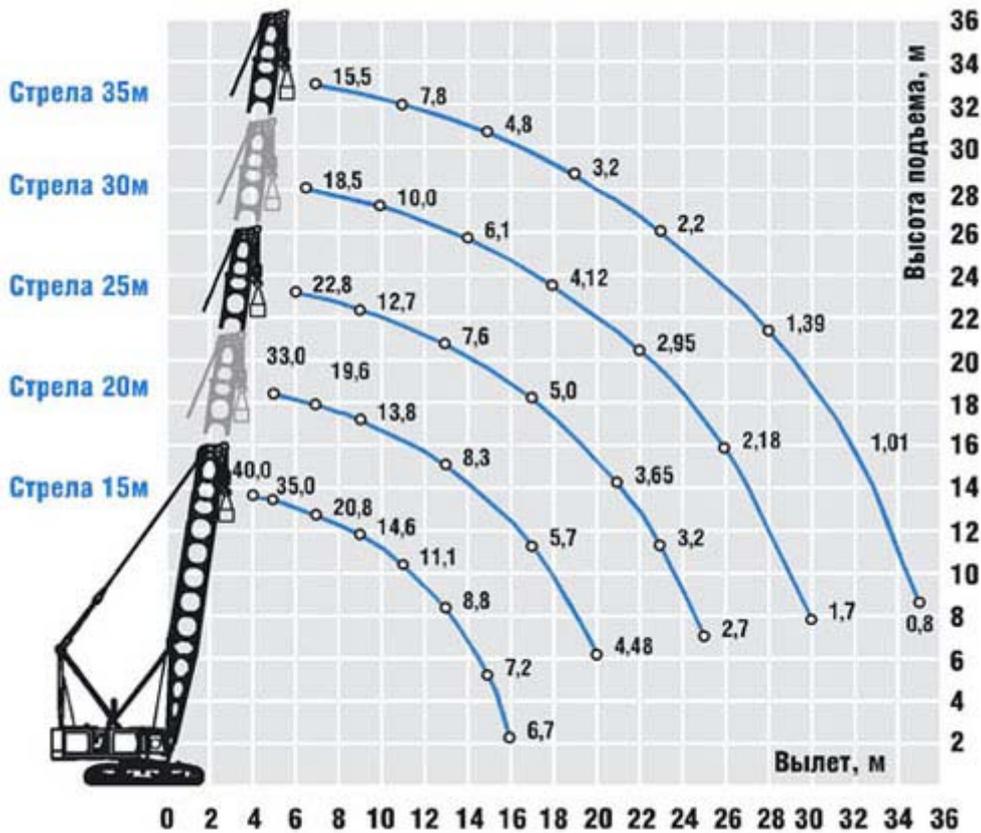


Гусеничный кран ДЭК-401 (40 тонн)



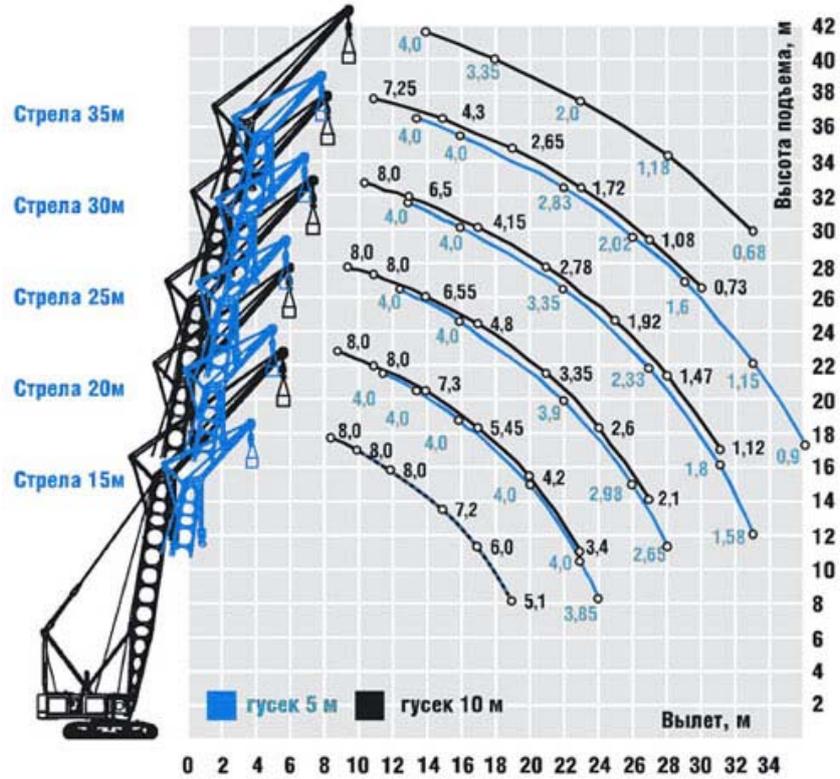
Макс. грузоподъемность:	40 тн
Макс. грузовой момент:	182 тн·м
Макс. высота подъема:	48,4 м
Макс. вылет:	36 м
Основная стрела:	15 м
Макс. длина стрелы:	35 м
– вставки:	5 м
– жесткий гусек:	5 м; 10 м
– маневровый гусек:	15 м; 20 м
Масса (с основной стрелой):	55 тн

ДЭК-401: основной подъем (основная стрела + вставки)

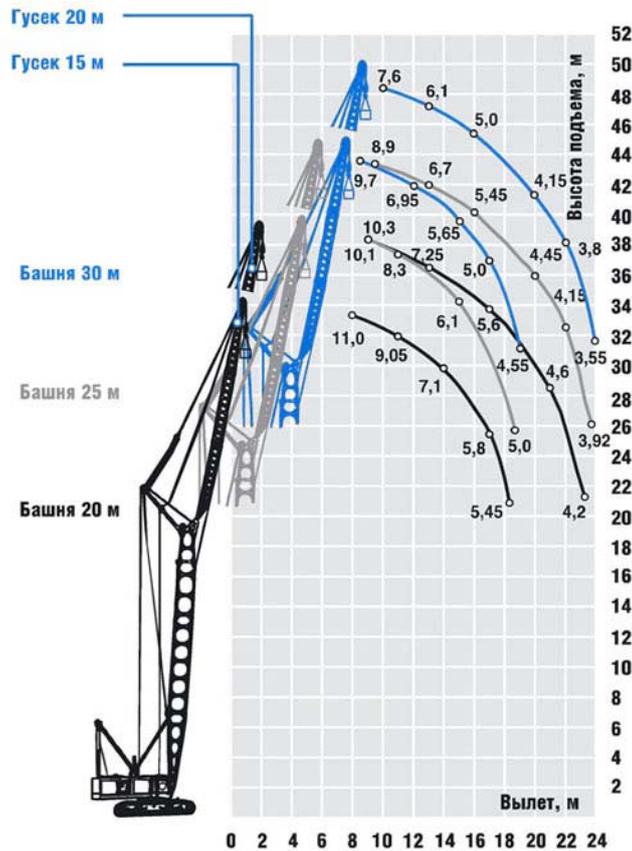


Продолжение прил. 1

ДЭК-401: вспомогательный подъем (основная стрела + вставки + жесткий гусек)



ДЭК-401: башенно-стреловое исполнение (основная стрела + вставки + маневровый гусек)

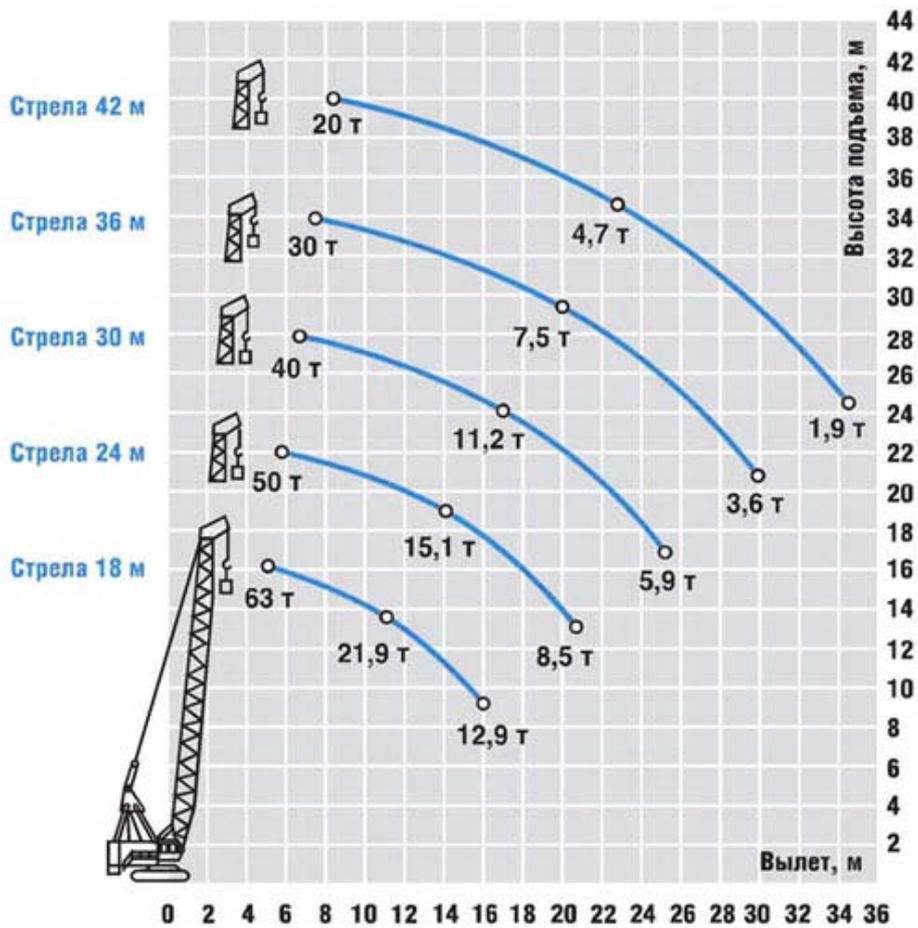


Гусеничный кран ДЭК-631 А (63 тонны)



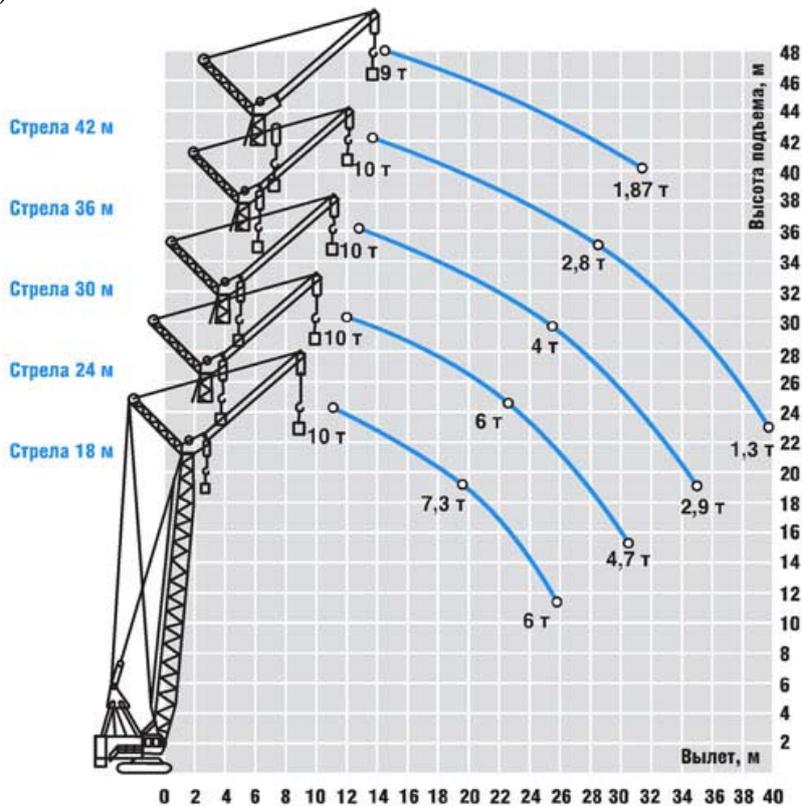
Макс. грузоподъемность:	63 тн
Макс. грузовой момент:	321,3 тн·м
Макс. высота подъема:	71,2 м
Макс. вылет:	39,7 м
Основная стрела:	18 м
Макс. длина стрелы:	42 м
– вставки:	6 м; 12 м
– жесткий гусек:	10 м
– маневровый гусек:	15,25 м .. 37,75 м
Масса (с основной стрелой):	83,5 тн

ДЭК-631 А: основной подъем (основная стрела + вставки)



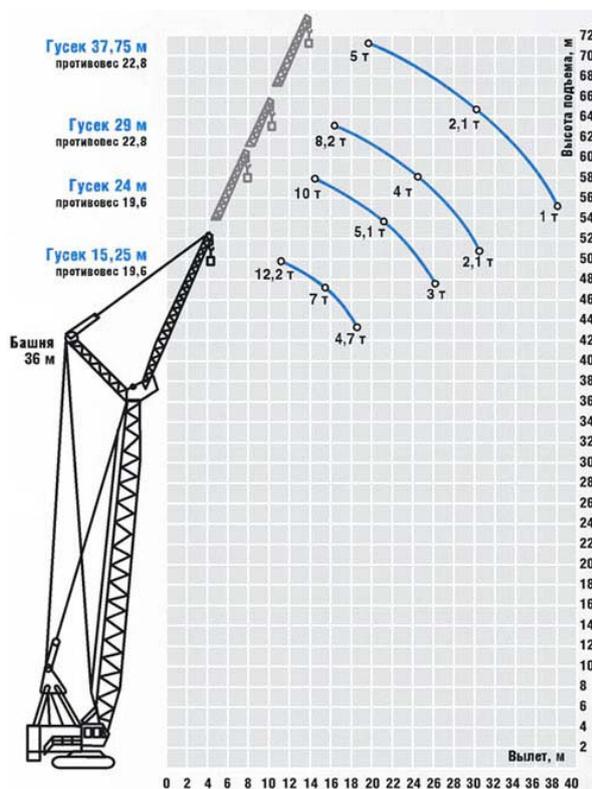
Окончание прил. 1

ДЭК-631А: вспомогательный подъем (основная стрела + вставки + жесткий гусек)



Кран ДЭК-631 А эффективно применяется в промышленном и инфраструктурном строительстве крупномасштабных объектов, при монтаже тяжеловесных крупногабаритных конструкций и оборудования, а также для обслуживания складских и логистических комплексов.

ДЭК-631 А: башенно-стреловое исполнение (основная стрела + вставки + маневровый гусек)



Приложение 2

Операционный контроль качества монтажных работ Монтаж железобетонных колонн одноэтажных зданий

Т а б л и ц а 1

Состав операций и средства контроля

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль (метод, объем)	Документация
1	2	3	4
Подготовительные работы	Проверить: — наличие документа о качестве; — качество поверхностей, точность геометрических параметров, внешний вид колонн; — очистку опорных поверхностей колонн и фундамента от мусора, грязи, снега и наледи; — наличие акта освидетельствования ранее выполненных скрытых работ; — наличие разметки, определяющей проектное положение колонн в стаканах фундаментов	Визуальный Визуальный, измерительный, каждый элемент Визуальный То же Технический осмотр, измерительный, каждый элемент	Паспорта (сертификаты), общий журнал работ, акт освидетельствования (приемки) ранее выполненных работ
Монтаж колонн	Контролировать: — установку колонн в проектное положение (отклонение от совмещения рисков геометрических осей в нижнем и верхнем сечениях установленных колонн с рисками разбивочных осей, разность отметок верха колонн); — надежность временного крепления; — качество бетонных работ при замоноличивании колонн	Измерительный, каждый элемент Технический осмотр Визуальный, лабораторный	Общий журнал работ
Приемка выполненных работ	Проверить: — фактическое положение смонтированных колонн; — соответствие крепления колонн проектным	Измерительный, каждый элемент Визуальный, технический осмотр	Акт освидетельствования скрытых работ, исполнительная геодезическая схема, акт приемки выполненных работ
Контрольно-измерительный инструмент: отвес, рулетка металлическая, линейка металлическая, нивелир, теодолит.			
Операционный контроль осуществляют: мастер (прораб), геодезист – в процессе работ. Приемочный контроль осуществляют: работники службы качества, мастер (прораб), представители технадзора заказчика.			

Технические требования
СНиП 3.03.01-87 пп. 3.7, 3.16, табл. 12

Предельные отклонения:

– от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении колонн с установочными ориентирами (рисками разбивочных осей) – 8 мм;

8 мм		20 мм
		25 мм
		30 мм
		40 мм
		14 мм
		16 мм
		20 мм
		24 мм

- осей колонн в верхнем сечении от вертикали при длине колонн, м:
 - до 4 – 20 мм;
 - св. 4 до 8 – 25 мм;
 - св. 8 до 16 – 30 мм;
 - св. 16 до 25 – 40 мм;
- разности отметок верха колонн или их опорных площадок при длине колонн, м:
 - до 4 – 14 мм;
 - св. 4 до 8 – 16 мм;
 - св. 8 до 16 – 20 мм;
 - св. 16 до 25 – 24 мм.

Не допускается:

Применение не предусмотренных проектом прокладок в стыках колонн для выравнивания высотных отметок и приведения их в вертикальное положение без согласования с проектной организацией.

Требования к качеству применяемых материалов

ГОСТ 25628–90. Колонны железобетонные для одноэтажных производственных зданий. Общие технические условия.

Значения действительных геометрических параметров колонн не должны превышать предельных, указанных в табл.2.

Виды контролируемых параметров и их предельные отклонения

Вид отклонения геометрического параметра	Геометрический параметр	Предельные отклонения, мм
Отклонение от номинального линейного размера	Длина колонн, расстояние от нижнего торца колонны до опорной плоскости консоли, расстояние между опорными плоскостями консолей при минимальном размере, мм:	
	до 4000	±5
	св. 4000 до 8000	±6
Отклонение от проектного положения закладных изделий	в плоскости колонны	10
	из плоскости колонны	3
Отклонение от прямолинейности	Профиль лицевой поверхности колонны длиной, мм:	
	до 4000	8
	св. 4000 до 8000	10
Отклонение от перпендикулярности	св. 8000	12
	Сечение колонны, мм до 400 × 400	5

Поставленные на монтаж колонны не должны иметь:

- жировых и ржавых пятен на лицевых поверхностях колонн;
- трещин на внешней поверхности колонн, за исключением местных поверхностных усадочных, ширина которых не должна превышать 0,1 мм;
- наплывов бетона на открытых поверхностях стальных закладных изделий, выпусках арматуры и монтажных петель.

Указания по производству работ

СНиП 3.03.01-87 пп. 3.12, 3.13, 3.16, 3.17

Монтаж колонн разрешается производить только после приемки опорных элементов, включающей геодезическую проверку соответствия их планового и высотного положения проектному с составлением исполнительной схемы.

Проектное положение колонн следует выверять по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

Низ колонн следует выверять, совмещая риски, обозначающие их геометрические оси в нижнем сечении, с рисками разбивочных осей на стаканах фундаментов.

Верх колонн одноэтажных зданий следует выверять, совмещая их геометрические оси в верхнем сечении с геометрическими осями в нижнем сечении.

Продолжение прил. 2

Ориентиры для выверки верха и низа колонн должны быть указаны в ПНР.

Способ опирания колонн на дно стакана должен обеспечивать закрепление низа колонны от горизонтального перемещения на период до замоноличивания узла.

При монтаже колонн должно осуществляться постоянное геодезическое обеспечение точности их установки с определением фактического положения монтируемых колонн. Результаты геодезического контроля должны оформляться исполнительной схемой.

Монтаж железобетонных балок, ферм

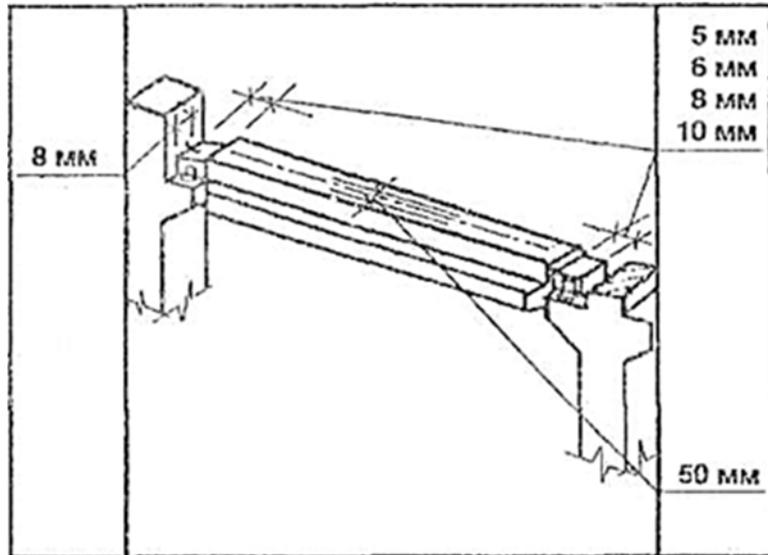
Т а б л и ц а 3

Состав операций и средства контроля

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль (метод, объем)	Документация
Подготовительные работы	Проверить: — наличие документа о качестве; — качество поверхностей, точность геометрических параметров, внешний вид плит; — очистку опорных поверхностей конструкций от мусора, грязи, снега и наледи; — наличие акта освидетельствования ранее выполненных работ; — наличие разметки, определяющей проектное положение конструкций на опорах	Визуальный Визуальный, измерительный, каждый элемент Визуальный То же Измерительный, каждый элемент	Паспорта (сертификаты), общий журнал работ, акт освидетельствования (приемки) ранее выполненных работ
Монтаж плит перекрытий	Контролировать: — установку конструкций в проектное положение (предельное отклонение в размерах площадок опирания конструкций, отклонения от совмещения рисок продольных осей); — надежность временного крепления; — качество стыков	Измерительный, каждый элемент Технический осмотр, лабораторный То же	Общий журнал работ
Приемка выполненных работ	Проверить: — фактическое положение смонтированных конструкций; — соответствие закрепления конструкции проектным.	Измерительный, каждый элемент Технический осмотр, измерительный	Исполнительная геодезическая схема, акт приемки выполненных работ
Контрольно-измерительный инструмент: рулетка, линейка металлическая, нивелир.			
Операционный контроль осуществляют: мастер (прораб), геодезист – в процессе работ. Приемочный контроль осуществляют: работники службы качества, мастер (прораб), представители технадзора заказчика.			

Технические требования

СНиП 3.03.01-87 пп. 3.7, 3.22, табл. 12



Предельные отклонения:

– от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении установленных элементов с установочными ориентирами – 8 мм;

– от совмещения ориентиров в верхнем сечении установленных элементов с установочными ориентирами при высоте элемента на опоре, м:

- до 1–6 мм;
- св. 1 до 1,6–8 мм;
- св. 1,6 до 2,5–10 мм;
- св. 2,5–12 мм;

– от симметричности (половина разности глубины опирания концов элемента) в направлении перекрываемого пролета при длине элемента, м:

- до 4–5 мм;
- св. 4 до 8–6 мм;
- св. 8 до 16–8 мм;
- св. 16 до 25–10 мм;

– в расстоянии между осями верхних поясов ферм и балок в середине пролета – 60 мм.

Не допускается:

– применение не предусмотренных проектом подкладок для выравнивания монтируемых элементов по отметкам без согласования с проектной организацией.

Продолжение прил. 2

Требования к качеству применяемых материалов

ГОСТ 20213–89. Фермы железобетонные. Технические условия. ГОСТ 18980–90. Ригели железобетонные для многоэтажных зданий. Технические условия.

ГОСТ 24893.0–81*. Балки обвязочные железобетонные для зданий промышленных предприятий. Технические условия.

Значения действительных отклонений геометрических параметров ригелей не должны превышать предельных, мм, указанных в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Виды контролируемых параметров и их предельные отклонения

Вид отклонения геометрического параметра	Геометрический параметр	Предельные отклонения
Отклонение от номинального линейного размера	Длина ригеля, балки: от 2500 до 4000 мм; от 4000 до 8000 мм; свыше 8000 мм	±5 ±6 ±8
	Размер поперечного сечения ригеля и размеры вырезов и выступов	±5
Отклонение от проектного положения закладных изделий	В плоскости поверхности: опорные закладные изделия; прочие изделия	5 10
	Из плоскости поверхности	3
Отклонение от прямолинейности	Профиль лицевой поверхности ригеля, балки длиной: от 2500 до 4000 мм; от 4000 до 8000 мм; свыше 8000 мм	8
		10
		12

Категория бетонной поверхности должна указываться в заказе на изготовление конструкций.

Требования к поверхности конструкций приведены в таблице.

Характеристика бетонной поверхности	Категория	Диаметр раковин, мм	Высота (глубина) наплыва (впадин)	Глубина сколов, мм	Длина сколов на 1 м ребра
Предназначенная под окраску, выходящая внутрь жилых и общественных зданий	A2	1	1	5	50
То же, выходящая внутрь производственных и вспомогательных зданий	A3	4	2	5	50
Лицевые неотделываемые Нелицевые, невидимые в условиях эксплуатации	A6	15	5	10	100
	A7	20	-	20	-

Поставленные на монтаж конструкции не должны иметь;

- жировых и ржавых пятен на лицевых поверхностях ригелей;
- трещин на внешней поверхности ригелей, за исключением местных поверхностных усадочных, ширина которых не должна превышать 0,1 мм;
- наплывов бетона на открытых поверхностях стальных закладных изделий, выпусках арматуры и монтажных петлях.

**Указания по производству работ
СНиП 3.03.01-87 пп. 3.18-3.20, 3.24**

Монтаж ригелей, балок, ферм разрешается производить только после проектного закрепления колонн и достижения бетоном замоноличенных стыков прочности, указанной в ППР, а также после приемки опорных элементов, включающей геодезическую проверку соответствия их планового и высотного положения проектному с составлением исполнительной схемы.

Перед подъемом каждой конструкции необходимо проверить соответствие их проектной марке, отсутствие на опорных поверхностях колонн и ригелей мусора, грязи, снега и наледи, наличие ориентирных рисок, определяющих проектное положение конструкций на опорах.

Укладку конструкций в направлении перекрываемого пролета надлежит выполнять с соблюдением установленных проектом размеров глубины опирания их на опорные конструкции или зазоров между сопрягаемыми элементами.

Установку конструкций в поперечном направлении перекрываемого пролета следует выверять, совмещая риски продольных осей устанавливаемых элементов с рисками осей колонн или рисками разбивочных осей.

Ригели, фермы, строительные балки следует укладывать насухо на опорные поверхности несущих конструкций.

Установку ферм и строительных балок в вертикальной плоскости следует выполнять путем выверки их геометрических осей на опорах относительно вертикали.

При монтаже должен осуществляться постоянный геодезический контроль, результаты контроля должны оформляться геодезической исполнительной схемой.

Продолжение прил. 2

Монтаж плит покрытий и перекрытий

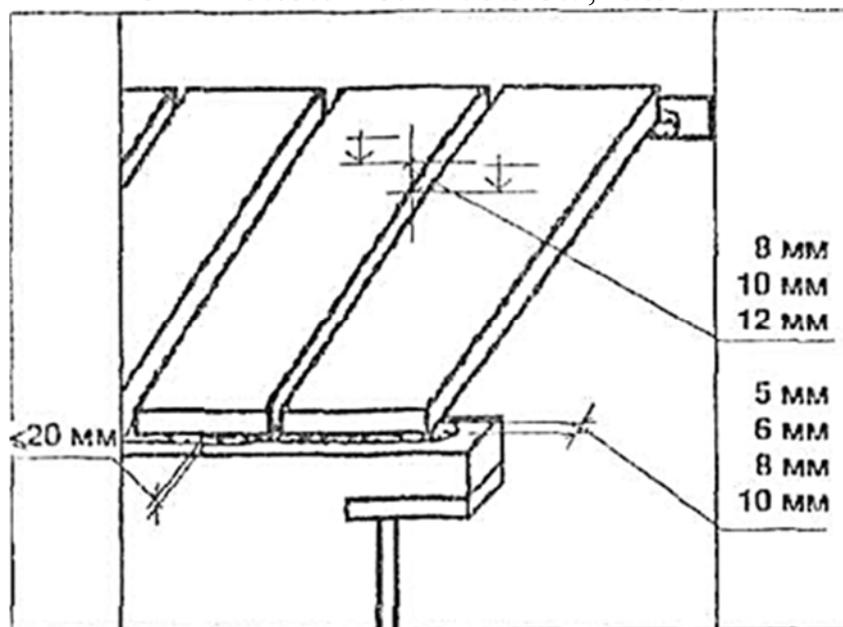
Т а б л и ц а 5

Состав операций и средства контроля

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль (метод, объем)	Документация
Подготовительные работы	Проверить: — наличие документа о качестве; — качество поверхности, точность геометрических параметров, внешний вид плит; — очистку опорных поверхностей ранее смонтированных конструкций (ригелей, диафрагм жесткости, опорных столиков колонн) и монтируемых плит от мусора, грязи, снега и наледи; — наличие акта освидетельствования (приемки) ранее выполненных работ; — наличие разметки, определяющей проектное положение плит на опорах.	Визуальный Визуальный, измерительный, каждый элемент Визуальный То же Измерительный	Паспорта (сертификаты), общий журнал работ, акт освидетельствования (приемки) ранее выполненных работ
Монтаж плит перекрытий	Контролировать: — установку плит в проектное положение (отклонение от симметричности глубины опирания плит в направлении перекрываемого пролета, разность отметок лицевых поверхностей двух смежных плит); — глубину опирания плит; — толщину слоя раствора под плитами.	Измерительный, каждый элемент То же То же	Общий журнал работ
Приемка выполненных работ	Проверить: — фактическое положение смонтированных плит (отклонение от разметки, определяющей проектное положение плит на опорах, разность отметок лицевых поверхностей смежных плит, глубину опирания плит); — внешний вид лицевых поверхностей.	Измерительный каждый элемент Визуальный	Акт освидетельствования (приемки) выполненных работ, исполнительная геодезическая схема
Контрольно-измерительный инструмент: рулетка, линейка металлическая, нивелир.			
Операционный контроль осуществляют: мастер (прораб), геодезист – в процессе работ. Приемочный контроль осуществляют: работники службы качества, мастер (прораб), представители технадзора заказчика.			

Технические требования

СНиП 3.03.01–87 пп. 3.5-3.7, табл. 12



Предельные отклонения:

- разности отметок лицевых поверхностей двух смежных неперднапряженных панелей (плит) перекрытий в шве при длине плит, м:
 - до 4–8 мм;
 - св. 4 до 8–10 мм;
 - св. 8 до 16–12 мм;
- от симметричности (половина разности глубины опирания концов элемента) при установке плит в направлении перекрываемого пролета при длине элемента, м:
 - св. 4 до 8–6 мм;
 - св. 8 до 16–8 мм;
 - св. 16 до 25–10 мм.

Толщина слоя раствора под плитами перекрытий должна быть не более 20 мм.

Марка раствора – по проекту, подвижность – 5–7 см.

Поверхности смежных плит перекрытий вдоль шва со стороны потолка должны быть совмещены.

Глубина опирания плит – по проекту.

Не допускается:

- применение не предусмотренных проектом подкладок для выравнивания укладываемых элементов по отметкам без согласования с проектной организацией;
- применение раствора, процесс схватывания которого уже начался, а также восстановление его пластичности путем добавления воды.

Требования к качеству применяемых материалов

ГОСТ 9561–91. Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для перекрытий зданий и сооружений. Технические условия. ГОСТ 12.767–94. Плиты перекрытий железобетонные сплошные для крупнопанельных зданий. Общие технические условия.

Отклонения от номинальных размеров плит, указанных в рабочих чертежах, не должны превышать следующих значений:

- по длине плит:
 - до 4 м – ± 8 мм;
 - св. 4 до 8 м – ± 10 мм;
 - св. 8 м – ± 12 мм;
- по толщине плит – ± 5 мм;
- по ширине плит:
 - до 2,5 м – ± 6 мм;
 - св. 2,5 м – ± 8 мм.

Неплоскостность нижней поверхности плиты не должна превышать для плит длиной:

- до 8 м – 8 мм;
- св. 8 м – 13 мм.

Отклонения от номинального положения стальных закладных изделий не должны превышать:

- в плоскости плиты – 10 мм;
- из плоскости плиты – 5 мм.

Качество поверхностей и внешний вид плит в зависимости от установленной категории поверхностей должны отвечать требованиям, приведенным в таблице.

Характеристика бетонной поверхности	Категория	Диаметр раковин, мм	Высота (глубина) наплыва (впадин), мм	Глубина сколов, мм	Длина сколов в мм на 1 м ребра
Нижняя, потолочная	A2	1	1	5	50
Верхняя, под линолеум	A4	10	1	5	50
Боковая	A7	20	...	20	--

Указания по производству работ

СНиП 3.03.01-87 пп. 3.18-3.21

Монтаж плит перекрытий разрешается производить только после проектного закрепления колонн, ригелей и диафрагм жесткости и достижения бетоном монолитичности стыков прочности, указанной в ППР, а также после приемки опорных элементов, включающей геодезическую проверку соответствия их планового и высотного положения проекту с составлением исполнительной схемы.

Продолжение прил. 2

Перед подъемом каждой плиты необходимо проверить соответствие ее проектной марке, очистить опорные поверхности плиты, колонн, ригелей и диафрагм жесткости от мусора, грязи, снега и наледи.

В первую очередь должны устанавливаться и закрепляться с помощью сварки межколонные (связевые) плиты, а затем рядовые плиты.

Укладку плит в направлении перекрываемого пролета надлежит выполнять с соблюдением установленных проектом размеров глубины опирания их на опорные конструкции или зазоров между сопрягаемыми элементами. Установку плит в поперечном направлении перекрываемого пролета следует выполнять по разметке, определяющей их проектное положение.

Плиты перекрытий по фермам (балкам) укладывают насухо на опорные поверхности несущих конструкций.

Плиты перекрытий необходимо укладывать на слой раствора толщиной не более 20 мм, совмещая поверхности смежных плит вдоль шва со стороны потолка.

Замоноличивание стыков следует выполнять после проверки правильности установки плит, приемки сварных соединений элементов в узлах сопряжений и выполнения антикоррозионного покрытия сварных соединений и поврежденных участков покрытия закладных изделий. Бетонные смеси, применяемые для замоноличивания стыков, должны отвечать требованиям проекта. Наибольший размер зерен крупного заполнителя в бетонной смеси не должен превышать $1/3$ наименьшего размера сечения стыка.

Поставленные на монтаж плиты перекрытий не должны иметь:

- жировых и ржавых пятен на лицевых поверхностях плит;
- трещин на поверхностях плит, за исключением усадочных и других поверхностных технологических шириной не более 0,1 мм;
- наплывов бетона на открытых поверхностях стальных закладных изделий, выпусках арматуры и монтажных петлях.

Продолжение прил. 2

Монтаж наружных стеновых панелей каркасных зданий

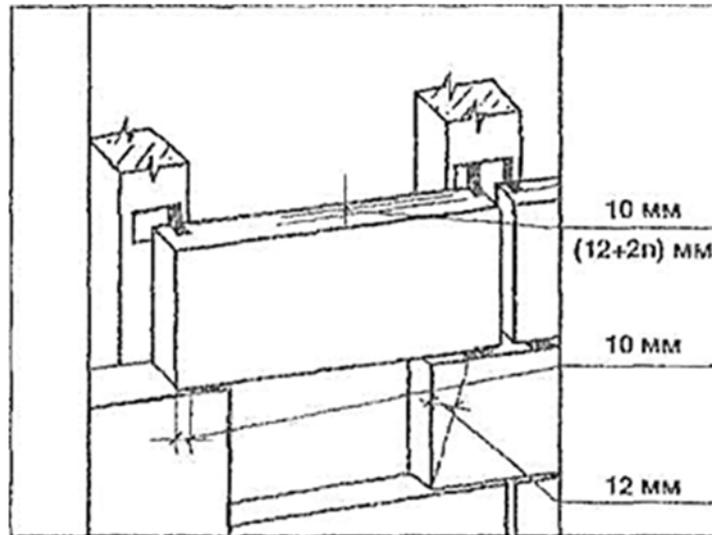
Т а б л и ц а 6

Состав операций и средства контроля

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль (метод, объем)	Документация
Подготовительные работы	<p>Проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> — наличие документа о качестве; — качество поверхности, точность геометрических параметров, внешний вид панелей; — наличие ППР: — наличие акта освидетельствования (приемки) ранее выполненных скрытых работ; — наличие разметки, определяющей проектное положение панелей на опорах; — наличие и местах установки панелей маяков 	<p>Визуальный</p> <p>Визуальный, измерительный, каждый элемент</p> <p>Визуальный</p> <p>То же</p> <p>Технический осмотр</p> <p>То же</p>	<p>Паспорта (сертификаты), ППР, акт освидетельствования скрытых работ (акт приемки), общий журнал работ</p>
Монтаж стеновых панелей	<p>Контролировать:</p> <ul style="list-style-type: none"> — установку панелей в проектное положение; — качество выполнения сварочных работ 	<p>Измерительный, каждый элемент</p> <p>Визуальный, измерительный</p>	<p>Общий журнал работ, журнал сварочных работ</p>
Приемка выполненных работ	<p>Проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> — фактическое положение смонтированных панелей; — качество выполнения сварочных соединений. 	<p>Измерительный, каждый элемент</p> <p>Визуальный, измерительный</p>	<p>Исполнительная геодезическая схема, акт освидетельствования (приемки) работ</p>
<p>Контрольно-измерительный инструмент: отвес строительный, рулетка, линейка металлическая, нивелир, катетомер.</p>			
<p>Операционный контроль осуществляют: мастер (прораб), геодезист – в процессе выполнения работ.</p> <p>Приемочный контроль осуществляют: работники службы качества, мастер (прораб), представители технадзора заказчика.</p>			

Технические требования

СНиП 3 03.01–87 табл. 12

**Предельные отклонения:**

– от смещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении установленных панелей навесных стен с установочными ориентирами (рисками геометрических осей или гранями нижележащих элементов, рисками разбивочных осей) – 10 мм;

– от вертикали верха плоскостей навесных стеновых панелей – 12 мм;

– разности отметок верха стеновых панелей в пределах выверяемого участка при:

– установке по маякам – 10 мм;

– контактной установке – $(12 + 2n)$ мм,

где n – число установленных по высоте панелей;

– отметок маяков относительно монтажного горизонта – +5 мм.

Не допускается:

– щели между торцом панели и раствором постелью;

– применение раствора, процесс схватывания которого уже начался;

– восстановление пластичности раствора путем добавления воды.

Требования к качеству применяемых материалов

ГОСТ 11024–84*. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия. ГОСТ 11118–73. Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен здания. Технические требования.

ГОСТ 13578–68. Панели из легких бетонов на пористых заполнителях для наружных стен производственных зданий. Технические требования.

Продолжение прил. 2

Поставленные на монтаж панели наружных стен не должны иметь:

- жировых и ржавых пятен на лицевой поверхности;
- трещин, за исключением местных поверхностных усадочных и других технологических шириной не более 0,2 мм;
- сколов бетона ребер глубиной более 2 мм и длиной более 30 мм на 1 м ребра;
- отслоившихся облицовочных плиток.

Значения действительных отклонений геометрических параметров панелей не должны превышать предельные, указанные в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Виды контролируемых параметров и их предельные отклонения

Наименование отклонения от геометрического параметра	Геометрический параметр, мм	Предельное отклонение, мм
Отклонение линейного размера	Длина и высота панели: до 1000 св. 1000 до 1600 св. 1600 до 2500 св. 2500 до 4000 св. 4000 до 8000 Толщина панели: до 250 св. 250 до 400 Размер проемов и вырезов	±4 ±5 ±6 ±8 ±10 ±4 ±5 ±5
Отклонение от плоскостности	Плоскостность лицевой поверхности панели относительно прилегающей плоскости при длине (высоте) панели: до 1000 св. 1000 до 1600 св. 1600 до 2500 св. 2500 до 4000 св. 4000 до 8000	3 4 5 6 8
Отклонение от равенства диагоналей	Разность длин диагоналей лицевых поверхностей панели при длине (высоте) панели: до 4000 св. 4000 до 8000	10 12
Отклонение от проектного положения закладных изделий	В плоскости панели для закладных изделий размером в этой плоскости: до 100 мм свыше 100 м из плоскости панели	5 10 3

Окончание прил. 2

Качество поверхностей панелей должно соответствовать требованиям, приведенным в таблице.

Характеристика бетонной поверхности	Категория	Диаметр раковин, мм	Высота (глубина) наплыва (впадин)	Глубина сколов, мм	Длина сколов в мм на 1 м ребра
Лицевая внутренняя, под окраску	A2	1	1	5	50
Нелицевая, невидимая в условиях эксплуатации	A7	20	-	20	-

Указания по производству работ

СНиП 3.03.01–87 пп. 3.25, 3.27, 3.28

Монтаж стен следует выполнять в соответствии с утвержденным ППР. В процессе монтажа необходимо обеспечить устойчивость здания и его частей на всех стадиях строительства.

Монтаж стеновых панелей каждого этажа многоэтажного здания и каждой секции одноэтажного здания следует производить только после сварки и заделки стыков каркаса и монтажа диска перекрытия данного этажа.

Монтаж стеновых панелей вышележащего этажа следует производить после полного проектного закрепления панелей нижележащего этажа.

Установку поясных панелей наружных стен каркасных зданий следует производить:

- в плоскости стены – симметрично относительно оси пролета между колоннами путем выравнивания расстояний между торцами панели и рисками осей колонн в уровне установки панели;
- из плоскости стены:
 - в уровне низа панели – совмещая нижнюю внутреннюю грань устанавливаемой панели с гранью нижестоящей панели;
 - в уровне верха панели – совмещая (с помощью шаблона) грань панели с риской оси или гранью колонны.

Выверку простеночных панелей следует производить:

- в плоскости стены – совмещая риску оси низа устанавливаемой панели с ориентирной риской, нанесенной на поясной панели;
- из плоскости стены – совмещая внутреннюю грань устанавливаемой панели с гранью нижестоящей панели;
- в вертикальной плоскости – выверяя внутреннюю и торцевую грани панели относительно вертикали.

Установку панелей следует производить, опирая их на выверенные относительного монтажного горизонта маяки. Прочность материалов маяков не должна быть выше установленной проектом прочности на сжатие раствора, применяемого для устройства постели.

Толщина маяков должна составлять 10–30 мм (при отсутствии в проекте специальных предложений).

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. РАБОТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА	4
2. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ	14
2.1. Земляные сооружения	14
2.2. Методы разработки грунтов	15
2.3. Механизация земляных работ	16
2.4. Работы по обратной засыпке, подсыпке, уплотнению грунтов	25
3. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ	27
3.1. Основные методы монтажа строительных конструкций	27
3.2. Монтаж сборных элементов с транспортных средств и с предварительным складированием	29
3.3. Выбор монтажных кранов для монтажа строительных конструкций	30
4. ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	35
4.1. Технология производства бетонных работ	35
4.1.1. Устройство опалубки	35
4.1.2. Заготовка и монтаж арматуры	36
4.1.3. Укладка и уплотнение бетонной смеси	37
4.2. Производство бетонных работ в зимних условиях	42
4.2.1. Особенности производства бетонных работ в зимних условиях	42
4.2.2. Контроль качества зимнего бетона	44
5. УСТРОЙСТВО ГИДРОИЗОЛЯЦИИ	46
5.1. Способы устройства гидроизоляции	46
5.2. Гидроизоляция сооружений водопровода и канализации	52
6. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ	54
6.1. Строительство инженерных сетей водоснабжения и водоотведения	54
6.2. Подготовка траншей. Устройство естественных и искусственных оснований под трубопроводы	55
6.3. Способы прокладки трубопроводов по заданному направлению и уклону	57
6.4. Совмещенная прокладка трубопроводов	61
6.5. Прокладка трубопроводов в зимних условиях	63
6.6. Монтаж трубопроводов	64
6.7. Бестраншейная прокладка труб под дорогами и другими преградами	67

6.7.1. Общие сведения о бестраншейных способах прокладки труб	67
6.7.2. Прокладка труб способом прокола.....	68
6.7.3. Прокладка труб способом продавливания.....	71
6.7.4. Прокладка труб способом горизонтального бурения (ГБ) и горизонтально направленного бурения (ГНБ)	74
6.7.5. Щитовая проходка тоннелей и коллекторов.....	76
6.8. Испытания трубопроводов	81
6.8.1. Испытание и приемка напорных трубопроводов.....	81
6.8.2. Испытание и приемка безнапорных трубопроводов	83
7. СТРОИТЕЛЬСТВО СООРУЖЕНИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	84
7.1. Состав и классификация сооружений	84
7.2. Технология строительства основных сооружений систем водоснабжения и водоотведения.....	85
7.2.1. Сборные конструкции при строительстве систем водоснабжения и водоотведения	85
7.2.2. Монтаж прямоугольных ёмкостных сооружений.....	87
7.2.3. Монтаж блоков водоочистных сооружений	90
7.2.4. Монтаж резервуаров.....	93
7.2.5. Монтаж азротенков	94
7.2.6. Монтаж круглых в плане сооружений	97
7.2.7. Монтаж цилиндрических резервуаров	99
7.2.8. Особенности возведения сооружений из монолитного бетона.....	103
7.2.9. Сварка и замоноличивание стыков между сборными элементами сооружений. Гидравлические испытания.....	106
7.2.10. Устройство заглубленных водозаборных сооружений и насосных станций опускным способом.....	112
7.2.11. Технология устройства заглубленных сооружений способом «стена в грунте»	115
7.2.12. Монтаж коллекторов прямоугольного и круглого сечений.....	117
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	119
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	121
Приложение 1	123
Приложение 2	141

Для заметок

Для заметок

Учебное издание

Жуков Александр Николаевич
Агафонкина Наталья Викторовна

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ
СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ
Учебное пособие

Редактор Н.В. Шалимова
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 08.10.2015. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 9,3. Уч.-изд.л. 10,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 351.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.

