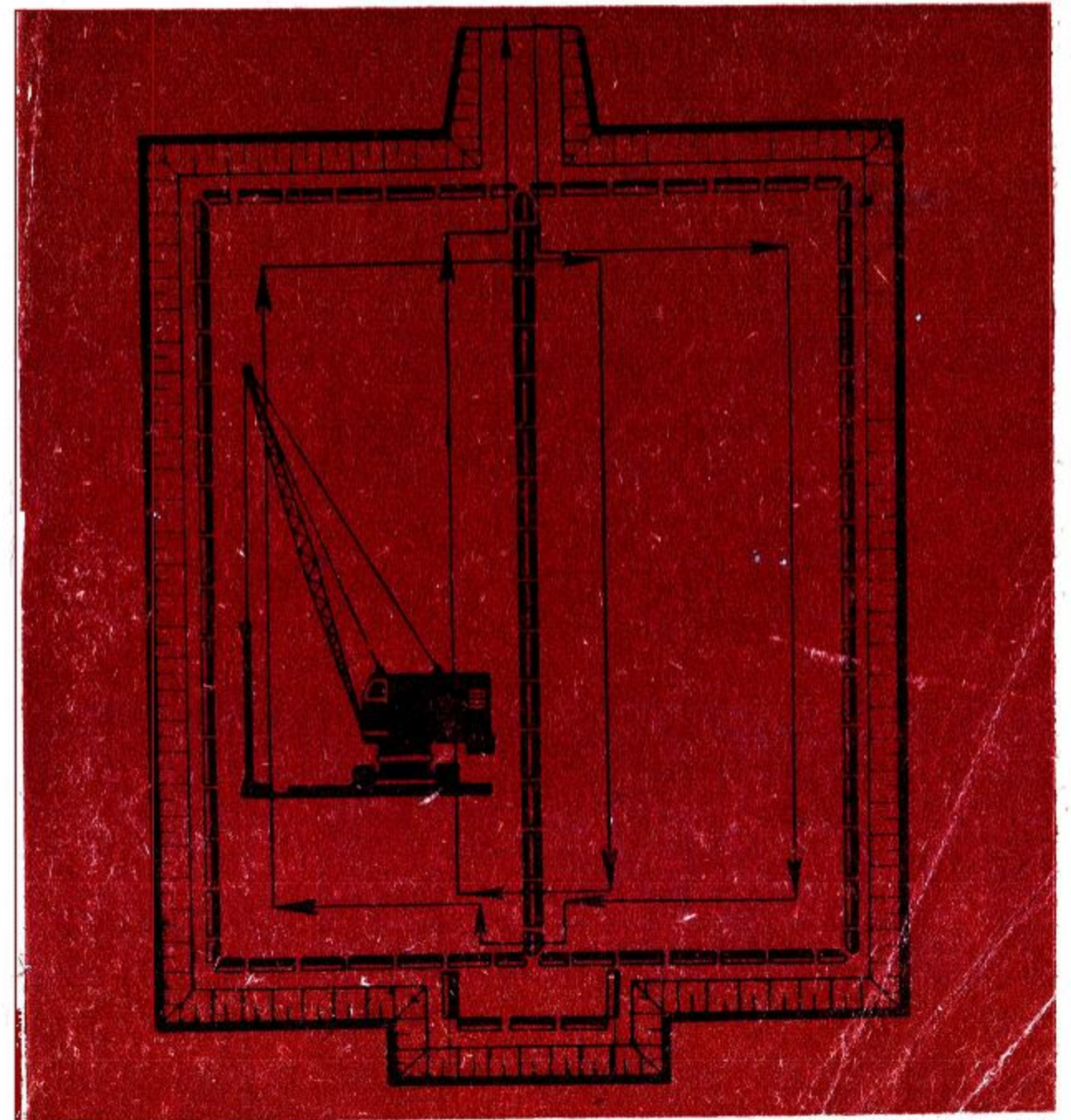


Б. Ф. Белецкий

МОНТАЖ  
СБОРНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ  
ОЧИСТНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ



Б. Ф. Белецкий

МОНТАЖ  
СБОРНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ  
ОЧИСТНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ



МОСКВА СТРОИИЗДАТ 1975

Печатается по решению секции литературы по технологии строительных работ редакционного совета Стройиздата от 8/XII 1972 г.

**Белецкий Б. Ф.** Монтаж сборных конструкций очистных сооружений. М., Стройиздат, 1975. 222 с.

В книге даны краткие сведения о типах очистных сооружений, описаны современные сборные их конструкции, действующие типовые проекты. Освещены методы монтажа очистных сооружений, применяемые для этого механизмы и машины, а также организация и технология монтажа сооружений. Приведены сведения по способам замоноличивания стыков, навивке кольцевой арматуры и выполнению торкретных работ. Рассмотрены пусконаладочные работы по вводу сооружений в эксплуатацию.

Книга предназначена для инженерно-технических работников строительных и проектных организаций. Табл. 5, рис. 73, список лит.: 17 назв.

## ВВЕДЕНИЕ

Значительный объем строительства водопроводных и канализационных очистных сооружений требует постоянного повышения уровня индустриализации строительства, т. е. превращения процесса их возведения в комплексно механизированный монтаж из унифицированных сборных элементов и деталей заводского изготовления. Сочетание сборности, поточности и комплексной механизации работ позволяет значительно сократить трудоемкость и сроки строительства сооружений, повысить их качество, надежность и долговечность.

В состав современных комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений входит большое количество железобетонных емкостных сооружений, предназначенных для технологической обработки и хранения питьевой воды и обработки сточных вод. К этим сооружениям предъявляются повышенные требования по водонепроницаемости, морозостойкости и долговечности (надежности), что в целом предопределяет известную специфику работ при их строительстве. Эта особенность строительства емкостных очистных сооружений в значительной мере отличает их от возведения других зданий и обычных сооружений.

Имеющийся сравнительно большой опыт строительства очистных сооружений с применением сборного железобетона обобщен в технической литературе пока еще недостаточно. Между тем строительство многочисленных комплексов очистных сооружений вызвало живой интерес строителей и монтажников к вопросам индустриализации работ и ускорения темпов строительства сооружений. Цель и назначение этой книги — оказать помощь строителям и монтажникам специализированных строительных водохозяйственных организаций, за-



нятым на работах по возведению специальных комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений.

При подготовке книги обобщен передовой опыт строительных и монтажных организаций Донбасса (Донбассканалстрой), Харькова (Южспецстрой), Днепропетровска (Днепроспецстрой), Киева (Укргидроспецстрой), Москвы, Челябинска и других городов, а также опыт ведущих специализированных проектных организаций — Союзводоканалпроекта, Гипрокоммуводоканала, Укргипрокоммустрой, Мосводоканалпроекта и др.

Автор выражает указанным строительным, монтажным и проектным организациям свою искреннюю благодарность за предоставленную возможность ознакомиться с материалами и использовать их опыт при подготовке данной книги. Особую благодарность автор приносит главному конструктору Союзводоканалпроекта Г. М. Бочарову за ценные советы и замечания.

## **Глава I. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СОВРЕМЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

### **ТИПЫ И НАЗНАЧЕНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

В связи с ростом объемов водопотребления и недостаточностью источников подземных вод для целей водоснабжения используются источники поверхностных вод, забираемых из рек и водоемов.

К качеству питьевой воды предъявляются требования в соответствии с нормами действующего стандарта. Высокие требования предъявляются также и к качеству воды, идущей на технологические цели промышленных предприятий, так как от этого во многом зависит нормальное функционирование промышленных агрегатов и оборудования цехов.

Качество воды в источниках водоснабжения часто не соответствует предъявляемым требованиям, поэтому возникает задача его улучшения. Улучшение качества природной воды для хозяйственно-питьевых нужд и технологических целей достигается различными специальными методами ее обработки (очистки). В целях улучшения качества питьевой воды и ее очистки в составе современных водопроводов возводятся специальные комплексы очистных сооружений, объединяемые в водоочистные станции.

Сточные воды также требуют очистки с целью устранения вредного их воздействия на внешнюю среду (водоемы, почву, подземные воды, воздух) и через нее на людей, животных, рыб, растения. Очистка сточных вод является одним из важнейших мероприятий по охране природы, рек и водоемов от загрязнения. Она производится на специальных комплексах канализационных очистных сооружений. Эти сооружения не только очищают воды от загрязнений, но и улавливают полезные вещества для использования их на основном производст-



ве (в промышленности) или для использования как сырья в других производствах.

Необходимая степень очистки отводимых сточных вод, сбрасываемых в водоемы СССР, регламентируется «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» и «Основами водного законодательства Союза ССР».

В практике строительства возводятся комплексы очистных сооружений двух основных типов — водопроводные и канализационные. Каждый из указанных типов очистных сооружений имеет свои разновидности, а также специфические особенности как по составу и устройству отдельных сооружений, так и по технологическим процессам, происходящим в них.

**Водопроводные очистные сооружения.** Метод обработки воды и состав водопроводных очистных сооружений зависят от качества исходной воды, требований, предъявляемых к качеству питьевой воды, и принятой технологической схемы ее очистки.

Технологические процессы очистки воды включают ее осветление, обесцвечивание и обеззараживание. При этом вода коагулируется, отстаивается и фильтруется, а также проходит обработку хлором. Если качество исходной воды позволяет отказаться от некоторых технологических процессов ее обработки, соответственно сокращается комплекс сооружений.

Изучение технологических схем очистки питьевой воды показывает, что основными методами осветления и обесцвечивания воды на водопроводных очистных сооружениях являются отстаивание и фильтрование с предварительной обработкой воды реагентами (коагулянтами). Для отстаивания воды используются в основном горизонтальные (реже вертикальные) отстойники или осветлители со взвешенным осадком, а для фильтрования — фильтры с различными видами фильтрующей загрузки или контактные осветлители.

В практике водопроводного строительства в нашей стране наибольшее распространение получили водоочистные сооружения, запроектированные по технологической схеме, предусматривающей в качестве основных очистных сооружений горизонтальные отстойники и скорые фильтры.

Принятая единая технологическая схема очистки питьевой воды предопределила практически одинаковый

состав основных и вспомогательных сооружений. Так, например, во все комплексы водоочистных станций, независимо от их производительности и типа, входят следующие сооружения: реагентное хозяйство со смесителем, камеры реакции (хлопьеобразование), горизонтальные отстойники или осветлители, фильтры, резервуары для чистой воды, насосная станция II подъема с электроподстанцией, а также объекты подсобно-вспомогательного (производственного), административно-технического и культурно-бытового назначения.

**Канализационные очистные сооружения.** Очистные сооружения канализации, как и водопровода, — это сложные комплексы инженерных сооружений, взаимосвязанных технологическим процессом очистки сточных вод. На очистных сооружениях сточные воды подвергаются механической, химической и биохимической (биологической) очистке.

В процессе механической очистки из жидкой фазы сточных вод отделяются взвешенные вещества и грубые механические примеси путем процеживания, отстаивания и фильтрования. В некоторых случаях механическая очистка является окончательной. Но чаще всего она служит лишь подготовкой для дальнейшей, например, биохимической очистки.

В комплекс очистных сооружений, предназначенных для механической очистки бытовых сточных вод, входят: решетки, предназначенные для задержания крупных веществ органического и минерального происхождения; песколовки для выделения тяжелых минеральных загрязнений (главным образом песка); отстойники для выделения осаждающихся веществ (в основном органических); хлораторная установка с контактными резервуарами, в которых происходит контакт осветленной сточной воды с хлором в целях уничтожения болезнетворных бактерий. В результате обработки поступающих сточных вод на указанных сооружениях они после их дезинфекции могут быть отведены в водоем.

Схема химической очистки сточных вод отличается от механической введением перед отстойниками смесителя и реагентного хозяйства. При этом обрабатываемая сточная вода после решеток и песколовки поступает в смеситель, где к ней добавляется реагент для коагулирования, а затем в отстойник для осветления. Сточная вода из отстойника выпускается либо прямо в водоем,

либо сперва на фильтр для дополнительного осветления, а потом в водоем. Сооружения для обработки осадка при химической очистке такие же, как и при механической.

Биохимическая очистка сточных вод, в зависимости от местных условий, обычно осуществляется на трех основных схемах сооружений: на полях орошения или полях фильтрации, на биофильтрах и в аэротенках. При первой схеме сточная вода, пройдя через решетки, поступает в песколовки и затем в отстойники для осветления и дегельминтизации, откуда она направляется на поля орошения или поля фильтрации и затем в водоем. При второй схеме сточная вода сначала проходит через сооружения механической очистки и предварительной аэрации (преаэраторы), далее она поступает на биофильтры, а затем во вторичный отстойник для выделения из очищенной воды веществ, выносимых из биофильтров. Очистка заканчивается дезинфекцией сточных вод перед спуском в водоем. При третьей схеме предварительная очистка сточной воды производится на решетках, песколовках, преаэраторах и в отстойниках. Последующая их очистка производится в аэротенках, затем во вторичных отстойниках и заканчивается дезинфекцией, после чего вода сбрасывается в водоем. Выбор типа сооружений для биохимической очистки сточных вод производится в зависимости от ряда факторов, в том числе: требуемой степени очистки сточных вод, размера площади под очистные сооружения (большая площадь требуется для устройства полей орошения и гораздо меньшая для аэротенков), характера грунтов, рельефа площади и др. Схему очистных сооружений выбирают с учетом экономических показателей — строительной и эксплуатационной стоимости сооружений.

#### КОМПОНОВКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Компоновка водопроводных очистных сооружений. На современных водопроводных очистных сооружениях используется самотечный режим работы. Высотная схема их расположения обеспечивает непрерывное движение воды по всем сооружениям вплоть до резервуаров чистой воды, а также самотечный отвод стоков. Достигается это тем, что отметки труб для выпуска сточных

вод из сооружений располагают выше заложения канализационной системы станции, а при отводе стоков в водоем — выше горизонта воды в нем в период паводка. Соблюдение этого условия является обязательным для обеспечения самотечного сброса сточных вод из фильтров, подвергающихся частой промывке. При проектировании и строительстве водопроводных очистных станций наряду с выбором методов очистки воды, состава и типа основных и вспомогательных сооружений большое значение имеет правильное расположение их. Экономичность строительства и эксплуатации водоочистных станций достигается компактным размещением сблокированных технологически и экономически эффективных сооружений, применением специальных сооружений для повторного использования промывной воды, механизацией и автоматизацией основных технологических процессов.

В практике проектирования и строительства водоочистных сооружений применяют две основные схемы компоновки их: раздельную и совмещенную, или сблокированную. Раздельная компоновка, при которой почти каждое здание и сооружение станций выделяется в отдельный объект, довольно широко использовалась в довоенные и первые послевоенные годы. Совмещенная же, или сблокированная компоновка сооружений начала применяться примерно начиная с 1958—1960 гг. и в частности она была использована при проектировании и строительстве водопроводных очистных сооружений в Киеве, Харькове, Ростове, Днепропетровске, Челябинске, Кировограде и др.

Этот прогрессивный тип компоновки предусматривает максимальную блокировку основных и вспомогательных сооружений. Взаимосвязанное расположение сооружений на площадке предопределяется технологией очистки воды и соблюдением принципа самотечности ее движения по сооружениям. Основные сооружения размещаются примерно в такой последовательности (по ходу воды): здание реагентного хозяйства со смесителем; камеры реакции (хлопьеобразования); горизонтальные отстойники; скорые фильтры; резервуары и насосная II подъема с электроподстанцией (рис. 1).

Применение сблокированной компоновки позволяет проектировать компактные водоочистные сооружения со значительным уменьшением территории застройки и со-

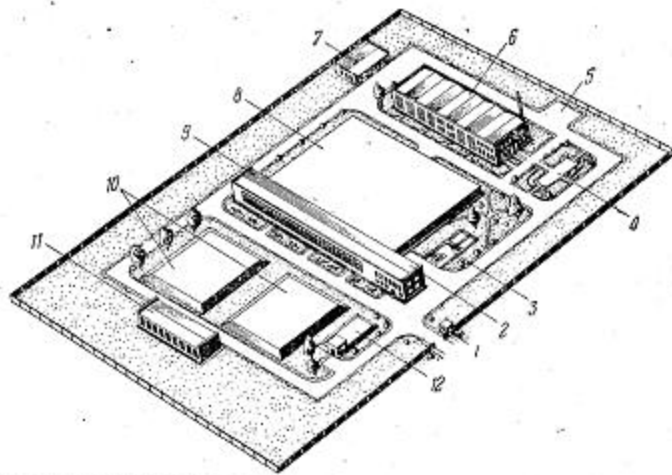


РИС. 1. СХЕМА КОМПОНОВКИ СООРУЖЕНИЙ НА ПЛОЩАДКЕ ТИПОВОЙ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 ТЫС. М<sup>3</sup>/СУТ  
 1 — проходная; 2 — блок служебных помещений; 3 — песковое хозяйство; 4 — площадка для озонаторной; 5 — площадка для топлива; 6 — здание реагентного хозяйства; 7 — расходный склад хлора; 8 — горизонтальные отстойники; 9 — скорые фильтры; 10 — резервуары для чистой воды; 11 — насосная станция II подъема; 12 — сооружения для повторного использования промывной воды

кращением объемов работ по благоустройству и прокладке внутриплощадочных коммуникаций.

Основные очистные сооружения соединяют внутриплощадочными трубопроводами (водоводами) подземного (засыпного) типа большого диаметра из металлических и железобетонных труб.

Водоочистные сооружения отнесены санитарными правилами к I поясу санитарной охраны (зона строгого режима), поэтому площадки станций ограждают высоким забором из унифицированных сборных железобетонных элементов и защищают полосой зеленых насаждений. Они отличаются большими зонами озеленения и высоким уровнем общего благоустройства. Ко всем основным зданиям и сооружениям станций прокладывают дороги и подъезды с твердым покрытием. У сооружений устраивают замощенные площадки, а вокруг них — отмычки.

**Компоновка канализационных очистных сооружений.**  
 Современные канализационные очистные сооружения

проектируются и строятся в основном также отдельными комплексами. На схему очистных сооружений большое влияние оказывает высотное расположение отдельных сооружений, так как оно определяет объем земляных работ. Поэтому сооружения, имеющие большую высоту (вертикальные отстойники, двухъярусные отстойники и метантенки), обычно располагают наполовину выше уровня земли в целях уменьшения объемов земляных работ. Во всех случаях при размещении и компоновке очистных сооружений добиваются обеспечения движения сточных вод по всем сооружениям самотеком. Осадок же чаще всего перекачивают из первичных отстойников в метантенки, активный ил — из вторичных отстойников в аэротенки, а избыточный ил — в первичные отстойники.

Для обеспечения самотечного движения сточной воды по очистным сооружениям необходимо, чтобы отметка поверхности сточной жидкости в подводящем канале превышала отметку высокого горизонта воды в водоеме, куда сбрасываются очищенные сточные воды. Общие перепады в отметках уровня воды на входе в очистные сооружения и выходе из них составляют 3—5 м (при аэротенках) и 8—10 м (при биофильтрах). В связи с этим очистные сооружения целесообразно располагать по возможности на площадках с более крутым рельефом (косогорах) примерно с такими же перепадами в отметках поверхности земли. При заглублении сооружений целесообразно соблюдать «земляной баланс», т. е. чтобы в целом по станции объем выемок был равен объему насыпей.

В решениях генеральных планов современных очистных сооружений большое значение имеет блокировка основных сооружений и подсобно-вспомогательных помещений и цехов, связанных общим технологическим процессом обработки сточных вод. Площадки канализационных очистных сооружений, как и водопроводных, отличаются большой степенью благоустройства, озеленения и санитарной охраны.



## Глава II. ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

### ВНЕДРЕНИЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ИЗ УНИФИЦИРОВАННЫХ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Основой индустриализации строительства является максимальная сборность конструкций (при их унификации, типизации и заводском изготовлении), а также комплексная механизация строительно-монтажных работ. Сборные конструкции в очистных сооружениях еще до недавнего времени применялись крайне недостаточно и возведение их из монолитного бетона было довольно трудоемким, материалоемким и дорогостоящим. Бетонирование емкостных сооружений высотой 5—7 м, имеющих толщину стен 200—400 мм, сопряжено с необходимостью устройства громоздкой и сложной стационарной опалубки, поддерживающих лесов и подмостей, на что расходовалось значительное количество леса и других материалов. При возведении стен монолитных сооружений существенно затруднялись операции по установке арматуры, укладке и уплотнению бетонной смеси, а при использовании стационарной опалубки на всю высоту стен затруднялся контроль качества бетонных конструкций. Поэтому некоторые построенные монолитные сооружения имели существенные дефекты, значительно снижающие их эксплуатационные качества. Для улучшения качества сооружений строители часто вынуждены были производить дополнительные сложные и трудоемкие работы по торкретированию, затирке и железнению конструкций, что в целом сдерживало темпы и удорожало строительство сооружений. Существенно затруднялось возведение монолитных сооружений в зимнее время.

Первые попытки применить сборный железобетон для емкостных сооружений относятся еще к концу 30-х годов, когда Госводоканалпроект (ныне Гипрокоммунводоканал) запроектировал 8 сборных эмшерских колодцев отстойникового типа. Но более широкое распространение сборные конструкции в водопроводно-канализационном строительстве получили лишь в послевоенные годы. В 1949 г. Госводоканалпроект разработал

альбом чертежей «Круглые сооружения», в котором поместил конструкции сборных отстойников, эмшерских колодцев, резервуаров и др. Этим же институтом в 1949 г. были запроектированы сборные вертикальные отстойники. В 1955 г. Гипрокоммунводоканал для водоснабжения Челябинска запроектировал двухъярусный горизонтальный отстойник с применением сборных железобетонных плит, колонн, башмаков и других элементов. Этим же институтом в 1956 г. были разработаны рабочие чертежи горизонтального отстойника для городских водопроводов со сборными плитами и балками покрытия, башмаками и колоннами. Мосводоканалпроект в 1958 г. для Курьяновской станции аэрации запроектировал опытный сборный радиальный отстойник диаметром 40 м и высотой 4,2 м. На Люберецкой станции аэрации Главмосстроем в этот же период были смонтированы из сборных конструкций 60 открытых отстойников диаметром 40 м при общей их емкости 300 000 м<sup>3</sup>.

Основное внимание проектных организаций в этот период уделялось проектированию сборных резервуаров различной емкости (как прямоугольных, так и цилиндрических). Индустриальные же методы строительства комплексов очистных сооружений в широких масштабах были впервые применены практически лишь в 1956—1964 гг. в Донбассе, где из сборных конструкций Донбассканалстроем были построены и успешно введены в эксплуатацию очистные сооружения на пяти крупных водопроводных станциях канала Северский Донец—Донбасс: Горловская № 1, Енакиевская, Красноармейская, Горловская № 2 и Верхне-Кальмиусская общей производительностью свыше 1000 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Из сборного железобетона были смонтированы горизонтальные отстойники, фильтры, камеры реакции, смесители, резервуары, баки реагентов и другие сооружения, при возведении которых было изготовлено и уложено в дело свыше 100 тыс. м<sup>3</sup> сборных конструкций. Сборность этих сооружений возросла с 15—20 до 60—70%, т. е. более чем в три раза. Все смонтированные в то время сборные сооружения эксплуатируются нормально. В последующие годы Донбассканалстрой, продолжая и дальше широко использовать сборные конструкции для монтажа крупных комплексов водопроводных очистных станций (Макеевская, Велико-Анадольская и др.), распространил полученный передовой опыт и на строительство

комплексов канализационных очистных сооружений. Так, за последние 10 лет из сборных конструкций построены следующие канализационные очистные сооружения: горловские (32,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут), лисичанские (50 тыс. м<sup>3</sup>/сут), черкасские (26 тыс. м<sup>3</sup>/сут), запорожские (37,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут), селидово-новоградские (15 тыс. м<sup>3</sup>/сут), ждановские (100 тыс. м<sup>3</sup>/сут), донецкие (200 тыс. м<sup>3</sup>/сут) и др. При их строительстве из сборного железобетона были смонтированы первичные и вторичные радиальные отстойники, аэротенки и метантенки, горизонтальные отстойники и другие емкостные сооружения, которые нормально эксплуатируются на протяжении уже целого ряда лет.

Процесс внедрения сборных конструкций в строительство очистных сооружений в Донбассе был сопряжен с рядом трудностей, обусловленных: разнотипностью их объемно-планировочных и конструктивных решений; индивидуальным проектированием сооружений без должной унификации и типизации, что значительно затрудняло их строительство. В целях индустриализации и ускорения работ по строительству сооружений Донбассканалстрой перепроектировал многие сооружения на сборные с учетом частичной унификации и типизации сборных конструкций. В основном все сборные сооружения были запроектированы с использованием  $\perp$ -образных стеновых панелей, т. е. панелей с опорной «пятой». Опыт Донбассканалстроя по строительству очистных сооружений из сборных конструкций, послуживший началом внедрения индустриальных методов, был использован затем многими другими проектными и строительными организациями и в частности при проектировании и возведении сооружений Криворожской и Харьковской водоочистных станций производительностью, по 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут, Ростовской — 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут и др.

Несмотря на инициативу ряда строительных и проектных организаций, взявших на себя труд по перепроектированию монолитных сооружений, строительство последних осуществлялось в первоначальный период практически по индивидуальным проектам, без должной унификации и типизации конструкций. Применение различных типоразмеров сборных элементов, деталей и конструктивных узлов в значительной мере сдерживало совершенствование технологии и организации изготовления и монтажа сборных сооружений.

В таких условиях, естественно, очень трудно было добиться существенного сокращения сроков строительства сооружений, а также снижения их стоимости и повышения качества работ. Возникла настоятельная необходимость в унификации и типизации сборных сооружений с разработкой их унифицированных габаритных схем. Разработка Укргипрокоммунстроем в 1960 г. типового проекта сблокированных водопроводных очистных сооружений производительностью 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут из унифицированных сборных конструкций и деталей, одобренного Госстроем СССР, в значительной мере способствовала проведению такой унификации и типизации.

В 1961—1962 гг. Водоканалпроект совместно с Гипрокоммунводоканалом, Гипроспецпромстроем, Мосводоканалпроект, Укргипрокоммунстроем, Гипротисом, Гипроводхозом и др. продолжил эту важную работу и выполнил унификацию сооружений водоснабжения, канализации, водохозяйственного строительства и емкостей для хранения жидких продуктов, а также разработал номенклатуру сборных железобетонных элементов и деталей. Одновременно была составлена шкала унифицированных мощностей водоочистных сооружений, которые после утверждения их Госстроем и Госпланом СССР применены при разработке новых типовых проектов водоочистных станций. Разработке номенклатуры сборных элементов предшествовало составление паспортов и габаритных схем сооружений с учетом возможных их решений на перспективу.

Унификации подвергались сооружения, имеющие максимальную повторяемость. При этом учитывалась необходимость использования также сборных конструкций и деталей из номенклатуры Госстроя СССР для промышленного и гражданского строительства. В результате выполненной унификации количество типоразмеров сооружений водопровода и канализации было сокращено с 239 до 148, включая ряд дополнительных сооружений, ранее не применявшихся (баки мокрого хранения коагулянта, четырехконусные отстойники, высоконагружаемые биофильтры, усреднители и др.). Выбор основных строительных параметров унифицированных габаритных схем очистных сооружений произведен с учетом прогрессивной технологии и современного технологического оборудования. Для обеспечения максимальной взаимозаменяемости сборных элементов при

возведении сооружений в основу схем номенклатуры положены модули по размерам сооружений в плане 3 и по высоте 1,2 м.

На базе принятых габаритных схем, а также рассмотренных конструктивных решений были определены типоразмеры основных сборных элементов. При этом достигнуто значительное сокращение числа из типоразмеров. Так, если до унификации их количество (согласно действующих типовых и индивидуальных проектов) достигало 1150, то после унификации оно было сокращено до 200, т. е. почти в 6 раз. Из принятых к заводскому изготовлению 200 типоразмеров 50 из них, или 25%, были из преднапряженного железобетона. В процессе разработки габаритных схем и унификации сооружений уровень их сборности достиг 62—70%. В монолитном железобетоне оставлены только днища сооружений, где бетон может быть без особого труда уложен непосредственно на подготовку или грунт.

В выпущенном альбоме унификации приведены типы возможных стыков элементов как для прямоугольных, так и для цилиндрических сооружений. Для прямоугольных предусмотрены два взаимозаменяемых стыка: с петлеобразными выпусками (стык типа стыка проф. Передерия) и шпоночный.

При проведении унификации сборных очистных сооружений приняты новейшие компоновочные решения сооружений, сблокированных в едином комплексе технологического процесса. Широкое применение сборного железобетона привело к изменению технологических и конструктивных решений по некоторым сооружениям. Большую работу по унификации сборных резервуаров для воды выполнил в 1962—1963 гг. Гипроспецпромстрой, который разработал новые унифицированные схемы цилиндрических и прямоугольных сборных резервуаров емкостью от 50 до 40 000 м<sup>3</sup>. В дальнейшем работу по унификации сборных резервуаров продолжил и завершил Союзводоканалпроект.

Работа институтов по унификации и типизации сборных емкостных водопроводно-канализационных сооружений и их конструктивных элементов была завершена в 1968 г., что позволило создать единую номенклатуру сборных железобетонных элементов для монтажа всех встречающихся на практике емкостных сооружений. В результате количество типоразмеров конструкций бы-

ло сокращено до 120, причем 35 из них приняты из числа действующих типовых конструкций промышленных зданий. Госстрой СССР своим постановлением № 61 от 9 июля 1968 г. утвердил и ввел с 1 октября 1968 г. в действие серию 3.900-2 «Унифицированные сборные железобетонные конструкции водопроводных и канализационных емкостных сооружений», предназначенную для практического ее использования всеми специализированными проектными и строительными организациями.

В процессе унификации строительных параметров сооружений рассмотрены габаритные размеры емкостей по высоте и в плане, а также учтены особенности членения емкостей на отсеки и осевые привязки стен. При этом в открытых прямоугольных емкостях разбивочные оси совмещены с геометрическими осями стен. В случае использования стеновых панелей с переменной толщиной по высоте разбивочные оси совмещены с геометрическими осями по верху панелей. В закрытых прямоугольных емкостях разбивочные оси приняты: для средних рядов колонн — по их геометрическим осям; для пристенных рядов колонн — по внутренним граням стен; при отсутствии колонн — в зависимости от конструктивного решения покрытия (максимальное использование типовых плит и ригелей). В открытых цилиндрических емкостях осевая привязка стен в значительной мере зависит от наличия технологического оборудования (например, скребкового вращающегося механизма в радиальных отстойниках). Обычно разбивочные оси в этих сооружениях, включая закрытые, совмещены с внутренними гранями стен.

Унифицированные строительные параметры прямоугольных и цилиндрических емкостных сооружений, а также номенклатура сборных деталей и конструкций приведены в упоминавшейся выше серии 3.900-2 и в данной книге не приводятся.

Унификация и типизация сборных очистных сооружений и резервуаров с разработкой номенклатуры унифицированных элементов и деталей позволили перейти к разработке новых более совершенных типовых проектов комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений различной производительности. Все это в сочетании с созданием широко разветвленной базы стройиндустрии и совершенствованием методов комплексной механизации строительного-монтажных работ



сделало возможным широко развернуть на практике скоростной монтаж сборных очистных сооружений в различных районах страны. В результате только за последние годы из сборного железобетона построено большое количество крупных водопроводных и канализационных комплексов очистных сооружений, в том числе в Днепрпетровске, Челябинске, Москве, Ульяновске, Пензе, Куйбышеве, Горьком, Волгограде, Калинин, Саранске, Астрахани и других городах.

Получивший в настоящее время широкое распространение индустриальный метод строительства очистных сооружений заключается в том, что производственный процесс их возведения, представлявший собой ранее (при монолитных конструкциях) организационное, технологическое и территориальное целое, делится теперь на две стадии — заготовительную и монтажно-сборочную. Совокупность заготовительных операций выделяется в самостоятельное производство, а строительство сооружений освобождается от процессов обработки сырья и материалов, изготовления конструкций, которые переносятся в заводские условия. Внутриотраслевые взаимосвязи строительства при этом расширяются и усложняются. Строительные площадки превращены теперь в монтажные, где в процессе сборки сооружений кооперируются не только специализированные строительные и монтажные организации, но и предприятия по производству сборных конструкций и деталей. При замене в очистных сооружениях монолитных конструкций сборными, изготавливаемыми на заводах или полигонах, изменяются не только они сами, но и методы возведения сооружений, типы строительных и транспортных машин, производственных баз, структура строительных и монтажных подразделений.

Внедрение сборного железобетона и снижение трудоемкости работ позволяют сократить сроки строительства сооружений. Так, например, челябинские водоочистные сооружения производительностью 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут построены всего за 19 мес (включая подготовительный период), причем сами сооружения смонтированы всего за 6 мес. При монолитных конструкциях сооружения такой производительности возводились в 3—4 года.

Довольно быстрыми темпами были построены и строятся и другие сборные очистные сооружения. Сокращение сроков их возведения приводит к снижению их об-

щей себестоимости за счет досрочного ввода в эксплуатацию (сокращение строительных накладных расходов и получение дополнительной продукции — питьевой воды, очищенных стоков). Применение для монтажа сооружений высококачественных сборных панелей заводского изготовления (при надлежащем качестве заделки стыков) повышает эксплуатационные качества сооружений (прочность, водонепроницаемость и долговечность), что сокращает эксплуатационные расходы.

Таким образом, экономическая эффективность применения сборного железобетона при строительстве очистных сооружений и их комплексов определяется не только сметной стоимостью, но и рядом других показателей: трудоемкостью работ, расходом основных и вспомогательных материалов, выработкой рабочих, сроками строительства, качеством сооружений, индустриализацией работ и т. п. Эти показатели при строительстве сооружений из сборного железобетона значительно лучше по сравнению с монолитными конструкциями. Однако опыт показывает, что более высокая сборность сооружений сама по себе еще не предопределяет их экономичности и ускорения темпов строительства и, что эффективность индустриальных методов возведения сооружений из сборных конструкций будет высокой лишь в сочетании с научно обоснованной поточной организацией работ.

#### **ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ СБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

**Сооружения из типовых плоских панелей.** Конструктивные схемы унифицированных прямоугольных емкостных сооружений предусматривают применение в днищах и углах стен монолитного железобетона, а в стенах, перегородках и перекрытиях — сборного. Закрытые прямоугольные сооружения из сборных элементов разработаны двух основных вариантов: без пристенных колонн и с приставными колоннами. Такое различие в компоновке сооружений вносит некоторые изменения в их конструкцию. Сооружения первого типа представляют собой прямоугольные (закрытого типа) емкости, элементы покрытия которых в средних пролетах опираются на колонны, а в крайних — непосредственно на стеновые панели. Шаг колонн в средних пролетах равен 6,

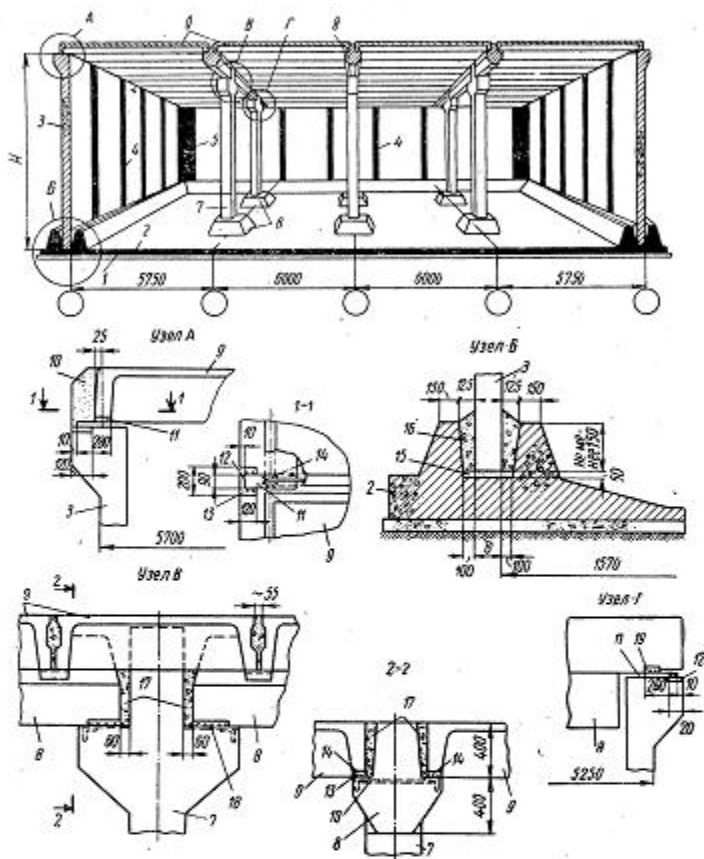


РИС. 2. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЗАКРЫТЫЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ИЗ ПЛОСКИХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ (БЕЗ ПРИСТЕННЫХ КОЛОНН)

1 — бетонная подготовка; 2 — монолитное днище; 3 — стеновые панели; 4 — стыки между панелями; 5 — монолитные участки стен; 6 — фундаменты колонн; 7 — колонны; 8 — ригели; 9 — плиты покрытия; 10 — бетон марки 200; 11 — пластина (листовой шарнир); 12 — закладные детали панелей; 13 — сварной шов; 14 — закладные детали плит покрытия; 15 — выравнивающий слой цементного раствора; 16 и 17 — бетон марки 300 на мелком заполнителе; 18 и 19 — закладные детали колонн и ригелей

а в крайних — 5,75 м. Подготовка и днище приняты из монолитного бетона и железобетона. Стены монтируются из унифицированных плоских стеновых панелей, ус-

танавливаемых в паз монолитного днища. Паз или башмак в днище образуется посредством специальных трапециевидных выступов, высота которых принимается по расчету, но не менее 1,5 толщины стеновой панели (рис. 2).

Панели устанавливаются на выравнивающий слой цементного раствора толщиной 50 мм. Зазоры между стеновой панелью и выступами паза заделываются бетоном марки 300 на мелком заполнителе при тщательном уплотнении ножевыми вибраторами. Покрытие состоит из типовых ребристых плит, опирающихся через ригели на двухконсольные колонны  $400 \times 400$  мм, которые в свою очередь опираются на сборные фундаменты (подколонники). Крепление плит между собой, а также в местах их опирания на ригели и стеновые панели обеспечивается взаимной сваркой закладных деталей. На сварке закладных деталей выполнены также узлы крепления ригелей в местах их опирания на колонны и панели. Зазоры в местах опирания плит на ригели и примыкания ригелей к колоннам заделываются бетоном марки 300 на мелком заполнителе. Поверху стеновых панелей, в местах опирания плит покрытия, устраивается набетонка по всей длине стенки из бетона марки 200.

Пример конструкции закрытых прямоугольных емкостных сооружений с пристенными колоннами приведен на рис. 3.

Пристенные одноконсольные колонны сечением  $400 \times 400$  мм устанавливают в непосредственной близости от стеновой панели (зазор 40 мм) в общий уширенный паз монолитного днища. Панель и колонны монтируют на выравнивающем слое цементного раствора, после чего зазоры с боков заделывают бетоном марки 300 на мелком заполнителе с тщательным уплотнением ножевыми вибраторами. В верхней части панель и колонну закрепляют между собой сваркой закладных деталей, которые также взаимно свариваются с выпусками стержней арматуры ригеля. В отличие от первого варианта конструкции сооружений, где используются в покрытии ригели сложного таврового профиля, здесь ригели приняты прямоугольного сечения. Ригели средних пролетов в узлах опирания на двухконсольные колонны также крепятся между собой на сварке выпусков арматуры с соединительными стержнями, которые приняты того же диаметра, что и арматурные выпуски ри-

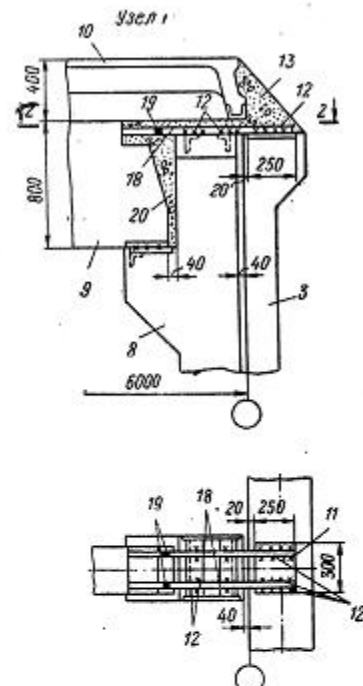
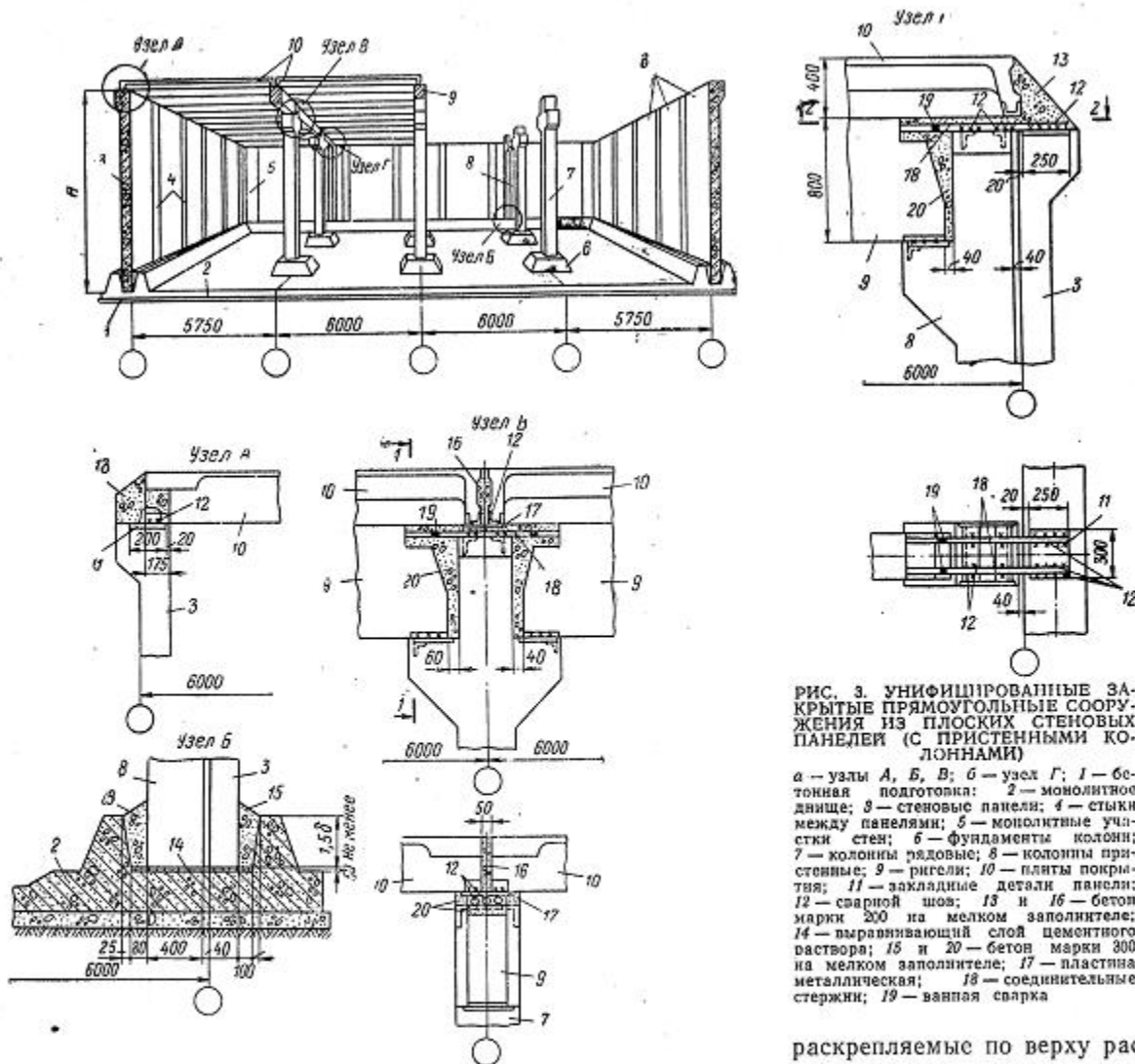


РИС. 3. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЗАКРЫТЫЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ИЗ ПЛОСКИХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ (С ПРИСТЕННЫМИ КОЛОННАМИ)

а — узлы А, Б, В; б — узел Г; 1 — бетонная подготовка; 2 — монолитное днище; 3 — стеновые панели; 4 — стыки между панелями; 5 — монолитные участки стен; 6 — фундаменты колонн; 7 — колонны рядовые; 8 — колонны пристенные; 9 — ригели; 10 — плиты покрытия; 11 — закладные детали панелей; 12 — сварной шов; 13 и 16 — бетон марки 200 на мелком заполнителе; 14 — выравнивающий слой цементного раствора; 15 и 20 — бетон марки 300 на мелком заполнителе; 17 — пластина металлическая; 18 — соединительные стержни; 19 — ванная сварка

раскрепляемые по верху распорками через 6 м. Применяемые в первом варианте сооружений мостки и прямоугольные лотки устанавливаются на перегородочные и стеновые панели через специальные сборные поддер-

гелей. Кроме того, ригели в нижней части крепятся при помощи сварки закладных деталей к консолям колонн. Шаг колонн в продольном направлении (по оси пристенных колонн) принят 6 м, а в поперечном: в средних пролетах — 6 м, а в крайних — 5,75 м. Элементы покрытий прямоугольных сооружений (плиты, ригели, колонны) приняты из каталога типовых конструкций многоэтажных промышленных зданий (по сериям ИИ-24-1, ИИ-24-2; ИИ-22-3 и ИИ-23-1) с частичным внесением изменений (укорочение колонны, ригеля, устройство технологических отверстий в плитах и т. п.).

Конструктивные схемы открытых прямоугольных сооружений из унифицированных сборных элементов и деталей приведены на рис. 4.

Для этих сооружений разработаны также два варианта их конструкций. В первом применяются панели консольного типа, не требующие дополнительного крепления в верхней части, а во втором — балочного типа,



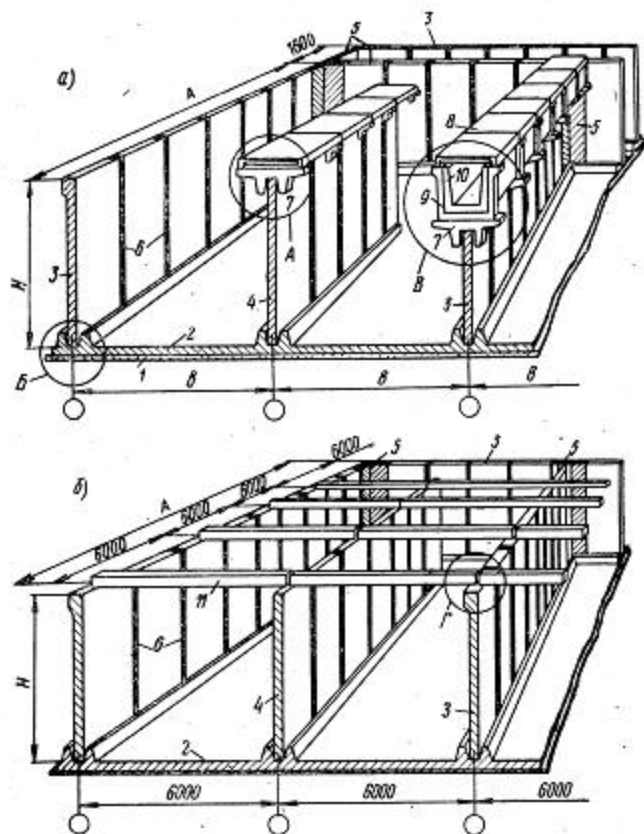
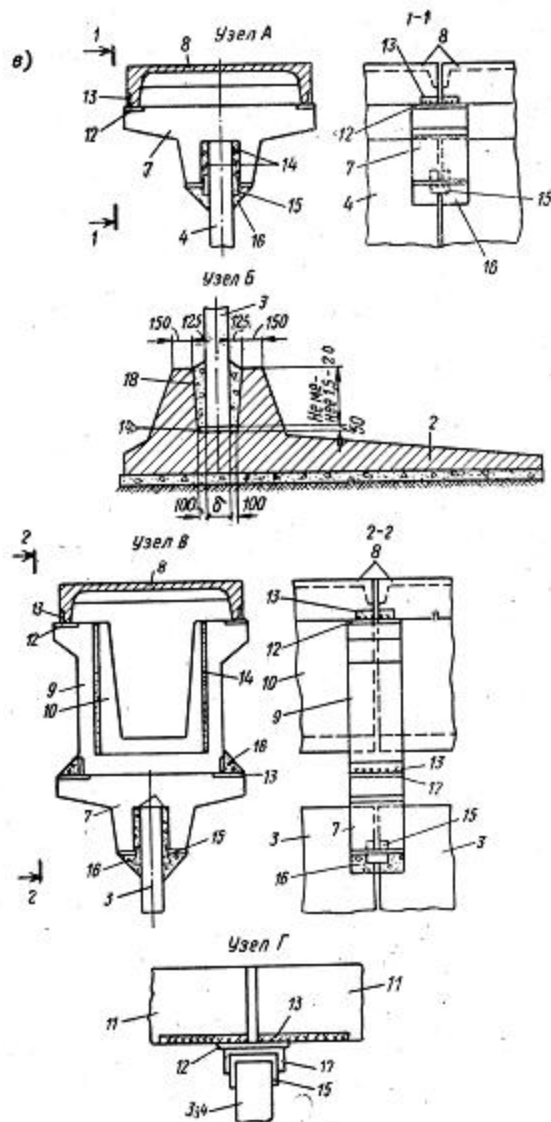


РИС. 4. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ОТКРЫТЫЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ЕМКОСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

а — вариант с консольными стенными панелями; б — вариант с балочными панелями; в — деталь узлов; 1 — бетонная подготовка; 2 — монолитное днище; 3 — стеновые панели; 4 — перегородочные панели; 5 — монолитные участки стен; 6 — стыки между панелями; 7 — поддерживающий элемент; 8 — плита размером 1,5×6 м; 9 — железобетонная муфта; 10 — лоток; 11 — распорка; 12 — закладные детали; 13 — сварной шов; 14 — цементный раствор; 15 — стальные клинья, приваренные после забивки; 16 и 18 — бетон марки 300 на мелком заполнителе; 17 — швеллер



живающие элементы седлообразного типа, закрепляемые на панелях забивкой и приваркой к их закладным деталям стальных клиньев при последующем замоноличивании зазоров цементным раствором. Элементы лотков опираются на поддерживающие элементы через железобетонные муфты, которые крепятся к этим элементам на сварке закладных деталей. Плиты, перекрывающие мостики и лотки (при совмещении их с ходовыми мостиками), также крепятся между собой и с указанными элементами. Стыки лотков, находящихся внутри емкости, замоноличиваются цементным раствором. Для крепления распорок в узлах их опирания на стеновые панели устанавливаются отрезки швеллера, закрепляемые на клиньях. Распорки привариваются к отрезкам швеллера, а стык между распорками заделывается цементным раствором. Во всех вариантах закрытых и открытых прямоугольных емкостных сооружений стыки между стеновыми панелями, а также участки стен, в их углах, приняты из монолитного железобетона.

Основным конструктивным элементом сборных сооружений являются стеновые панели. В зависимости от характера работы панелей в сооружении последние подразделяются на три разновидности: консольные, балочные и перегородочные. К консольным относятся стеновые панели, имеющие одну жестко защемленную опору внизу, к балочным — имеющие две неподвижные опоры: нижнюю жестко защемленную в днище и верхнюю, шарнирно связанную с покрытием, а к перегородочным — панели консольного типа, не воспринимающие нагрузок от одностороннего давления воды или грунта. Перегородочные панели предназначены для установки лотков с водой, ходовых мостиков с технологическими трубопроводами. Все три вида панелей предусмотрены плоскими с установкой в паз монолитного днища. Верхняя уширенная часть балочных панелей выполняет роль обвязочной балки. В открытых емкостных сооружениях, в которых применены балочные стеновые панели, опорами для обвязочных балок служат горизонтальные распорки, устанавливаемые по верху стен через 6 м на всю ширину емкости. При такой конструкции засыпку пазух грунтом необходимо производить одновременно с двух противоположных сторон емкости. В закрытых емкостных сооружениях роль опор обвязочных балок выполняют в одном направлении ри-

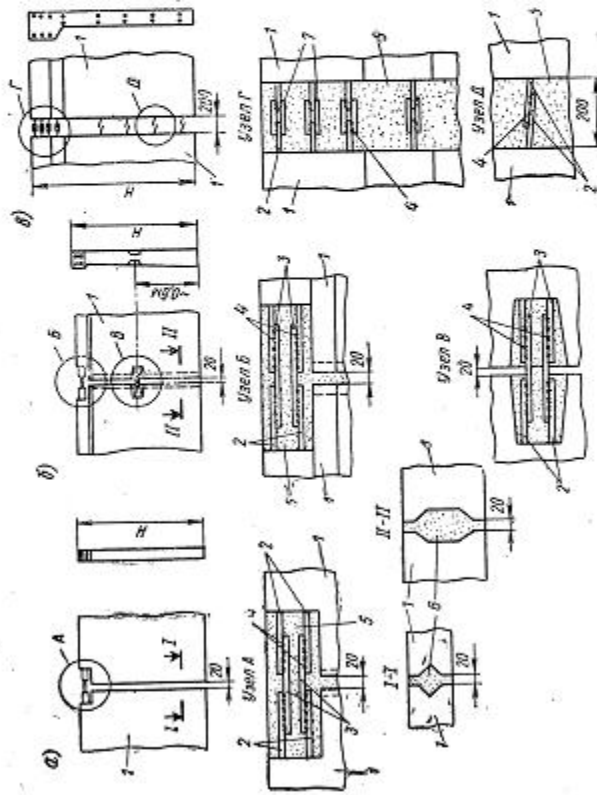
тели, образующие вместе с колоннами и стенами жесткие рамы, в другом направлении в качестве распорок используется жесткое покрытие, устраиваемое путем приварки закладных деталей плит к ригелям и стеновым панелям и заполнения швов между плитами бетоном. Сборные элементы различают по маркам, состоящим из буквенных и цифровых индексов (например, панели ПК-1-24; ПБ2-42-2; ПП1-36-1). Буквенный индекс означает тип элемента (панель консольная, балочная, перегородочная); первая цифра указывает порядковый номер типоразмера конструкции, вторая — высоту элемента (панели, колонны) в дециметрах, а третья — несущую способность элемента. При наличии в сборном элементе закладных деталей или отверстий в конце наименования марки вводится буквенный индекс (например, ПК-1-24-1А). В последние годы для монтажа емкостных сооружений начали применять сборные полимержелезобетонные стеновые панели, лотки, колонны, плиты и другие элементы, предложенные Донецким Промстройини-проектом\*.

Консольная и балочная панели рассчитаны на два вида загрузки, при которых гидростатическое давление жидкости может быть с любой стороны панели, а давление грунта и временные нагрузки на его поверхность — с одной (внешней) стороны панели. Перегородочные панели, которые предусматривают жесткую заделку в днище и свободный второй конец, рассчитаны на вертикальную нагрузку от заполненных водой лотков, ходовых мостиков с односторонним расположением на них технологических трубопроводов, а также на горизонтальную нагрузку от ветра, действующего на всю плоскость панели при незаполненной емкости.

Стеновые и перегородочные панели соединяются с монолитным днищем сооружений путем установки их в паз (башмак) и заполнения зазоров в стыке бетоном на мелком щебне. Величина заделки панелей в паз днища назначается в зависимости от диаметра их вертикальной арматуры, но для консольных панелей она должна быть не менее двух толщин панели со стороны заделываемого конца, а для балочных панелей — полутора толщин. Следует отметить, что стыки панелей с

\* Подробнее конструкции полимержелезобетонных сборных емкостных сооружений, а также методы их изготовления и монтажа описаны в IV главе книги.

РИС. 5. ДЕТАЛИ СТЫКОВ МЕЖДУ СТЕНОВЫМИ ПАНЕЛЯМИ В УНИФИЦИРОВАННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЯХ  
 а — при высоте панелей до 3 м; б — при высоте панелей 3,5 м; в — в остальных емкостях; 1 — стеновые панели; 2 — арматурные выпуски; 3 — накладки из стали; 4 — сварные швы; 5 — бетон марки 200 на мелком заполнителе; 6 — вибрированный цементно-песчаный раствор; 7 — накладки из арматурной стали



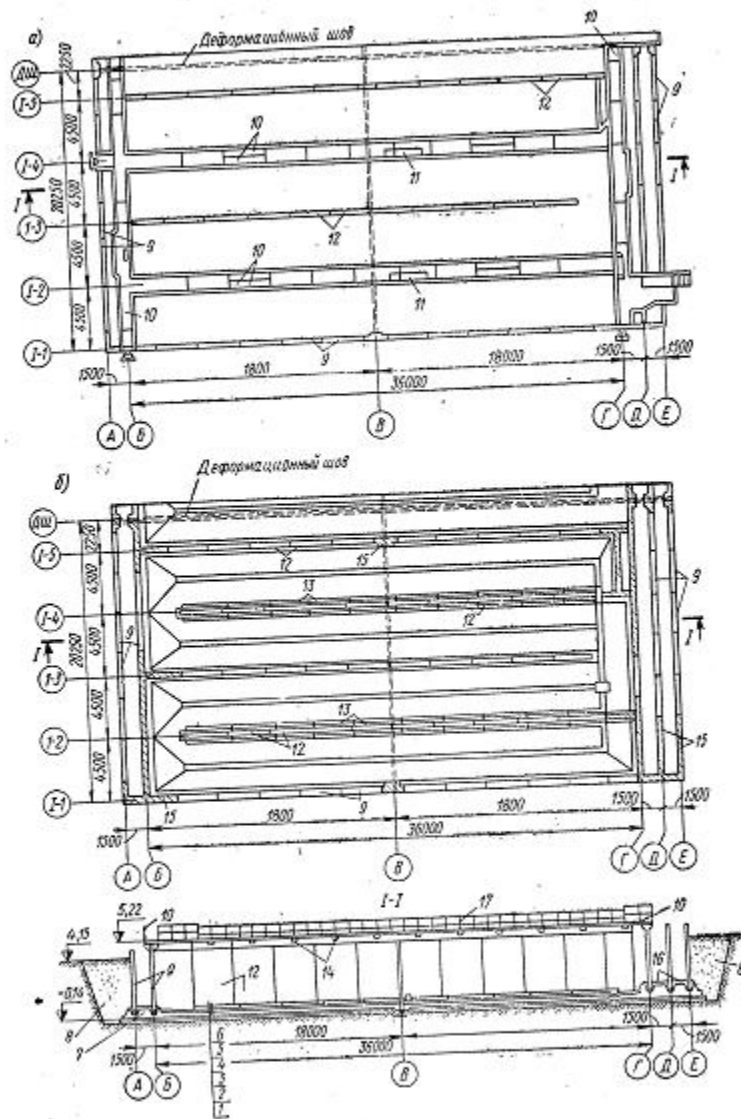
монолитным дном, а также панелей между собой являются наиболее ответственными и вместе с этим «слабыми» местами в конструкциях сборных емкостных сооружений. От качества их заделки практически полностью зависит эксплуатационная надежность сооружений, их жесткость, прочность и водонепроницаемость. Конструкции стыка стеновых панелей с монолитным дном, а также со сборными элементами покрытия рассмотрены уже выше (см. рис. 2 и 3), а типы стыков между стеновыми панелями в прямоугольных емкостных сооружениях приведены на рис. 5.

Стыки между перегородочными и консольными стеновыми панелями предусмотрены шпоночного типа. Панели консольного типа соединяются между собой в верхней части на сварке выпусков арматуры. При высоте панелей более 3 м предусматривается дополнительно сварка выпусков горизонтальной арматуры по середине высоты панели. После сварки арматурных стержней стыки тщательно заделываются цементным раствором, обеспечивающим защиту арматуры от коррозии.

Стыки между панелями балочного типа, которые применяются главным образом в емкостях для чистой воды, имеют ширину 200 мм и после сварки арматурных выпусков по всей высоте замоноличиваются плотным гидротехническим бетоном марки 300 при тщательном уплотнении глубинными вибраторами. Стыки между перегородочными панелями также имеют ширину 200 мм и заполняются бетоном после сварки горизонтальных арматурных выпусков на торцах панелей. Такое конструктивное решение объясняется тем, что водонепроницаемость стыков в перегородках не имеет существенного значения, поскольку жидкость всегда находится на одном уровне по обе стороны перегородки.

В качестве примера проектирования прямоугольных очистных сооружений из унифицированных стеновых панелей приведен типовой сборный аэротенк с коридорами шириной 4,5 м при общей его длине 36 м (рис. 6).

К специфическим сборным элементам очистных сооружений относятся элементы лотков. Унифицированные сборные лотки используются как для транспортирования жидкостей между отдельными очистными сооружениями, так и в самих сооружениях для различных технологических целей. В практике строительства очистных сооружений получили широкое применение унифициро-



ванные лотки двух основных разновидностей: прямоугольные и угловые. Прямоугольные лотки предназначены главным образом для транспортирования жидкостей в пределах площадки, на которой размещены очистные емкости. Они могут быть использованы также и в составе сооружений, например в аэротенках. Угловые лотки применяются в цилиндрических очистных сооружениях — радиальных и вертикальных отстойниках.

Среди прямоугольных емкостных сооружений особое место занимают резервуары, имеющие массовое применение в составе очистных сооружений. По поручению Госстроя СССР Союзводоканалпроект разработал на основе обобщения опыта проектирования и строительства емкостных сооружений унифицированные конструкции сборных железобетонных резервуаров различного объема для массового строительства. Унификация резервуаров выполнялась одновременно с унификацией емкостных сооружений систем водоснабжения и канализации, что позволило разработать и предложить для широкого применения типовые сборные конструкции и детали многоцелевого назначения.

Оптимальная расчетная высота резервуаров для воды емкостью до 500 м<sup>3</sup> составляет 3,6 м, емкостью свыше 500 м<sup>3</sup> — 4,8 м. Размеры прямоугольных резервуаров в плане приняты с учетом единой модульной системы кратными 6 м, что позволяет использовать для монтажа покрытий резервуаров ригели и плиты из числа типовых конструкций многоэтажных промышленных зданий. В прямоугольных резервуарах стены, фундаменты, колонны и плиты покрытия приняты сборными, а днище принято монолитным. Монолитное днище резервуаров предусмотрено из бетона марки 200 и выполняется плоским толщиной не менее 120 мм.

Стены прямоугольных типовых резервуаров предусмотрены из сборных плоских панелей, размеры которых определены исходя от высоты резервуара и расстояния

РИС. 6. ТИПОВОЙ СБОРНЫЙ АЭРОТЕНК С КОРИДОРАМИ ШИРИНОЙ 4,5 м ИЗ УНИФИЦИРОВАННЫХ ПЛОСКИХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ  
 а — монтажный план мостиков; б — монтажная схема стен; 1 — щебень, утрамбованный в грунт; 2 — бетонная подготовка; 3 — гидроизоляция горячим битумом; 4 — цементная стяжка; 5 — монолитное днище; 6 — слой торкрет-штукатурки; 7 — башмаки с пазами для установки стеновых панелей; 8 — обратная засыпка лагуз; 9 — стеновые панели; 10 — плиты мостиков; 11 — металлические площадки лестницы; 12 — панели перегородок; 13 — блоки фильтровых каналов; 14 — балки; 15 — монолитные участки стен; 16 — цементный раствор; 17 — ограждение мостиков



между вертикальными стыками. Номинальную ширину унифицированных стеновых панелей обычно принимают равной 3 м, а высоту — кратной 600 мм. Унифицированные стеновые панели прямоугольных резервуаров, армированные сварными сетками, имеют постоянную толщину по всей высоте. В верхней части панели предусмотрена обвязочная балка, которая воспринимает нагрузку от бокового давления грунта или воды и передает ее на распорный ригель покрытия. Сопряжение плоских панелей стен с монолитным дном в резервуарах осуществляется таким же образом, как и в ранее рассмотренных прямоугольных емкостных сооружениях.

Прямоугольная форма резервуаров с размерами в плане, кратными 6 м, позволяет, как уже отмечалось, использовать для покрытий типовые плиты и ригели промышленного строительства. Так, в типовых резервуарах применяются изделия по серии ИИ-20. Сборные ребристые плиты размером 1,5×6 м опираются на железобетонные ригели. По плитам покрытия устраивается цементная стяжка толщиной 20—30 мм и наносится двойная битумная обмазка. В резервуарах, предназначенных для питьевой воды, внутренние поверхности стен и днаща по гигиеническим соображениям оштукатуриваются цементным раствором с железнишем. В связи с тем что это весьма трудоемкая работа, при изготовлении панелей на заводах следует уделять необходимое внимание качеству поверхностей, обращенных в сторону жидкости.

**Сооружения из панелей с опорной «пятой».** В практике строительства сборных очистных сооружений и резервуаров наряду с унифицированными стеновыми конструкциями из типовых плоских панелей применяются также Т-образные стеновые панели, имеющие внизу опорную «пятую». Из таких панелей построено и много строится различных емкостных сооружений на Украине (в Донбассе и других районах). Опыт применения указанных панелей, а также опыт эксплуатации построенных комплексов сооружений подтвердили в целом целесообразность их практического применения. Конструктивный фрагмент сборного железобетонного резервуара из Т-образных стеновых панелей приведен на рис. 7.

Поскольку использование стеновых панелей с опорной пятой вносит некоторые изменения в общую конструкцию емкостных сооружений, а также в технологию

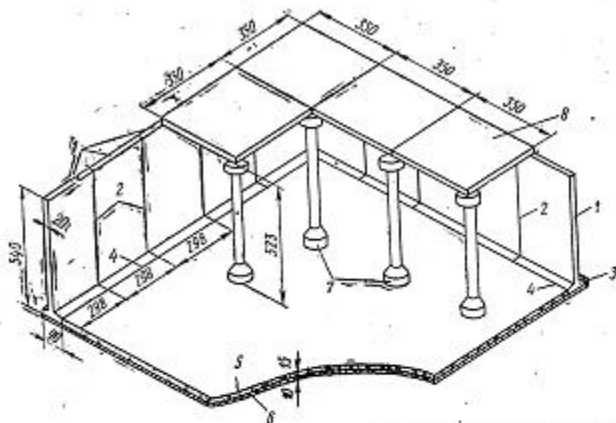


РИС. 7. КОНСТРУКТИВНЫЙ ФРАГМЕНТ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕЗЕРВУАРА ИЗ Т-ОБРАЗНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ (СТЫКИ ПОКАЗАНЫ УСЛОВНО)

1 — стеновые панели; 2 — стыки между панелями; 3 — «пятая» панели; 4 — стык между монолитным дном и сборными панелями; 5 — дно резервуара; 6 — бетонная подготовка; 7 — круглые колонны, совмещенные с подколонниками; 8 — сборные плиты покрытия

и организацию их монтажа, ниже приводятся примеры конструктивных решений ряда емкостных сооружений из панелей этого типа.

Стены резервуаров любой емкости монтируются из трех основных типоразмеров стеновых панелей — наружных рядовых, наружных угловых и панелей внутренних стен. Панели размером 5,4×2,98 м, толщиной 200 мм и массой 10 т имеют внизу опорную (фундаментную) «пятую» шириной 900 мм. Панели опираются «пятой» на бетонную подготовку, а затем стыкуются между собой и с монолитным дном. Стыки панелей наружных стен устраиваются путем замоноличивания арматурных петлеобразных выпусков (стык проф. Передерия), для чего панели устанавливаются друг от друга на расстоянии 250—300 мм (рис. 8).

Применяются также стыки без арматурных выпусков, где панели соединяются на сварке металлических закладных деталей, заложённых в боковых торцах панелей, при последующем замоноличивании шва, предварительно заармированного арматурным каркасом. Панели внутренней (средней) стены, разделяющей резервуар на два отделения, устанавливаются впритык друг к дру-

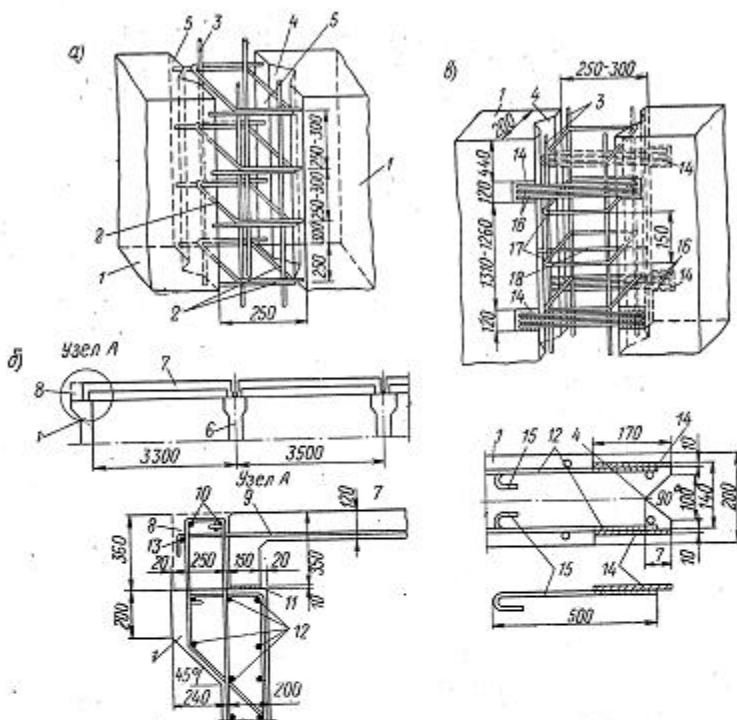


РИС. 8. ДЕТАЛИ СТЫКОВ МЕЖДУ СБОРНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ЕМКОСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ИЗ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ОПОРНОЙ «ПЯТОЙ»  
 а — вертикальный петлеобразный стык между панелями (тип стыка проф. Передерья); б — горизонтальный стык между панелями и плитами покрытия; в — вертикальный стык между панелями без арматурных выпусков; г — панели стен; 2 — петлеобразные выпуски арматуры; 3 — монтажные стержни; 4 — паз; 5 — насеченные поверхности; 6 — колонна; 7 — плита покрытия; 8 — монолитная обвязочная балка; 9 — арматура плиты; 10 — продольные стержни арматуры балки; 11 — цементный раствор; 12 — стержни арматуры панели; 13 — стержни обвязочной балки; 14 — закладные детали; 15 — анкеры стержни; 16 — три стержня диаметром по 16 мм; 17 — хомуты; 18 — фиксирующий стержень

гу (с зазором 20 мм), стыкуются на сварке закладных деталей и швы заделываются бетоном или цементным раствором. Для лучшего сопряжения панелей в их торцах устраивается треугольный вертикальный паз. По периметру резервуара, в месте опирания плит покрытия на стены, укладывается обвязочная балка. Стеновые панели с арматурой дна сопрягаются на сварке выпусков арматуры из торцов «пят» при последующем за-

монолитивании стыка в процессе бетонирования дна. Покрытие резервуаров монтируется из ребристых плит размером 3,5×3,5 или 3×6 м, опирающихся на квадратные колонны, устанавливаемые в подколоники либо на круглые колонны диаметром 300 мм, совмещенные с подколонниками\*.

Все трубопроводы и задвижки резервуаров сосредоточены в специально пристроенных камерах. Водонепроницаемость прохода трубопроводов через панели стен резервуаров обеспечивается устройством плотных сальников. Резервуары описанной конструкции обычно прямоугольные, двухсекционные, заглубленного типа, имеющие размеры: при емкости 6000 м<sup>3</sup> — 41,8×27,6×5,4 м и при емкости 10 000 м<sup>3</sup> — 41,8×48,6×5,4 м.

Горизонтальные отстойники в целях унификации и сокращения количества типоразмеров стеновых панелей, устраиваются с покрытием, имеющим продольный уклон, равный уклону дна. Такая конструктивная схема позволяет применить однотипные (по высоте) стеновые панели. Горизонтальные отстойники приняты коридорного типа с перекрытием их сборными железобетонными плитами. Панели стен коридоров приняты постоянной толщины (200 мм) и ширины (3 м) при двух их высотах — 5,4 и 4,6 м. Пролет коридоров, равный 6 м, позволяет перекрывать их непосредственно типовыми ребристыми плитами без применения балок и ригелей. Посредине длины отстойника устраивается температурно-осадочный шов, перекрываемый резиновой полосой (шпонкой) специального фигурного профиля, изготовленной из долговечной и высокопрочной резины. Конструкция стыков между стеновыми панелями, а также между панелями и монолитным дном такие же, как и в сборных резервуарах (рис. 9).

Конструктивная схема сборных фильтров приведена на рис. 10.

Сборными предусмотрены не только сами ячейки фильтров, но и весь каркас надземного здания, а также перекрытие галерей технологических трубопроводов, центральные и распределительные лотки в фильтрах и т. д. Ячейки фильтров монтируются из ⊥-образных стеновых панелей высотой 3,7—5 м и толщиной 200 мм при их массе соответственно 6,8 и 8,85 т. Конструкции

\* Предложенные Донбассканалстроем.

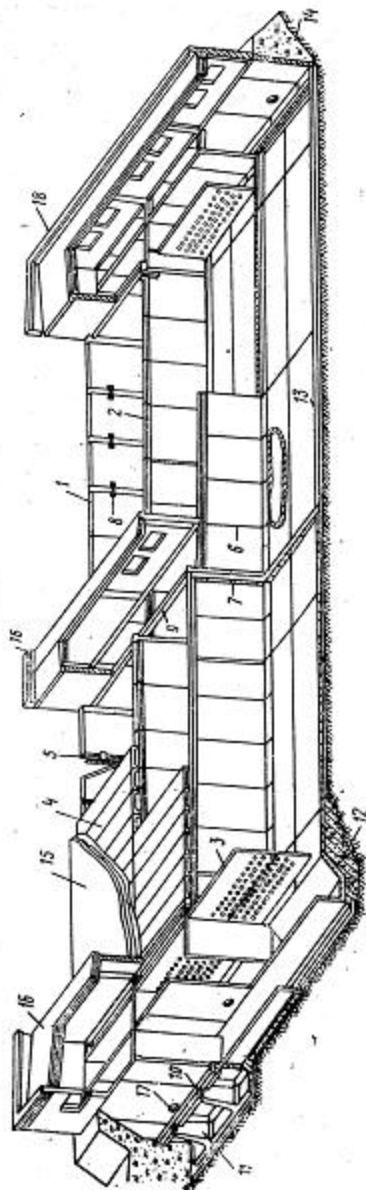


РИС. 9. СХЕМА СБОРНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТСТОЙНИКА

1 — стеновые панели наружные; 2 — панели средних стен; 3 — дзрычатая перегородка; 4 — плиты покрытия; 5 — замоноличиваемый петлеобразный стык; 6 — стык между панелями средних стен; 7 — температурно-осадочный шов с резиновой фигурной прокладкой; 8 — закладные детали; 9 — сборные балки; 10 — крепежные детали; 11 — контрфорсная стена; 12 — бетонная подготовка; 13 — монолитное днище; 14 — обратная засыпка стен; 15 — засыпка и одеревянка, покрытие; 16 и 18 — надземные павильоны; 17 — входные отверстия

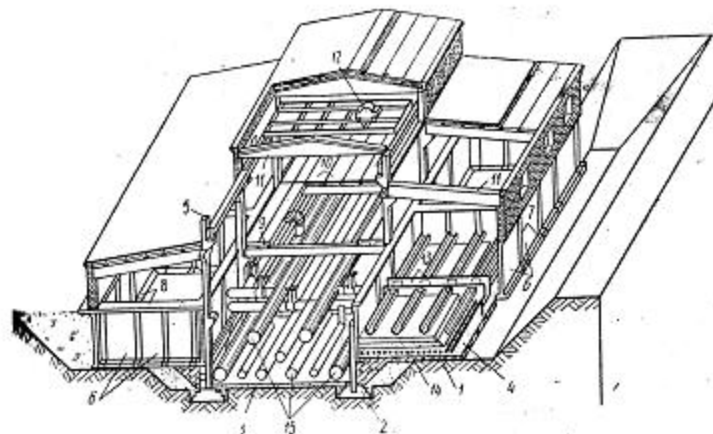


РИС. 10. СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ФИЛЬТРЫ

1 — бетонная подготовка и днище ячеек фильтров; 2 — фундаменты колонн; 3 — бетонная подготовка и днище в галерее технологических трубопроводов; 4 — сборные блоки; 5 — колонны здания фильтров; 6 — стеновые панели ячеек; 7 — стыки между панелями; 8 — монолитная обвязочная балка; 9 — балки перекрытия галереи трубопроводов; 10 — плиты перекрытия галереи; 11 — балки покрытия; 12 — мостовой подъемный кран; 13 — лотки и сборный промывной канал; 14 — загрузка фильтров; 15 — технологические трубопроводы

стыков решены аналогично сборным резервуарам. По периметру крупнопанельных стен ячеек устраивается монолитная обвязочная балка.

Камеры реакции представляют собой двухсекционный подземный прямоугольный резервуар с водоповоротным лабиринтом из железобетонных стоек и перегородок. Стены емкостей и струенаправляющие перегородки монтируются из тех же элементов, что и сборные резервуары и отстойники (рис. 11).

Смесители и затворные балки монтируются из стеновых панелей толщиной 150 мм. Наружные стены смесителя состоят из рядовых панелей размером  $3,15 \times 2,55 \times 0,15$  м L-образной формы, массой 3,5 т. Внутренние перегородочные стены предусмотрены из панелей такого же размера, но имеющих L-образную форму (для двухстороннего соединения «пяты» с монолитным днищем смесителя). Панели между собой, а также с днищем стыкуются на сварке арматурных выпусков, с последующим замоноличиванием швов. Затворные баки монтируются из трех основных типоразмеров стеновых панелей —

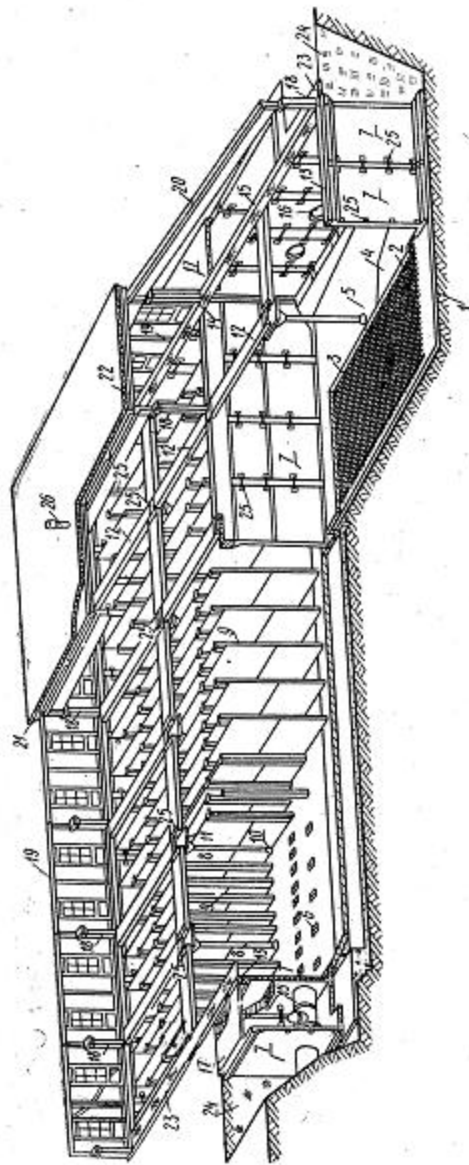


Рис. 11. СБОРНАЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ КАМЕРА РЕАКЦИИ

1 — бетонная подготовка; 2 — гидроизоляция; 3 — арматура днища; 4 — моноконтное днище; 5 — слой торкрета с затиркой и железнением; 6 — гнезда в днище для установки сборных стоек; 7 — стеновые панели камер; 8 — колонны; 9 — стойки; 10 — циркуляционные (струеоправляющие) перегородки; 11 — опорная плита; 12 — плиты мостика; 13 — монолитная обвязочная балка; 14 — мембранная (струеоправляющая) перегородка; 15 — камера задвижки; 16 — технологические трубопроводы; 17 — плиты перекрытия; 18 — колонны нависающие; 19 — стены нависающие; 20 — балки покрытия; 21 — карнизные блоки; 22 — плиты покрытия; 23 — отмостки; 24 — обратная засыпка; 25 — закладные детали; 26 — дефлектор

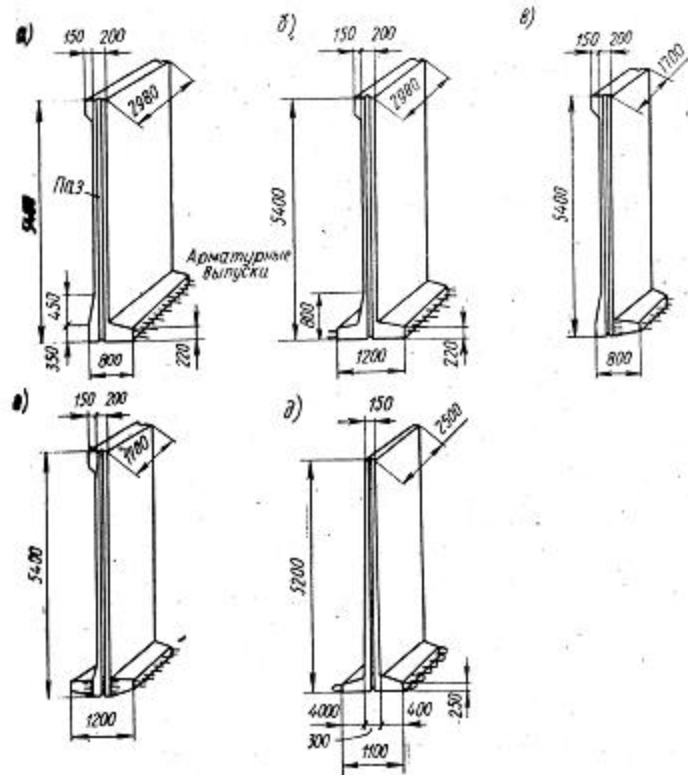


Рис. 12. УНИФИЦИРОВАННЫЕ СТЕНОВЫЕ ПАНЕЛИ С ОПОРНОЙ «ПЯТОЙ»

а — панель рядовая для наружных стен; б — панель рядовая для внутренних стен; в — панель угловая для наружных стен; г — панель угловая (со скосами «внутрь») для внутренних стен; д — панель для открытых емкостей

наружных продольных, наружных поперечных и панелей внутренних стен. Наружные панели имеют L-образную форму, а внутренние (поперечные) — I-образную. Размеры наружных продольных и внутренних поперечных панелей  $3,15 \times 2,7 \times 0,15$  м, а наружных поперечных —  $1,65 \times 2,7 \times 0,15$  м. Масса панелей колеблется от 2 до 4 т. Облицовка панелей метлахскими кислотоупорными плитками производится в процессе их изготовления в горизонтальном положении, что значительно облегчает внут-



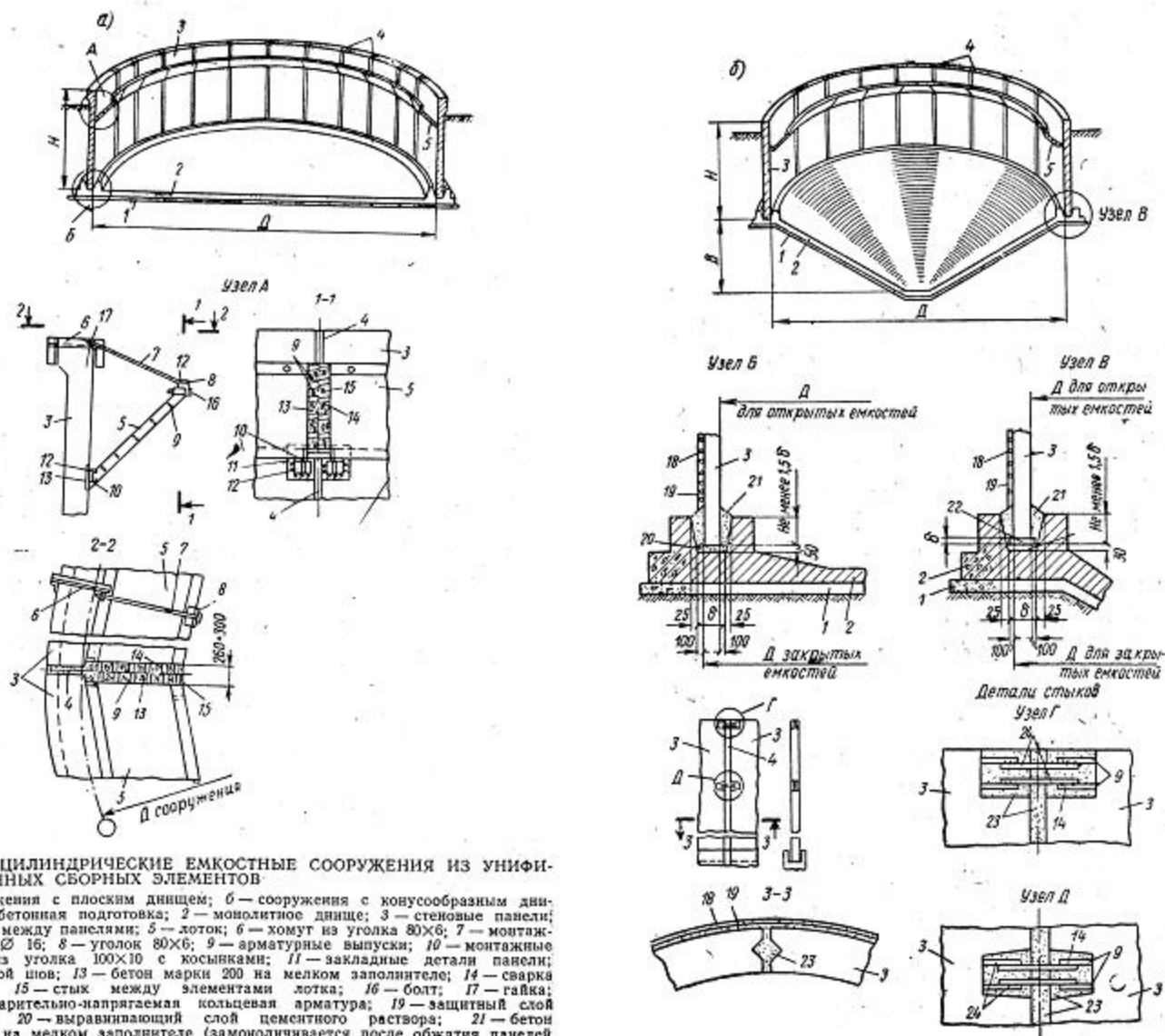


РИС. 13. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЕМКОСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ИЗ УНИФИЦИРОВАННЫХ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

а — сооружения с плоским дном; б — сооружения с конусообразным дном; 1 — бетонная подготовка; 2 — монолитное дно; 3 — стеновые панели; 4 — стыки между панелями; 5 — лоток; 6 — хомут из уголка 80x6; 7 — монтажная тяга  $\varnothing 16$ ; 8 — уголок 80x6; 9 — арматурные выпуски; 10 — монтажные столики из уголка 100x10 с косынками; 11 — закладные детали панели; 12 — сварной шов; 13 — бетон марки 200 на мелком заполнителе; 14 — сварка стержней; 15 — стык между элементами лотка; 16 — болт; 17 — гайка; 18 — предварительно-напрягаемая кольцевая арматура; 19 — защитный слой торкрета; 20 — выравнивающий слой цементного раствора; 21 — бетон марки 300 на мелком заполнителе (замоноличивается после обжатия панелей стен кольцевой арматурой); 22 — прокладка из резины; 23 — инфильтрованный цементный раствор; 24 — стыковые стержни

ренную облицовку баков. Типы унифицированных стеновых панелей с опорной «пятой», для монтажа основных водоочистных сооружений приведены на рис. 12.

### ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ СБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Общее конструктивное решение цилиндрических емкостных сооружений аналогично прямоугольным: днище выполняется из монолитного, а стены, лотки и перекрытие — из сборного железобетона (рис. 13).

В емкостях диаметром до 18 м из-за значительной кривизны стенки внутренняя и внешняя поверхности унифицированных панелей приняты криволинейными. Толщина этих панелей по всей высоте постоянна (кроме панелей высотой 3 и 3,6 м, которые разработаны двух разновидностей — с утолщением сверху и без него). Панели для емкостей диаметром 24—42 м имеют криволинейную внешнюю и плоскую внутреннюю поверхности с утолщением в верхней части, что необходимо для установки рельса вращающегося скребкового механизма.

Типовые панели данного типа разработаны применительно к цилиндрическим емкостям с напрягаемой кольцевой арматурой; поэтому горизонтальная арматура в них принята только из условий монтажных нагрузок.

Предварительно напрягаемая кольцевая арматура поверх стеновых панелей выполняется из высокопрочной проволоки, навиваемой на стенку при помощи навивочной машины, либо из стержневой арматуры. Выбор вида напрягаемой арматуры зависит от диаметра емкости, а также от наличия на стройке необходимого оборудования. Электротермический метод напряжения арматуры целесообразен при монтаже емкостей небольших диаметров. Навивку и натяжение напрягаемой кольцевой арматуры производят после замоноличивания стыков между стеновыми панелями и достижения раствором или бетоном прочности на сжатие не менее 70% проектной марки. Шаг между нитками напрягаемой арматуры определяется расчетом. Для высокопрочной проволоки он должен быть не менее 10 и не более 140 мм. Количество стержней кольцевой арматуры и величину ее натяжения принимают исходя из условия создания в бетоне остаточных сжимаемых напряжений

0,5—0,8 МПа при полной расчетной нагрузке от давления жидкости.

В цилиндрических емкостных сооружениях стыки между стеновыми панелями приняты шпоночного типа, аналогично прямоугольным сооружениям. Стеновые панели устанавливаются не вплотную друг к другу, а с зазором между ними для заполнения швов раствором в целях обеспечения обжатия стыков кольцевой арматуры и их герметичности.

Соприжение сборных панелей стен с монолитным днищем предусмотрено в основном таким же, как и в прямоугольных емкостях. Величину заделки панелей в паз принимают из расчета обеспечения необходимой анкеровки вертикальной арматуры, но не менее полутора толщин стеновой панели. В цилиндрических сооружениях открытого типа малых диаметров (до 9 м) стыки между панелями замоноличиваются гидротехническим бетоном марки 300 на мелком заполнителе, а в остальных сооружениях — цементно-песчаным раствором.

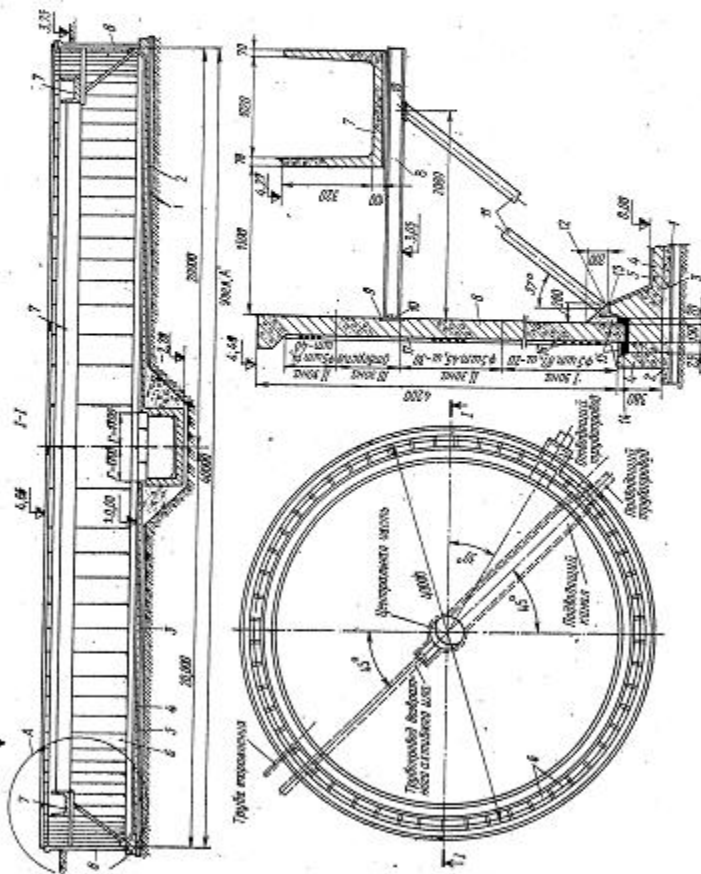
Навитую предварительно напряженную кольцевую арматуру защищают от коррозии и возможных механических повреждений. Для этого предусмотрено (после навивки арматуры) нанесение на наружную поверхность стенки торкретом двух слоев цементного раствора общей толщиной: 25 мм для заглубленных и 30 мм для наземных емкостных сооружений. При многослойной навивке каждый слой защищается отдельно.

В качестве примера практического применения унифицированных сборных конструкций при проектировании цилиндрических очистных сооружений показан типовой сборный радиальный отстойник диаметром 40 м (рис. 14).

В цилиндрических сборных резервуарах днище выполняется также монолитным. Для обеспечения трещиностойкости в днище создается предварительное обжатие бетона навивкой внизу стенки дополнительно напрягаемой кольцевой арматуры. В этих резервуарах конструктивно отличается узел сопряжения стеновых панелей с днищем. В резервуарах с необжатым днищем стеновые панели заделываются в паз монолитного днища аналогично прямоугольным резервуаром. Для свободного перемещения панелей в процессе обжатия стенки паз замоноличивают после окончания навивки предварительно напряженной кольцевой арматуры. Такая последователь-

РИС. 14. СХЕМА ТИПОВОГО СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РАДИАЛЬНО-ОТСТОЙНИКА ДИАМЕТРОМ 40 м

1 — щебень, утрамбованный в грунт; 2 — бетонная подготовка; 3 — слой битума 5 мм и цементная стяжка 25 мм; 4 — монолитная плита; 5 — штукатурка цементным раствором; 6 — стеновые панели; 7 — сборные элементы лотков; 8 — металлические кронштейны; 9 — стальные кронштейны; 10 — своркосы; 11 — металлические подкладки; 12 — слой брызжущие угости; 13 — слой брызжущие угости; 14 — слой брызжущие угости; 15 — ламинатный раствор; 16 — ламинатный раствор; 17 — слой торкрета 30 мм



ность работ позволяет обжать бетон стенки до заданной величины при меньшем количестве напрягаемой арматуры, чем при жестком сопряжении панелей с дном.

В цилиндрических резервуарах номинальная ширина стеновых панелей принята кратной числу  $\pi$ , а высота — кратной 600 мм. Для монтажа цилиндрических резервуаров используются типовые унифицированные стеновые панели.

Плиты покрытия цилиндрических резервуаров укладывают по сборным балкам, расположенным по концентрическим окружностям, отстоящим от центра резервуара на расстояниях, кратных 6 м. Балки опираются на колонны прямоугольного сечения, устанавливаемые на расстоянии 6 м друг от друга.

Кольцевую арматуру напрягают после достижения бетоном стыков прочности на сжатие не менее 70% проектной. Высокопрочную проволоку периодического профиля натягивают навивочными машинами (типа АНМ-5 или АНМ-12 конструкции ЭКБ Миннефтегазстроя). Электрический способ натяжения стержневой арматуры по техническим соображениям рекомендован для резервуаров диаметром до 30 м. Навитую кольцевую арматуру цилиндрических резервуаров защищают от коррозии. В проектах типовых резервуаров предусматривается защитный слой из торкрет-бетона. Следует отметить, что экономичная в целом конструкция цилиндрических сборных резервуаров не свободна от существенных недостатков, вызванных известной сложностью изготовления большого количества типоразмеров сборных элементов и трудоемкостью выполнения навивки кольцевой арматуры. Вероятно поэтому на практике цилиндрические резервуары строят редко.

При строительстве современных комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений применяются колодцы различного назначения. Обычно это сборные круглые колодцы из унифицированных деталей и элементов, включающих стеновые кольца, плиты дна, плиты перекрытия, опорные кольца (или специальные плиты) и чугунные люки, являющиеся своеобразными «малыми» цилиндрическими сооружениями.

Стеновые кольца унифицированных колодцев имеют внутренний диаметр 700, 1000, 1500 и 2000 мм. Номинальная высота колец 300, 600, 900, 1200 мм, что позволяет устраивать колодцы в широком диапазоне высот.

В стеновых кольцах предусмотрена возможность устройства проемов для пропуска трубопроводов. Если колодцы в нижней части устраиваются прямоугольными, то в пределах этой части они монтируются из унифицированных стеновых панелей прямоугольных емкостей. Верх опорного кольца, на который устанавливается чугунный люк, подгоняют к отметке проезжей части дороги. Плиты перекрытия разработаны двух марок: под нагрузку  $5 \text{ кН/м}^2$  при заглублении в грунт до 3 м и на остальные виды подвижных нагрузок при заглублении до 4 м. Марки плит различаются по количеству арматуры при сохранении принятых для типоразмера общих габаритов.

### **СБОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ НАДЗЕМНЫХ ЗДАНИЙ И ПАВИЛЬОНОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Как уже отмечалось, специфической особенностью рассматриваемых комплексов является то, что основные их сооружения (фильтры, отстойники, биофильтры, камеры реакции и др.) состоят из двух основных частей: емкостные водо- или стокоудерживающие железобетонные сооружения, заглубленные в землю, и надземные здания и павильоны, располагаемые над емкостями. Надземные здания и павильоны очистных сооружений строят капитального (промышленного) типа пролетами, кратными 6 м, с широким применением унифицированных сборных конструкций и деталей из типовых серий Госстроя СССР.

В последние годы в проектах типовых очистных сооружений стены надземных зданий стали предусматриваться из крупных панелей заводского изготовления. В основном это сборные стеновые панели размером  $1,2 \times 6 \text{ м}$  (по серии СТ-08-18). В связи с влажными условиями эксплуатации большинства зданий и павильонов очистных сооружений применяются трехслойные панели Ленинградского ПромстройНИИпроекта, состоящие из двух слоев железобетона марки 200 по 40 мм с утепляющей прослойкой между ними или железобетона марки 50, толщиной в зависимости от климатических условий района строительства.

Практика строительства показала, что более перспективными, легкими и дешевыми являются однослой-

ные панели из ячеистых бетонов. Применение таких панелей сдерживается их существенными недостатками: большим водопоглощением, высокой паропроницаемостью; недостаточной твердостью и пониженной жесткостью. Слоистые же конструкции панелей из-за недостаточного сцепления утеплителя с несущим слоем, большого расхождения в усадочных и температурных деформациях, скопления конденсата в непосредственной близости от контактной поверхности подвержены преждевременному расслоению и разрушению. Кроме того, раздельное приготовление и укладка тяжелого и легкого бетона значительно усложняют технологию изготовления таких панелей.

Поэтому для стен зданий очистных сооружений предпочтительнее однослойные панели с необходимым гидро- и термоизоляционным покрытием. В этом отношении заслуживают внимание предложенные Донецким ПромстройНИИпроектом стеновые панели из ячеистого бетона переменной плотности, пригодные для зданий с влажным режимом эксплуатации. Ячеистобетонные панели переменной плотности значительно легче и дешевле обычных панелей из легких бетонов и слоистых панелей, применяемых для зданий с влажным режимом эксплуатации\*.

Для зданий и павильонов водопроводных и канализационных очистных сооружений весьма эффективными могут быть разработанные Донецким ПромстройНИИпроектом сборные полимержелезобетонные стеновые панели размером  $1,2 \times 6 \text{ м}$ . Эти стеновые панели представляют собой комплексную конструкцию из легкого бетона и листового ребристого полимерного материала (полиэтилена). Применяются полиэтилены низкой плотности марки П-2003 по МРТУ 6-05-889-65 или 10203-003 по МРТУ 6-05-1085-69 с введением стабилизаторов и органических красителей. Жесткое соединение бетона панели с ребристым листовым полиэтиленом, изготовленным на экструзионной установке, обеспечивается втапливанием анкерующих ребер полиэтилена в бетонную смесь при формировании панели. Получаемая таким образом практически однородная стеновая панель обладает благодаря наличию полиэтиленового слоя необходимыми

\* Подробнее см. Гавриленко В. Н., Белецкий Б. Ф. Стеновые панели для зданий водопроводных станций. «Водоснабжение и санитарная техника», 1972, № 7.



тепло- и влагозащитными свойствами. Внутренняя фактура панелей получается абсолютно гладкой, устойчивых цветовых оттенков, допускающей многократный смыв пыли и грязи водой в период эксплуатации зданий. Институтом ЦНИИПромзданий Госстроя СССР разработаны конструкции стеновых полимержелезобетонных панелей, предназначенных для зданий с агрессивной средой и высокой влажностью (75%). Применение в панелях физиологически безвредного полиэтилена различной цветовой окраски расширяет выбор архитектурных решений интерьеров зданий очистных сооружений и создает в помещениях благоприятные санитарно-технические условия.

#### **СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ СБОРНЫХ ЕМКОСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Очистные сооружения являются ответственными водо- и стокосодержащими инженерными сооружениями. Поэтому к их конструкциям и деталям предъявляются особые и специальные требования как по прочности, устойчивости, так и по водонепроницаемости и морозостойкости, что в целом вызвано необходимостью учета технологического режима эксплуатации данных сооружений (гидравлические нагрузки, температура жидкости, цикличность работы сооружений) и воздействия на сооружения окружающей среды (температура наружного воздуха, сочетание влажности и температуры, наличие агрессивной среды и т. д.).

Бетон, применяемый для сборных элементов емкостных сооружений, должен обладать необходимой плотностью. Плотность бетона определяется его маркой по водонепроницаемости. Марка бетона по морозостойкости принимается в зависимости от типа сооружения и района его строительства.

При приготовлении бетона для конструкций очистных и емкостных сооружений необходимо применять цементы, удовлетворяющие требования ГОСТ 10178—62\* и имеющие марку не ниже 400.

При изготовлении сборных элементов для очистных сооружений особые требования предъявляются к качеству составляющих бетона. Нефракционированные и загрязненные заполнители (щебень, гравий), а также

природные гравийно-песчаные смеси применять нельзя. Сборные элементы рекомендуется изготавливать на заводах или полигонах в инвентарных металлических формах по агрегатно-поточной технологии на виброплощадках.

При изготовлении сборных элементов и особенно стеновых панелей сооружений следует выдерживать основные проектные геометрические размеры. Отклонения от проектных размеров при этом не должны превышать величин, обусловленных ГОСТ 13015—67\*. Отклонения от размера толщины защитного слоя бетона до арматуры принимают в пределах от +5 до —3 мм. Трещины в стеновых панелях, как правило, не допускаются. Лишь в особых случаях могут быть допущены поверхностные усадочные трещины шириной не более 0,05 мм. Поверхности изделий, обращенные внутрь емкости, должны иметь ограниченную шероховатость.

Отпускная прочность бетона сборных элементов в летнее время допускается не менее 70% проектной, а в зимнее — не менее 100%. Каждый изготовленный элемент должен иметь хорошо видимую маркировку, наносимую в соответствии с требованиями ГОСТ 13015—67\*, отражающую марку бетона по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости. Марки изделий состоят из буквенных и цифровых индексов. Буквенный индекс характеризует тип панели, первая цифра обозначает порядковый номер типоразмера, вторая — высоту панели в дециметрах и третья — ее несущую способность. При наличии в панели закладных деталей или отверстий вводят дополнительный буквенный индекс в конце марки. Марку бетона изделий по морозостойкости и водонепроницаемости указывает внизу, под чертой основной маркировки, например  $\frac{\text{ПК 1-48-1}}{\text{Мрз 150; В-4}}$ . В некоторых случаях на элементы наносят метки, указывающие положение их в сооружении.

Для оценки качества изготовленных изделий на предприятии-изготовителе производят отбор изделий и контрольные испытания на прочность и трещиностойкость (в соответствии с ГОСТ 8829—66). Партию панелей признают годной по прочности, если разрушение испытанных изделий произошло при нагрузке, равной или превышающей контрольную разрушающую нагрузку. Оценка трещиностойкости панелей обычно производят по ши-

рине раскрытия трещин, контрольная величина которой равна 0,1 мм. Панели признаются годными, если при контрольной нагрузке ширина раскрытия трещин превышает контрольную величину не более чем на 50%. Контроль плотности бетона производят в соответствии с ГОСТ 4800—59 «Бетон гидротехнический. Методы испытаний бетона», а контроль морозостойкости — ГОСТ 10060—62 «Бетон тяжелый. Методы определения морозостойкости».

### ТИПОВЫЕ ПРОЕКТЫ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОДОПРОВОДНЫХ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Переход к индустриальным методам монтажа очистных сооружений из унифицированных сборных элементов и деталей заводского изготовления требует осуществления их строительства преимущественно по типовым проектам, разработанным с учетом наиболее эффективной технологии очистки питьевой воды и стоков при сквозной унификации конструкций и деталей, пригодных для монтажа сооружений различных размеров и производительности. Широкое применение типовых проектов снижает затраты труда проектировщиков, способствует внедрению наиболее экономичных унифицированных сборных деталей и конструкций, сокращает сроки и стоимость строительства сооружений. Типовой проект сооружений обычно включает полный комплект рабочих чертежей, пояснительную записку и сметы.

Типовое проектирование водоочистных сооружений и их комплексов ведет Гипрокоммуводоканал МКХ РСФСР, Союзводоканалпроект Госстроя СССР и Укр-гипрокоммустрой МКХ УССР (Харьков). В последние годы к этому важному делу привлечен ЦНИИЭП инженерного оборудования городов Госгражданстроя СССР. По плану типового проектирования Госстроя СССР Гипрокоммуводоканал разработал серию типовых проектов комплексов водоочистных сооружений производительностью от 50 до 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В пределах указанного диапазона разработаны три основных типоразмера станций — на 100, 300 и 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Остальные промежуточные производительности обеспечиваются изменением числа секций, ячеек и блоков со-

ружений. Характеристика типовых комплексов приведена в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ТИПОРАЗМЕРЫ ТИПОВЫХ ВОДООЧИСТНЫХ СТАНЦИЙ

Производительность станции, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Размеры фильтров (в плане), м	Число фильтров	Площадь фильтрующей поверхности, м <sup>2</sup>	Размеры отстойника, м	
				длина	ширина
Типоразмер I (100 тыс. м <sup>3</sup> /сут)					
50 } 63 } 80 } 100 } 125 }	6×9	6	248	45	6
		8	331		
		10	414		
		12	497		
		16	662		
Типоразмер II (300 тыс. м <sup>3</sup> /сут)					
160 } 200 } 250 } 320 }	12×12	6	768	64	12
		8	1024		
		10	1280		
		12	1536		
Типоразмер III (500 тыс. м <sup>3</sup> /сут)					
400 } 500 }	12×12	16	2048	64	12
		20	2560		

В состав этих сооружений входят: блок реагентного хозяйства и подсобных помещений; блок отстойников и фильтров; сооружения для повторного использования промывной воды; резервуары; насосная станция II подъема; склады и др. Схема основных сооружений типовой станции производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут приведена на рис. 15.

Блок фильтров и отстойников общим размером 72×78 м (без блока служебных помещений) запроектирован из унифицированных сборных элементов. Блок скомпонован из двух полублоков, состоящих из 6 камер реакции размером 6×9 м, 6 коридоров горизонтальных отстойников размером 6×45 м и 6 ячеек скорых фильтров размером 6×9 м. Резервуары, включаемые в состав очистных станций, принимаются прямоугольного, заглубленного типа, по ряду, унифицированному Гипроспецпромстроем. Типовые резервуары, независимо от их ем-



жений, цокольных или подвальных этажей зданий, а также узлов примыкания к ним галерей, каналов, тоннелей, водоводов (в соответствии с рельефом площадки); разработки узлов примыкания отводов к сетям водоснабжения и канализации, теплофикации, энергоснабжения и связи, а также к транспортным коммуникациям.

В настоящее время типовые проекты сооружений водопровода и канализации, выполненные на высоком техническом уровне, широко используются в водохозяйственном строительстве. Так, по данным Центрального института типовых проектов (ЦИТП), на один типовой проект в год в среднем приходится 95 привязок по водопроводу и 84 по канализации. Использование типовых проектов вместо разработки индивидуальных позволило значительно сократить сроки и стоимость проектирования целого ряда конкретных объектов за счет уменьшения объемов проектных работ. Свыше 60% типовых проектов сооружений разработаны организациями СоюзводоканалНИИпроекта, ЦНИИЭП инженерного оборудования, Гипрокоммунводоканала и Гипроводхоза; назначенные Госстроем СССР головными институтами по типовому проектированию систем и сооружений водоснабжения и канализации.

СоюзводоканалНИИпроект разрабатывает сейчас большую часть типовых проектов, в том числе: водозаборных сооружений и насосных станций I подъема; насосных станций II подъема и оборотного водоснабжения; канализационных насосных станций; очистных сооружений по подготовке воды для производственных целей; очистных сооружений для обработки производственных сточных вод; железобетонных резервуаров, градирен.

ЦНИИЭП инженерного оборудования разрабатывает типовые проекты очистных сооружений: для хозяйственно-питьевого водоснабжения; для бытовых сточных вод, а также водонапорных башен, сооружений на сетях водопровода и канализации.

Гипрокоммунводоканал разрабатывает типовые проекты сблокированных очистных сооружений биологической очистки сточных вод, метантенков и др., а Гипроводхоз — сооружений для забора воды из артезианских скважин и шахтных колодцев, а также сооружений сельскохозяйственного водоснабжения.

Типовые проекты разрабатывают на отдельные сооружения или их блоки, из которых при необходимости может быть скомпонован требуемый комплекс сооружений. Разработка типовых проектов комплекса сооружений (например, очистных станций водопровода или канализации) признана нецелесообразной ввиду того, что такие типовые проекты не всегда могут учитывать всего встречающегося на практике разнообразия конкретных условий строительства сооружений. Количество типовых проектов непрерывно изменяется за счет разработки новых и исключения из числа действующих устаревших. По состоянию на 1 января 1973 г. насчитывалось 316 типовых проектов по водоснабжению и канализации, из них проектов водопроводных сооружений 193 и канализационных — 123. В последние годы разработан ряд новых типовых проектов, в том числе для очистки сточных вод (песколовки, аэротенки с низконапорной аэрацией, аэротенки-смесители, высоконагружаемые биофильтры, биофильтры с пластмассовой загрузкой, метантенки и др.).

Так как большинство типовых проектов водопроводных и канализационных сооружений разрабатывается высококвалифицированными организациями, технический уровень типовых проектов достаточно высок. Их широкое практическое применение повышает общий технический уровень проектирования и строительства сооружений и помогает избежать ошибок при разработке проектов специализированными проектными организациями. Однако при пользовании типовыми проектами не следует забывать, что нельзя допускать строительство объектов по устаревшим типовым проектам; необходимо своевременно вносить в них необходимые изменения. Строительство по исключенным из числа действующих типовым проектам может производиться лишь в течение одного года, считая с момента исключения.

Как уже указывалось, СоюзводоканалНИИпроект при участии ряда других институтов разработал унифицированные габаритные схемы сооружений водопровода и канализации, послужившие базой для разработки «Унифицированных сборных железобетонных конструкций водопроводных и канализационных емкостных сооружений» серии 3.900-2, утвержденной в 1968 г. Госстроем СССР.

Выпуск этой серии оказал большое положительное



воздействие на типовое проектирование емкостных сооружений. До выхода серии типовые проекты емкостных сооружений водоснабжения и канализации включали более 900 типоразмеров различных сборных железобетонных элементов. Серия 3.900-2 содержит всего 92 типоразмера изделий заводского изготовления, из которых могут монтироваться практически все типы прямоугольных и цилиндрических емкостных сооружений, колодцев и лотков. Благодаря применению изделий названной серии сборность емкостных сооружений, имеющих покрытия (горизонтальные отстойники, резервуары), достигла 50—60% и открытых емкостных сооружений (аэротенки, радиальные отстойники, нефтеловушки) — 30—40%. Действующие в настоящее время типовые проекты емкостных сооружений водопровода и канализации разработаны с применением изделий по серии 3.900-2. Широкое применение сборных типовых конструкций, опыт строительства очистных сооружений, а также проведенные научные исследования, эксперименты и проектные проработки открывают большие возможности для дальнейшего совершенствования индустриализации строительства емкостных сооружений.

### **Глава III. МЕТОДЫ МОНТАЖА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, МЕХАНИЗМЫ, МАШИНЫ, ИНВЕНТАРЬ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИХ ВОЗВЕДЕНИИ**

#### **МЕТОДЫ МОНТАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СООРУЖЕНИЙ**

Монтаж строительных конструкций очистных сооружений представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных между собой производственных процессов, которые в общем случае по своей значимости можно подразделить на основные, вспомогательные и отделочные.

К основным относятся: подготовка опорных поверх-

ностей стеновых панелей и фундаментов, укрупнительная сборка конструкций и их установка в проектное положение.

Вспомогательными процессами являются: транспортирование сборных элементов на строительную площадку (приобъектный склад), разгрузка, сортировка, проверка их общего состояния и подача на монтаж, устройство и разборка подмостей (если они необходимы). При организации монтажа сооружений «с колес», т. е. непосредственно с транспортных средств, процессы разгрузки, сортировки и подачи конструкций на монтаж исключаются, так как их доставляют в зону работы монтажного крана.

К отделочным процессам относятся: выверка конструкций, если она выполняется после их установки, а не одновременно, постоянное (проектное) крепление стыков сборных конструкций, антикоррозионная защита сварных соединений деталей стыков, окраска стальных конструкций, торкретирование, затирка и железнение бетонных поверхностей в емкостях, навивка кольцевой арматуры на стены цилиндрических сооружений, защита ее от коррозии и т. п.

В комплексе основных, вспомогательных и отделочных процессов ведущим является установка конструкций в проектное положение (собственно монтаж), которому должны быть подчинены все остальные процессы. Сам этот процесс включает в себя следующие операции: подготовка элементов к подъему, строповка их, подъем, наводка и установка в проектное положение, выверка, временное или постоянное (монтажное) крепление в стыках, расстроповка.

В зависимости от типа применяемой монтажной оснастки, конструкций стыков и условий обеспечения устойчивости элементов (например, плоских стеновых панелей и панелей с опорной «пятой») их выверку можно производить в процессе установки, когда элемент удерживается краном, или после установки, при временном его закреплении. Трудоемкость выполнения процессов и операций монтажа сооружений зависит от их вида, а также качества изготовления сборных элементов, технологичности конструкций, подготовки производства, уровня механизации, методов монтажа, организации производства и труда и других факторов.

Методы монтажа (установки) конструкций зависят

от: степени укрупнения монтажных единиц перед подъемом; последовательности их установки, конструктивных особенностей сооружений и работы конструкций в процессе монтажа; способа установки конструкций на опоры; способа наводки (подводки) конструкций; точности их установки.

В зависимости от последовательности установки сборных элементов сооружений их монтаж может быть произведен раздельным, комплексным (сосредоточенным) или комбинированным методом.

**При раздельном методе** элементы монтируют последовательными потоками: сначала все стеновые панели, затем все подколоники, колонны, циркуляционные перегородки, после чего ригели, балки и плиты покрытия.

**При комплексном методе** за один проход крана последовательно устанавливают все элементы сооружения или его секции (ячейки) — стеновые панели, подколоники, колонны, циркуляционные перегородки, лотки, ригели, балки и плиты покрытия, что позволяет вслед за монтажом конструкций на определенном участке сооружения вести последующие строительные работы — замоноличивать стыки, бетонировать монолитные участки стен и т. п.

**При комбинированном методе** часть сборных элементов, например стеновые панели, устанавливают раздельно, а подколоники, колонны и другие — за один проход крана, т. е. комплексно. Применяя раздельный метод, бригада монтажников монтирует практически только одноименные конструкции, что способствует повышению производительности их труда. Вследствие того что при этом методе для монтажа определенного вида сборных элементов могут быть применены краны соответствующей грузоподъемности, улучшается использование кранов по грузоподъемности. Этот метод благодаря возможности многократного использования в общем потоке монтажа одних и тех же приспособлений (строп, траверс и др.) создает также лучшие условия для ритмичной работы монтажного крана. Недостатком же этого метода является некоторое сдерживание общих темпов монтажа сооружения и медленное предоставление фронта работ для последующих строительных процессов.

При комплексном методе монтажа быстрее открывается фронт для выполнения последующих строительных процессов и для монтажа необходимого технологи-

ческого оборудования сооружения, что сокращает общие сроки его строительства.

При комбинированном методе, сочетающем элементы раздельного и комплексного, удачно используются преимущества обоих методов.

Монтаж очистных сооружений, насыщенных сборными конструкциями в стесненных условиях котлована затрудняет многократный заезд крана в котлован для раздельного монтажа конструкций, поэтому здесь применяют комплексный или комбинированный метод. Последовательность монтажа конструкций назначают в зависимости от конструктивной схемы сооружения, наличия на площадке соответствующего монтажного оборудования, устойчивости конструкций во время монтажа, а также учитывая экономические соображения и очередность сдачи сооружений в эксплуатацию.

Однако при любом способе монтажа на всех стадиях должны быть обеспечены устойчивость смонтированной части сооружений, комплектность установки конструкций, безопасность монтажных работ и наиболее полное использование монтажных кранов. Монтажные работы следует вести в две смены с использованием третьей смены для разгрузки и складирования непосредственно у мест монтажа подвизимых конструкций.

В зависимости от способа наводки монтируемого элемента на опоры различают методы монтажа: свободный, усовершенствованный и принудительный или точный. При строительстве очистных сооружений чаще всего применяют свободный метод монтажа, при котором наводку сборного элемента на опору (место установки) осуществляют направляющими движениями стрелы крана в процессе свободного перемещения элемента.

Принудительный или точный метод монтажа предполагает применение специальных кондукторов, позволяющих значительно повысить точность монтажа, сократить время и затраты труда (до 60%), снизить стоимость установки сборных элементов.

В зависимости от точности установки конструкций применяют монтаж с выверкой (рихтовкой) их перед приваркой постоянных монтажных креплений в стыках и безвыверочный. Бывыверочный монтаж, т. е. установка конструкций без последующей их рихтовки, возможна при повышенной точности изготовления сборных элементов и соответствующей подготовке фундаментов

и пазов (башмаков). Она обеспечивает наиболее высокие темпы и качество монтажа.

Таким образом, методы монтажа в значительной мере определяют технологию производства монтажных работ. Выбор методов монтажа следует осуществлять с учетом особенностей конструкции возводимого сооружения, конкретных условий строительства очистных сооружений и основных технико-экономических показателей: продолжительности, трудоемкости и стоимости единицы монтажных работ.

Строительство современных комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений представляет собой комплексно-механизированный процесс их сборки и монтажа из типовых унифицированных сборных элементов и деталей заводского изготовления, при котором широко используются необходимые монтажные машины и механизмы, а также различные приспособления, инвентарь и оборудование. Причем все разнообразие используемых монтажных машин, приспособлений и оборудования можно сгруппировать на следующие их три группы: простейшие механизмы, монтажные краны и монтажные приспособления, инвентарь и инструменты.

#### ПРОСТЕЙШИЕ МОНТАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

К простейшим механизмам относятся блоки, полиспасты, лебедки, домкраты и т. п. Поскольку они самостоятельно при монтаже сооружений используются довольно редко, а чаще в комплексе с основными монтажными механизмами (кранами) или же на вспомогательных операциях, приведем только краткие их технические характеристики.

**Блоки** однорольные, двухрольные и многорольные применяют в полиспастах и простейших подъемниках. Блоки выпускают следующих типов:

Типы блоков	Диаметр роликов, мм	Грузоподъемность, т	Масса, кг
Однорольные . . . . .	90—300	0,5—10	1,65—78,7
Двухрольные . . . . .	250—400	10—15	81,3—206
Многорольные . . . . .	250—400	15—50	135—670

**Полиспасты** применяют либо в качестве самостоятельного простейшего грузоподъемного устройства, либо составной части грузоподъемных машин. Они выпускаются с числом роликов от 1 до 10 при их диаметре 210—450 мм с использованием стальных канатов диаметром 13—28 мм. Грузоподъемность полиспастов колеблется от 1,43 до 56,5 т.

**Лебедки** на монтажных работах используются как самостоятельные грузоподъемные механизмы, а также в составе монтажных кранов. Различают лебедки ручные, зубчато-фрикционные и электрические. Промышленность выпускает лебедки с тяговым усилием 0,5—15 т при массе их 37—4600 кг. Для закрепления лебедок служат **якоря**, которые бывают подземные (деревянные и железобетонные), поверхностные и свайные.

**Домкраты** применяют реечные, винтовые и гидравлические с грузоподъемностью соответственно 3—10, 5, 20, 50—200 т.

#### МОНТАЖНЫЕ КРАНЫ

Очистные емкостные сооружения, учитывая характерную для них сложную конструкцию, сравнительно большие размеры в плане и незначительную высоту (5—7 м), при максимальной массе сборных элементов в пределах 7—10 т целесообразно монтировать мобильными маневренными стреловыми кранами на гусеничном или пневмоколесном ходу. Эти краны способны передвигаться вблизи монтируемых конструкций, в том числе по кривым с малым радиусом закругления, что позволяет обходиться небольшим числом кранов с минимальным вылетом стрелы. Для монтажа конструкций сооружений широко применяются самоходные стреловые краны грузоподъемностью 4—25 т, в том числе: автомобильные (К-61; К-45; К-69; МКА-6,3; СМК-7; АК-7,5; К-104; МКА-16); пневмоколесные (К-124; К-161; К-166; МКП-16; МКП-25; К-255); гусеничные (МКГ-6,5; Э-505А; Э-651; Э-652; МКГ-10; Э-801; Э-10011; Э-1004; Э-1003; МКГ-16; МКГ-20; Э-1252; Э-1258; Э-1254; СКГ-25) и др. Указанные мобильные краны с основной стрелой, оснащенной крюком, используются на погрузке и разгрузке железобетонных деталей и конструкций с транспортных средств и на монтажных работах. На площадках очистных сооружений как

более легкие и маневренные широко применяются стреловые краны различной грузоподъемности на автомобильном и пневмоколесном ходу.

Кроме стреловых кранов при возведении очистных сооружений, в особенности их надземных зданий и павильонов, используются башенные и в ряде случаев козловые краны. В котлованах для монтажа фундаментов, стеновых блоков, стеновых панелей емкостей успешно могут применять стреловые рельсовые краны. На укладке коммуникаций внутриплощадочных водоводов а также монтаже колодцев используются краны на базе трактора (тракторные краны и краны-трубоукладчики).

**Автомобильные краны.** Большинство самоходных кранов этого типа оснащено сменными удлиненными стрелами, гуськами, а также башенно-стреловым оборудованием. Автомобильные краны выпускаются на базе серийных грузовых автомобилей. В настоящее время отечественная промышленность серийно выпускает автомобильные краны грузоподъемностью 4; 6,3; 10, 16 т. Кроме того, на строительных площадках сооружений используется большое количество ранее выпускавшихся автомобильных кранов грузоподъемностью 2,5; 6; 7,5 т. Поскольку данные о грузоподъемности, вылете стрелы, высоте подъема крюка, скорости подъема груза и других монтажных характеристиках для различных марок автомобильных и других кранов приведены в специальных справочниках и пособиях, в данной книге они не приводятся. Автомобильные краны могут перемещаться по любым, в том числе грунтовыми дорогам, преодолевать подъемы до 20°. Благодаря высоким скоростям передвижения таких кранов, их можно использовать на монтаже нескольких комплексов очистных сооружений, расположенных на значительных расстояниях друг от друга. В целях ограничения монтажных нагрузок на шасси и обеспечения устойчивости крана они оснащены дополнительной рамой с выносными опорами, работающей в качестве основания при подъеме конструкций максимальной массы. При работе без опор грузоподъемность этих кранов уменьшается на 80%. Для некоторых кранов работа без выносных опор поэтому вообще не рекомендуется. Конструкция кранов позволяет совмещать следующие рабочие движения: подъем и опускание крюка или стрелы с вращением поворотной платформы.

**Пневмоколесные краны.** Самоходные стреловые пнев-

моколесные краны отличаются от автомобильных повышенной грузоподъемностью, но несколько меньшей мобильностью, включая скорости передвижения. В зависимости от грузоподъемности крана общее количество мостов ходовой части применяется от двух до четырех. Выпускаются пневмоколесные краны грузоподъемностью 10; 16; 25; 40; 63; 100 т при размещении силовой установки на поворотной платформе. Краны с силовой установкой на ходовой части в виде полуприцепа к одноосному тягачу выпускаются опытными образцами (МКП-30) грузоподъемностью 30 т и образцами головной партии (МКП-40) грузоподъемностью 40 т.

На монтаже сборных конструкций очистных сооружений широко применяются пневмоколесные краны грузоподъемностью 10; 16; 25 т.

**Гусеничные краны.** Гусеничные краны обладают хорошей проходимостью и маневренностью; они могут работать и передвигаться с грузом на крюке (при продольном положении стрелы относительно ходовой части). Среднее удельное давление на грунт составляет 50—240 кПа, что делает гусеничные краны основными монтажными машинами при строительстве водопроводных и канализационных сооружений. Учитывая незначительные скорости передвижения гусеничных кранов своим ходом, их с объекта на объект перевозят автомобильными тягачами на трейлерах или других пневмоколесных грузовых прицепах.

Гусеничные краны выпускают трех типов. К первому относятся универсальные экскаваторы-краны со сменным крановым оборудованием грузоподъемностью 6,3—63 т, в том числе с улучшенными эксплуатационными характеристиками для работы на монтаже конструкций (дизельные Э-303Б, Э-652Б, ЭО-6112Б или Э-1252Б, Э-10011А), электрические с питанием от внешней сети (ЭО-6111Б или Э-1251Б, Э-2505, ЭО-7111 или Э-2503). Ко второму типу — стреловые самоходные краны на базе экскаваторных узлов: дизельный с независимым движением стрелы (Э-1258Б) и дизельный (Э-2508). К третьему типу относятся стреловые самоходные краны грузоподъемностью 6,3—160 т.

**Башенные краны.** Это свободно стоящие поворотные краны грузоподъемностью 3—10 т со стрелой, закрепленной в верхней части вертикальной башни, которая может передвигаться по рельсовому пути.



Краны с поворотной головкой имеют контргрузовую консоль с контргрузом на конце, иногда портал, с которым соединены башня и ходовые тележки. Краны с поворотной башней снабжены поворотной платформой с необходимыми механизмами и контргрузом.

**Стреловые рельсовые краны.** Краны этого типа, не имеющие башни, предназначены для возведения подземной части зданий и сооружений; они широко могут быть применены для монтажа сборных конструкций вытянутых в плане емкостных сооружений, таких, например, как горизонтальные отстойники, фильтры, аэротенки и т. п.

**Козловые краны.** Краны этого типа особенно эффективны при монтаже сооружений значительной протяженности (например, крупных горизонтальных отстойников, фильтров, аэротенков и др.).

Козловые краны серии К-122, К-152, К-182, К-202, К-305 (К-302), К-405 (К-402), К-505 (К-502), К-182Н и К-305Н выпускаются грузоподъемностью 12—50 т, пролетом 20—44 м при высоте подъема крюка 10,5 м. Они имеют одинаковую конструкцию, за исключением кранов К-122, К-152 и К-202, которые имеют лишь одну лебедку для подъема груза, меньшую высоту опор (ног) и наибольшее приближение крюка к опорам (1,2 м против 1,6 м).

**Тракторные краны.** Краны на базе трактора применяются на погрузочно-разгрузочных работах, монтаже строительных конструкций и технологического оборудования сооружений, а также на специальных работах: устройстве водопроводных и канализационных колодцев, камер-переключений, укладке труб водопроводов (краны-трубоукладчики), монтаже опор линий связи и электроснабжения на площадке очистных сооружений.

Основной базовой машиной кранов является гусеничный трактор С-100 (на старых марках С-80). Краны в зависимости от длины стрелы и применения выносных опор имеют грузоподъемность в пределах 0,8—7 т.

#### • МОНТАЖНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНВЕНТАРЬ И ИНСТРУМЕНТЫ

При монтаже очистных сооружений используются различные монтажные приспособления, инвентарь и ин-

струменты, облегчающие труд монтажников. Во многих монтажных приспособлениях главнейшей составной частью являются стальные канаты и детали их крепления (коуши и сжимы, грузовые захваты-крюки и карабины, жесткие тяги, стальные муфты и цепи).

**Канаты** для монтажных работ применяют пеньковые и стальные. Пеньковые (по ГОСТ 483—55) применяют только на вспомогательных операциях (для оттяжек, расчалок и т. п.). Чаще используются стальные канаты. Их применяют для подъема и перемещения элементов, для оснастки грузоподъемных механизмов, запасовки полиспастов, изготовления стропов, оттяжек, вант и т. п.

На монтажных работах применяются в основном шестипрядные стальные канаты с пеньковым или искусственно-волоконистым сердечником. Канаты различают по маркам: ТК — с точечным касанием проволок в прядях, ЛК — линейным и ТЛК — точно-линейным. Чем больше проволок в каждой пряди каната при одном и том же диаметре, тем большей гибкостью обладает он. Поэтому для монтажных работ рекомендуется применять преимущественно канаты типа ЛК и ТЛК. При этом лучше всего использовать канаты крестовой свивки, так как канаты односторонней свивки легко раскручиваются, сплющиваются и быстрее изнашиваются.

Диаметры канатов колеблются от 7,7 до 37,5 мм. Требуемый диаметр каната подбирают в зависимости от действующего усилия с учетом коэффициентов запаса прочности, установленных Государственной инспекцией Котлонадзора. В процессе монтажных работ нельзя допускать перегрузки каната, рывки и резкое торможение при подъеме и опускании сборного элемента.

**Коуши** закладывают в петли при креплении крюков для предохранения канатов от сплющивания и перетирания. Они представляют собой грушевидное металлическое кольцо с желобом.

**Сжимы** применяют для сращивания концов канатов или для крепления их при устройстве петель. Сжимы, или, как их еще называют, «клипсы» выполняют в виде хомутов на болтах. Чтобы обеспечить необходимую прочность соединения, канат сжимают сжимами на одну треть его диаметра, так как под действием груза канат (особенно новый) вытягивается и уменьшается в диаметре. Число сжимов и расстояние между ними устанавливают в зависимости от диаметра каната.

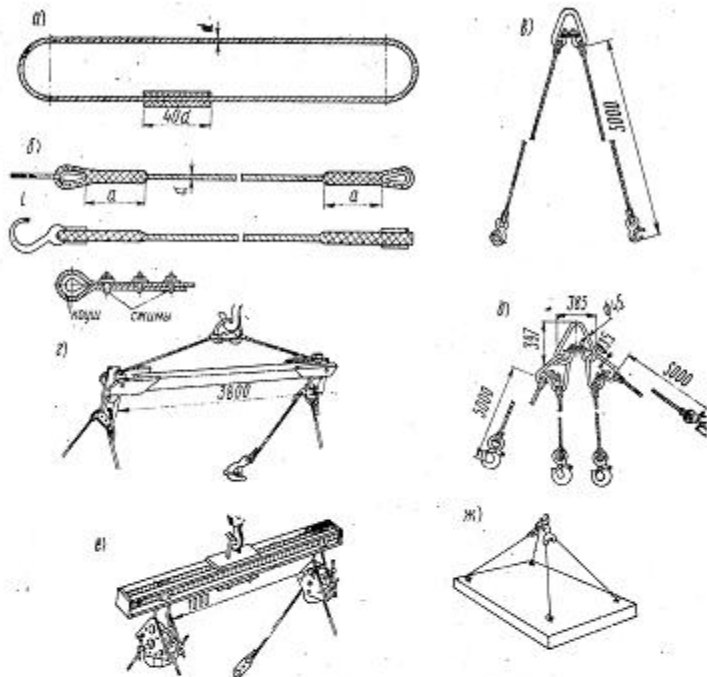


РИС. 16. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТРОПОВКИ СВОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (СТРОПЫ И ТРАВЕРСЫ)

а — универсальный строп; б — облегченный строп с крюком и петлей; в — строп двухветвевой; г — траверса для монтажа плит покрытия; д — строп четырехветвевой; е — траверса универсальная; ж — пример строповки плиты покрытия

Стропы служат для захвата элемента и подвески его на крюк или петлю крана. В монтажных работах применяют стропы бесконечные или универсальные и стропы с заделанными концами или облегченные (рис. 16)

Необходимое сечение стропа подбирают по допустимому усилию с учетом нормативного запаса прочности стропа, количества ветвей и угла их наклона. В зависимости от длины, массы и формы поднимаемого элемента применяют стропы в одну, две, четыре и более ветвей. При подъеме конструкций стропом из нескольких ветвей общее усилие распределяется между ними

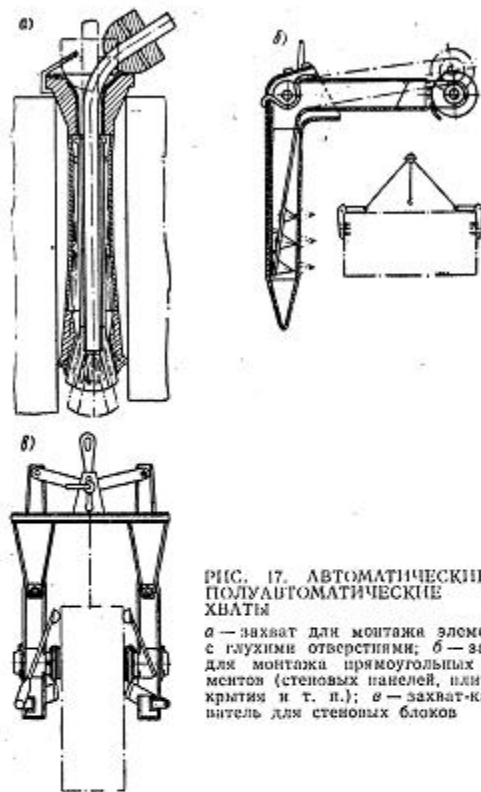


РИС. 17. АВТОМАТИЧЕСКИЕ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ ЗАХВАТЫ

а — захват для монтажа элементов с глухими отверстиями; б — захват для монтажа прямоугольных элементов (стенных панелей, плит покрытия и т. п.); в — захват-кантильвер для стеновых блоков

в зависимости от угла наклона: чем меньше угол наклона стропа к горизонту, тем больше усилие. При вертикальном положении ветвей усилия в них будут одинаковы, а суммарное усилие будет равно массе поднимаемого элемента. Если угол наклона составляет  $45^\circ$ , усилие в каждой ветви стропа будет равно  $70\%$ , а при  $30^\circ$  —  $100\%$  массы поднимаемой конструкции. Располагать ветви стропа под углом (к горизонту) меньше  $30^\circ$  не разрешается.

Универсальный строп делают в виде петли длиной от 8 до 15 м из каната диаметром  $19,5 \div 30,5$  мм, концы которого соединены сплеткой на длину, равную 40 диаметрам, или при помощи сжимов: не менее шести при

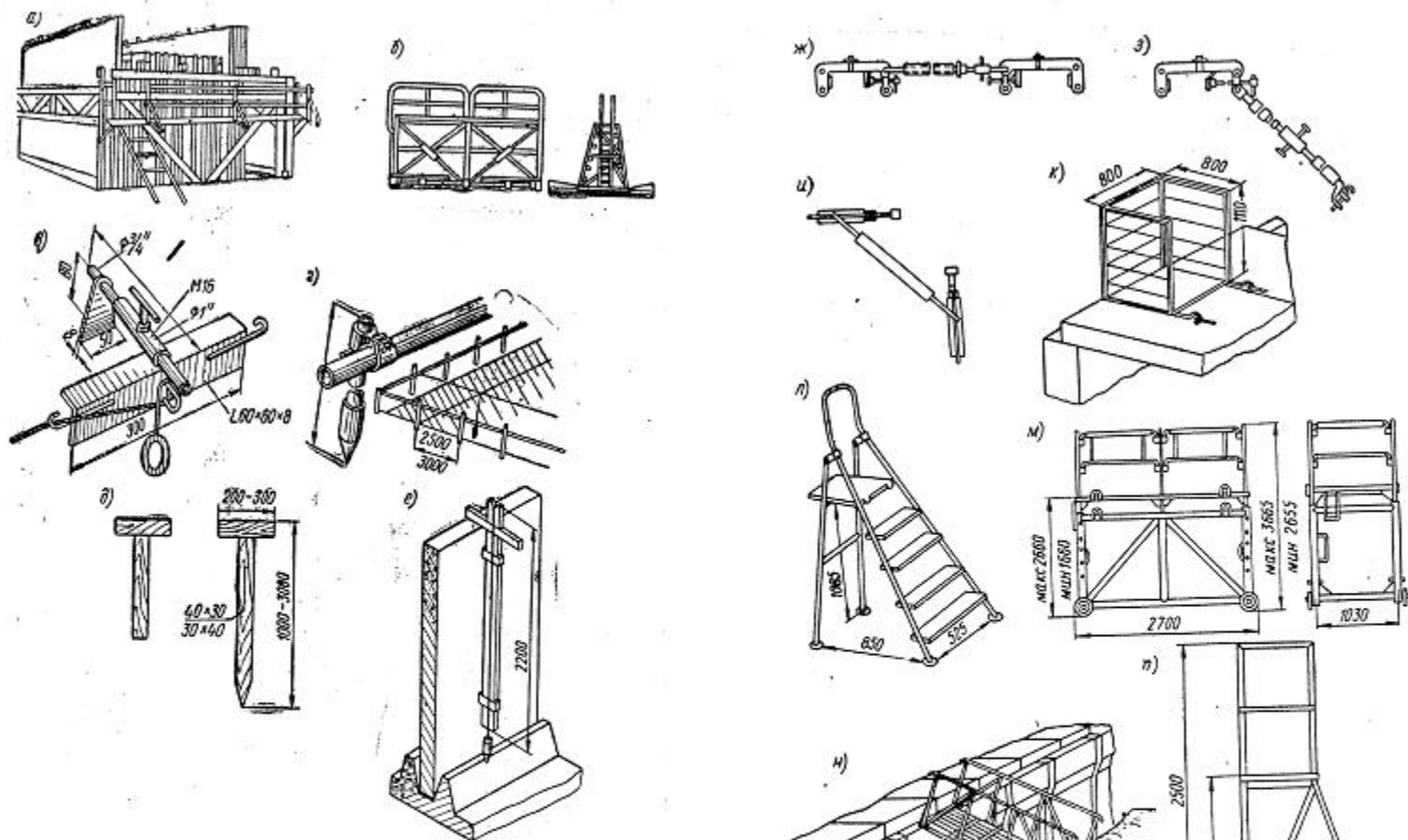


РИС. 18. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, РАЗМЕТКИ И ВЫВЕРКИ ИХ ПОЛОЖЕНИЯ, ВРЕМЕННОГО КРЕПЛЕНИЯ И ДЛЯ ЗАДЕЛКИ СТЫКОВ

а — кассета деревянная для хранения панелей; б — пирамида; в — скоба Ярина для крепления причалки; г — обноска инвентарная для закрепления осевых проволок; д — визирка для проверки вертикальных отметок; е — рейка-отвес для проверки вертикальности монтируемых панелей; ж — струбицы распорные для крепления панели; з — струбицы угловые; и — струбицы подкосные для крепления панелей; к — площадка монтажника-сигнальщика; л — переносная лестница для сварки арматурных выпусков и заделки стыков; м — стол-подмости для отделки стыков и других работ; н — мостик для перехода через открытый котлован на сооружение; о — монтажная площадка сварщика

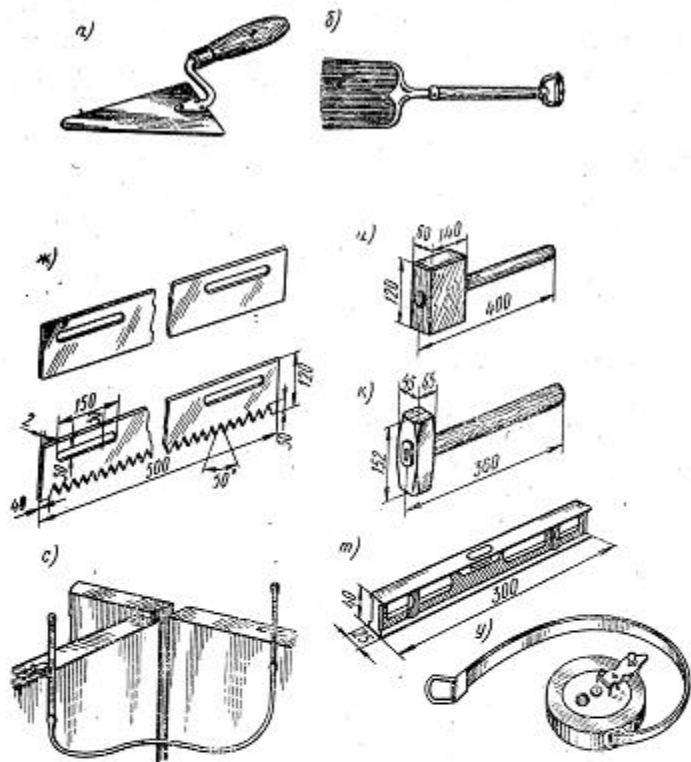


РИС. 19. МОНТАЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

а — кельма для подачи малых порций раствора, выравнивания, подрезки раствора; б — лопатка штукатурная для отделки стыков; в — домы монтажные с — подштопка для уплотнения раствора в горизонтальных швах; г — ломы монтажные и — скрепель и зубило для зачистки поверхности элементов; л — электромерный уровень для перенесения и проверки вертикальных отметок; г — уровень рулетка стальная; ф — нивелир; х — теодолит; ц — отвес со шнуром для перенесения осевых рисок

диаметре каната до 28 мм и не менее семи при большем диаметре.

Облегченный строп изготавливают из канатов диаметром 13—30,5 мм с закреплением на концах крюков или петель с коушами. В стропах для захвата грузов применяют различные виды крюков, а также скобы и карабины. При изготовлении строп и других монтажных



раствора при устройстве постели; б — ковш-лопата для подачи и расстилания раствора при устройстве постели; в — чеканка для конопатки стыков; г — лопатка для выравнивания раствора постели; и — киянка для и обрубки монтажных петель; л — расшивка для швов; м — метр стальной; п — щетка для зачистки деталей и мест их установки; с — гибко-металлический для проверки горизонтальности монтируемых конструкций; проверка вертикальности монтируемых конструкций; ч — угольник деревянный

приспособлений, а также при строповке элементов делают специальные надежные узлы и петли.

Траверы различных конструкций, грузоподъемности и назначения используются для монтажа конструкций наряду с гибкими стропами. Указанные жесткие захваты приспособления значительно облегчают строповку и монтаж элементов (рис. 16).



Для ускорения монтажа сооружений, повышения точности установки конструкций, увеличения производительности монтажных кранов и обеспечения безопасности работ применяются также автоматические и полуавтоматические захваты (рис. 17).

Автоматические захваты обеспечивают захват и освобождение сборного элемента без применения ручного труда, полуавтоматические же осуществляют захват только автоматически, а освобождение элементов производится вручную. Захваты по своему устройству бывают механические, вакуумные, электромагнитные и комбинированные. По способу зажатия элемента различают захваты, подхватывающие элемент снизу, удерживающие элемент с боков и удерживающие его за верхнюю плоскость (вакуумные). По конструкции захваты бывают пространственные (с четырьмя лапами) и плоскостные (с двумя лапами), регулируемые и нерегулируемые.

**Монтажные приспособления и инвентарь** различных видов применяются для организации хранения и складирования элементов, а также для выполнения различных монтажных операций — разметки и выверки положения элементов, временного их крепления, заделки стыков и т. п. (рис. 18).

**Инструменты** при монтаже конструкций требуются для выполнения различных производственных операций. Перечень и виды монтажных инструментов приведены на рис. 19.

Оборудование рабочих мест монтажников необходимыми приспособлениями, инвентарем и инструментами обеспечивает нормальные и безопасные условия для работы монтажников, облегчает их труд и повышает выработку.

#### **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ МОНТАЖА, КОМПЛЕКТОВ МАШИН (КРАНОВ) И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

Выбор метода производства монтажных работ и неразрывно связанных с ним монтажных машин (кранов) и приспособлений для установки конструкций и выполнения других сопутствующих процессов является основным вопросом, от правильного решения которого в значи-

тельной степени зависят в дальнейшем темпы возведения сооружений, стоимость, качество работ и безопасное выполнение их.

При возведении какого-либо очистного сооружения могут быть применены в принципе различные методы монтажа и соответственно комплекты машин, определяющие тот или иной способ и уровень комплексной механизации работ. В связи с этим выбор наиболее выгодных из них в конкретных условиях строительной площадки предопределяет эффективный способ производства работ.

Выбор оптимального метода может быть произведен путем сопоставления значений показателей, характеризующих возможные решения применительно к рассматриваемой площадке сооружений. Для выбора оптимального метода или комплекта машин необходимо прежде всего установить техническую возможность применения их в конкретных условиях строительства сооружений. Установив ее, затем следует перейти к сопоставлению технико-экономических показателей и по лучшим из них выбрать наиболее выгодный (оптимальный) метод монтажных работ и комплект машин. Оптимальный вариант должен обеспечивать: высокую производительность труда и, следовательно, наименьшую трудоемкость работ; выполнение работ в установленные сроки и максимальное использование машин (кранов) при минимальной себестоимости работ. Метод монтажа строительных конструкций сооружений должен предусматривать применение комплексной механизации работ, при которой все основные операции (транспортирование, разгрузка, складирование элементов, подъем и установка их в проектное положение и окончательное закрепление) выполняются соответствующим комплектом машин, механизмов и приспособлений, работа которых должна быть согласована и взаимосвязана.

Ведущей машиной в комплекте, определяющей общую продолжительность монтажных работ, является монтажный кран. Все остальные машины, выполняющие подготовительные операции (погрузку, транспортировку, разгрузку, укрупнительную сборку) или окончательное закрепление сборных элементов (сварку закладных деталей, заделку стыков), подбирают таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная производительность ведущей машины.

Выбор монтажного крана целесообразно производить в два приема: сначала предварительный выбор технически возможного типа и затем окончательный выбор оптимального крана (или комплекта кранов).

Технически возможные краны или их комплекты выбирают в зависимости от объемно-планировочных и конструктивных характеристик монтируемого сооружения, т. е. его размеров, габаритов и массы сборных конструкций, условий укрупнения и подачи их на монтаж, технологических условий выполнения процессов установки элементов и устройства монтажных стыков. Учитываются при этом также объемы монтажных работ, принятая интенсивность потоков и некоторые особые условия производства работ — размеры или степень стесненности монтажной площадки, рельеф местности, наличие дорог, энергии, воды, производительности имеющихся кранов и возможности получения других кранов. Таким образом, предварительный выбор технически возможных типов кранов производится в зависимости от требуемой грузоподъемности, вылета стрелы и высоты подъема крюка.

Грузоподъемность крана должна соответствовать массе наиболее тяжелых монтируемых элементов с учетом массы грузозахватных приспособлений. Если количество тяжелых элементов в общем объеме незначительно (не более 10%), то их монтаж можно вести двумя кранами, общая грузоподъемность которых позволяет поднимать наиболее тяжелые элементы и вместе с этим грузоподъемность каждого в отдельности достаточна для монтажа всех остальных сборных элементов меньшей массы. Но обязательным условием при этом являются одинаковые скорости передвижения, подъема и опускания крюка спариваемых кранов. При необходимости монтажа большого количества разнородных элементов следует применять несколько кранов различной грузоподъемности.

Необходимый вылет стрелы крана определяют в зависимости от формы и размеров монтируемого сооружения. При этом учитывается расположение сборных элементов до монтажа :: в проектном положении, возможное приближение крана к месту подачи элементов под монтаж и месту установки элементов в проектное положение.

Требуемая высота подъема крюка над уровнем стоянки крана определяется положением смонтированных

элементов с учетом их высоты и высоты захватного приспособления (траверсы и стропов). При этом должен быть учтен дополнительно необходимый по условиям техники безопасности запас высоты, принимаемый в пределах 0,5—1 м.

В результате предварительного выбора монтажных кранов по их характеристикам грузоподъемности, вылета стрелы и высоты подъема крюка, а также другим показателям может оказаться, что предъявляемым требованиям отвечают краны различных типов и марок. Тогда выбор оптимального типа крана производят на основе технико-экономического сравнения выбранных технически возможных кранов.

Основными показателями при технико-экономическом сравнении кранов являются: продолжительность монтажных работ ( $T$ ); трудоемкость монтажа единицы (1 т) конструкций ( $\theta_e$ ); полная плановая себестоимость монтажа 1 т конструкций ( $C_{\text{полн}}$ ) с учетом продолжительности и трудоемкости монтажных работ; удельные капитальные вложения на приобретение кранов и монтажных приспособлений ( $K_{\text{уд}}$ ) и удельные приведенные затраты на монтаж конструкций ( $P_{\text{уд}}$ ).

Методы монтажа различных типов очистных сооружений во многом определяются характерными для них объемно-планировочными и конструктивными решениями. При этом заглубленные сооружения типа колодцев, камер переключений монтируются обычно с бровки котлована. Подземные емкостные сооружения в зависимости от размеров в плане и конструкции днища монтируются стреловыми кранами, перемещающимися либо по бровке котлована, либо по днищу. Сооружения полузаглубленные с подземной и надземной частями в зависимости от заглубления подземной части и размеров в плане монтируются кранами, которые перемещаются за пределами сооружения, или по днищу, с заездом в котлован, а также кранами, перемещающимися в пределах пролетов зданий.

Выбор монтажного крана при возведении большинства очистных сооружений следует производить для двух наиболее характерных случаев его расположения — на бровке котлована и на днище сооружения (рис. 20).

**Выбор оптимального типа монтажного крана.** Задачу выбора наиболее экономичного крана целесообразно

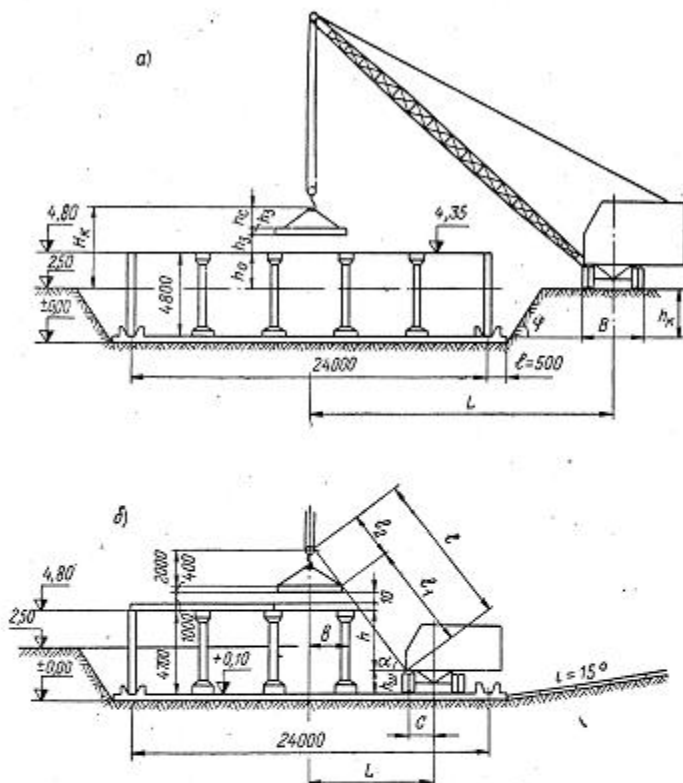


РИС. 20. СХЕМА МОНТАЖА СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЕМКОВЫХ СООРУЖЕНИЙ  
 а — стреловым краном с бровки котлована; б — то же, с звездом в котловане на днище

решать в такой последовательности: определение монтажных параметров сборных элементов с учетом собственной массы грузозахватных приспособлений; предварительный выбор типов кранов; определение основных технико-экономических показателей вариантов; выбор наиболее экономичного крана.

При определении монтажных параметров сборных элементов учитываются в основном их массы и расположение в сооружении, так как подбор крана, передвигающегося по бровке, осуществляется из условия мон-

тажа наиболее тяжелого и наиболее удаленного от оси крана элемента. Высота подъема крюка крана ( $H_k$ ) при этом определяется по формуле

$$H_k = h_0 + h_a + h_b + h_c, \quad (1)$$

где  $h_0$  — превышение высоты опоры устанавливаемого элемента над уровнем стоянки крана;

$h_a$  — запас по высоте для заводки конструкции на место;

$h_b$  — высота монтируемого сборного элемента;

$h_c$  — высота захватного приспособления.

Требуемый вылет стрелы крана до ходовой части ( $L_k$ ):

$$L_k = \frac{b}{2} + \eta + h_k \operatorname{ctg} \varphi, \quad (2)$$

где  $b$  — ширина монтируемого сооружения;

$\eta$  — уширение котлована;

$h_k$  — глубина котлована;

$\varphi$  — угол естественного откоса грунта ( $\varphi = 45^\circ$ ).

По полученным значениям  $H_k$ ,  $L_k$  и данным о необходимой грузоподъемности подбирают предварительно несколько типов кранов, которые удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Окончательный выбор наиболее экономичного крана производится, как указывалось выше, путем сравнения монтажных кранов по основным экономическим показателям, включающим продолжительность монтажных работ, трудоемкость и полную себестоимость единицы (1 т) смонтированных конструкций.

Продолжительность монтажных работ  $T$  (в сменах) при работе одного монтажного крана (или комплекта) определяется по формуле

$$T = \frac{P}{k_n \Pi_{a,cm}} + \Sigma T_i, \quad (3)$$

где  $P$  — объем работ по монтажу конструкций, подлежащий выполнению одним монтажным краном (комплексом), т;

$k_n$  — планируемый коэффициент перевыполнения производственных норм на монтажных работах (равный 1—1,2);

$\Pi_{a,cm}$  — эксплуатационная сменная производительность монтажного крана (комплекта), т;

$\Sigma T_i$  — продолжительность вспомогательных работ

по монтажу и передвижкам крана, технологических и организационных перерывов в процессе монтажа конструкций;

$$\Sigma T_i = T_{м.к} + T_n + T_r,$$

где  $T_{м.к}$  — продолжительность монтажа крана и его пробного пуска, ч (если монтаж крана совмещается с другими работами и не задерживает начала монтажа конструкций, то это время в расчетах не учитывается);

$T_n$  — время, необходимое для перемещения монтажного крана, ч (если оно не учтено при определении сменной производительности);

$T_r$  — неизбежные технологические и организационные перерывы в процессе монтажных работ, связанные с выполнением других работ (например, перемещение кондуктора или траверсы и т. п.).

Продолжительность монтажных работ при одновременном использовании нескольких монтажных кранов, работающих на отдельных участках (захватках), определяется с учетом совмещенного выполнения работ по формуле

$$T = T_1 + T_2 + \dots + T_n - T_{ср}, \quad (4)$$

где  $T_1, T_2, \dots, T_n$  — продолжительности монтажа конструкций каждым из кранов комплекта (в сменах) на участках;

$T_{ср}$  — общая величина времени совмещения работ на участках (захватках) сооружения, определяемая по графику (циклограмме) монтажных работ.

В обоих случаях требуется определить величину сменной эксплуатационной производительности крана  $P_{э.см}$ , которую рекомендуется определять, исходя из значения среднечасовой эксплуатационной его производительности  $P_{э.ч}$  при монтаже элементов, отличающихся по назначению и размерам. Среднечасовая эксплуатационная производительность выражается в штуках (элементах) и определяется по формуле

$$P_{э.ч} = \frac{60k_1}{T_{ц.ср}}, \quad (5)$$

где  $k_1$  — коэффициент, учитывающий неизбежные

внутрисменные перерывы в работе крана по конструктивно-техническим и технологическим причинам. По данным проф. С. Е. Канторера\*, для башенных кранов этот коэффициент равен 0,9; для стреловых при работе без выносных опор — 0,85, а при работе на выносных опорах — 0,8;

$T_{ц.ср}$  — средневзвешенное время одного цикла монтажа в минутах.

Время цикла монтажа конструкций данного вида  $T_{ц}$  определяется по формуле

$$T_{ц} = T_m + T_p, \quad (6)$$

где  $T_m$  — машинное время цикла монтажа, мин, которое определяют по формуле:

$$T_m = \frac{H_{п.к}}{v_1} + \frac{H_{о.к}}{v_2} + \left( \frac{2\alpha}{360n_{об}} + \frac{S_1}{v_2} \right) k_c + \frac{S_2}{v_4}, \quad (7)$$

где  $H_{п.к}$  — высота подъема крюка, м;

$H_{о.к}$  — высота опускания крюка, м;

$\alpha$  — угол поворота стрелы крана, град;

$n_{об}$  — число оборотов стрелы, 1 мин;

$v_1$  — скорость подъема крюка, м/мин;

$v_2$  — скорость опускания крюка, м/мин;

$v_3$  — скорость перемещения груза при изменении вылета стрелы (автомобильных кранов 50—80; пневмоколесных 20—50; гусеничных 15—40) или скорость перемещения грузовой каретки, м/мин;

$v_4$  — скорость перемещения крана, м/мин (для гусеничных, автомобильных и пневмоколесных 30—50);

$k_c$  — коэффициент, учитывающий совмещение рабочих движений крана (поворот стрелы с перемещением груза при изменении вылета стрелы или поворот стрелы с перемещением грузовой каретки). Для стреловых и башенных кранов  $k_c = 0,75$ ;

$S_1$  — расстояние перемещения сборного элемента за счет изменения вылета стрелы или перемещения грузовой каретки, м;

$S_2$  — расстояние перемещения крана, приходящееся на один элемент, м;

\* Канторер С. Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве, М., Стройиздат, 1969.



$T_p$  — ручное время цикла монтажа, мин (время, затрачиваемое на строповку, установку, временное закрепление и расстроповку конструкций) определяется по ЕНиР или по данным хронометражных наблюдений.

Для ускорения темпов монтажа необходимо сократить производительность цикла монтажа  $T_{ц}$ , что может быть обеспечено на практике путем сокращения времени, затрачиваемого на ручные операции при монтаже  $T_p$ . Сократить же машинное время цикла монтажа  $T_m$  затруднительно, так как оно определяется конструктивно-техническими и эксплуатационными характеристиками крана. Время, затрачиваемое на ручные операции при монтаже, можно сократить прежде всего за счет применения передовых методов организации труда: правильного подбора состава звеньев монтажников; расстановки рабочих по операциям, обеспечивающей их полную загрузку; использования рациональных монтажных приспособлений, а также кранов с малыми посадочными скоростями.

Время цикла монтажа  $T_{ц}$ , вычисляемое как сумма машинного  $T_m$  и ручного  $T_p$  времени, устанавливается для каждого вида конструкций, а затем в зависимости от количества конструкций каждого вида определяется средневзвешенное время цикла  $T_{ц.ср}$  для работ, выполняемых данным монтажным краном:

$$T_{ц.ср} = \frac{T_{ц_1} N_1 + T_{ц_2} N_2 + \dots + T_{ц_n} N_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}, \quad (8)$$

где  $T_{ц_1}, T_{ц_2}, \dots, T_{ц_n}$  — время цикла для конструкций каждого вида, мин (соответственно);

$N_1, N_2, \dots, N_n$  — количество конструкций каждого вида соответственно.

Сменная эксплуатационная производительность  $P_{э.см}$ , т для каждого из сравниваемых монтажных кранов определяется по формуле

$$P_{э.см} = P_{э.ч} Q_{ср} t_{см} k_2, \quad (9)$$

где  $P_{э.ч}$  — среднечасовая эксплуатационная производительность крана в единицах монтажных элементов, определяемая по формуле (5);

$Q_{ср}$  — средневзвешенная масса монтируемых сборных элементов, т;

$t_{см}$  — продолжительность смены, ч (при семичасовом рабочем дне усредненная продолжительность смены для расчетов принимается равной 6,82 ч, а при восьмичасовом — 8,2 ч);

$k_2$  — переходный коэффициент от производственных норм к сметным, равный 0,75.

Трудоемкость монтажных работ  $\theta$  (чел.-смен или чел.-час) определяется по формуле

$$\theta = \frac{P}{k_n P_{э.см}} N_p + \Sigma \theta_i, \quad (10)$$

где  $P, k_n, P_{э.см}$  — см. формулу (3);

$N_p$  — количество рабочих в звене при монтаже соответствующего вида конструкций, включая машинистов крана (комплекта);

$\Sigma \theta_i$  — трудоемкость вспомогательных работ, чел.-смен;

$$\Sigma \theta_i = \theta_t + \theta_{м.д} + \theta_p + \theta_n.$$

где  $\theta_t$  — трудоемкость транспортирования кранов к месту монтажа, чел.-смен;

$\theta_{м.д}$  — трудоемкость монтажа, пробного пуска и демонтажа кранов, чел.-смен;

$\theta_p$  — трудоемкость текущего ремонта кранов, чел.-смен;

$\theta_n$  — трудоемкость выполнения прочих подготовительных и заключительных работ, чел.-смен, например устройство и разборка подкрановых путей и др.

Состав бригады по монтажу и демонтажу кранов, согласно ЕНиР 1969 г., рекомендуется принимать для башенных кранов грузоподъемностью до 5 т — 4 чел., а более 5 т — 6 чел.; для козловых кранов грузоподъемностью до 15 т — 5 чел., а более 15 т — 8 чел.; для пневмоколесных и гусеничных кранов грузоподъемностью до 25 т — 3 чел., от 25 до 50 т — 4 чел., а более 50 т — 8 чел. Зная общую трудоемкость монтажных работ, можно по нижеприведенной формуле определить трудоемкость единицы монтажных работ (1 т):

$$\theta_e = \frac{\theta}{p}, \quad (11)$$

где  $p$  — объем по монтажу конструкций, выполняемый одним краном (комплект), т.

Полная плановая себестоимость монтажа 1 т конструкций состоит из прямых затрат  $C_{пр}$  и накладных расходов  $H$ . Плановая себестоимость единицы монтажных работ (1 т) в части прямых затрат определяется в зависимости от объема работ, подлежащих выполнению одним монтажным краном (комплексом)  $p$ , по формуле

$$C_{пр} = \frac{E}{p} + \frac{\Sigma C_{м-см} \cdot \chi_M}{P_{э,см}} + \frac{N_0 C_{э,с}}{P_{э,см}}, \quad (12)$$

где  $E$  — единовременные затраты, связанные с организацией монтажных работ, не учтенные в плановой себестоимости машино-смен, руб.;  
 $N_0$  — средний состав звена монтажников конструкций;  
 $C_{м-см}$  — плановая себестоимость машино-смены каждой монтажной машины, входящей в комплект, руб.;  
 $\chi_M$  — число машин каждого вида, входящих в комплект;  
 $C_{э,с}$  — средняя заработная плата в смену рабочего звена монтажников строительных конструкций по действующим расчетным ставкам рабочих-строителей, руб.;  
 $P_{э,см}$  — см. формулу (3).

Единовременные затраты  $E$  определяются по формуле

$$E = C_T + C_{м,д} + C_{п} + C_{п,п}, \quad (13)$$

где  $C_T$  — стоимость транспортирования крана, включая стоимость погрузочно-разгрузочных работ, а также зарплату машинистов, обслуживающих машину или комплект в период перемещения, руб.;  
 $C_{м,д}$  — стоимость монтажа и демонтажа крана или комплекта, руб.;  
 $C_{п}$  — стоимость прочих подготовительных и заключительных работ, например устройства и разборки подкрановых путей и др., руб.;  
 $C_{п,п}$  — стоимость пробного пуска машины или комплекта, руб.

Плановая себестоимость машино-смены  $C_{м-см}$ , руб. определяется по формуле

$$C_{м-см} = \Gamma_{см} + \mathcal{E}_{см}, \quad (14)$$

где  $\Gamma_{см}$  — годовые отчисления на смену работы крана, состоящие из отчислений на полное восстановление стоимости крана и его капитальный ремонт, руб.;

$\mathcal{E}_{см}$  — сменные эксплуатационные затраты, состоящие из приходящихся на одну смену затрат на текущий ремонт, вспомогательные смазочные и обтирочные материалы  $\mathcal{E}_р$ , сменную оснастку  $\mathcal{E}_{ос}$ , топливо и электроэнергию  $\mathcal{E}_{эл}$  и на заработную плату машиниста  $\mathcal{E}_з$ :

$$\mathcal{E}_{см} = \mathcal{E}_р + \mathcal{E}_{ос} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_з. \quad (15)$$

Сменные эксплуатационные затраты  $\mathcal{E}_{см}$  определяются путем суммирования затрат по формуле (15) и умножения этой суммы на длительность смены, ч.

Годовые отчисления  $\Gamma_{см}$  в руб., приходящиеся на одну смену, определяются по формуле

$$\Gamma_{см} = \frac{A t_{см}}{100 T_{год}} C_{ин}, \quad (16)$$

где  $A$  — норма амортизационных отчислений на полное восстановление первоначальной стоимости крана и капитальный ремонт его, %;

$t_{см}$  — продолжительность смены, ч;

$C_{ин}$  — инвентарно-расчетная стоимость крана или комплекта, руб.;

$T_{год}$  — нормативное число часов работы машины в году.

При определении величины прямых затрат  $C_{пр}$  необходимо также учитывать накладные расходы управлений механизации, связанные с затратами на содержание парка машин, в размере 25% заработной платы и 10% остальных видов прямых затрат (единовременных, годовых и сменных эксплуатационных).

Накладные расходы  $H$  строительно-монтажных организаций для каждого из сравниваемых вариантов исчисляются в размере 8% всех прямых затрат на эксплуатацию машин (включая накладные расходы управлений механизации) и 50% основной заработной платы рабочих — монтажников строительных конструкций (по данным проф. С. Е. Канторера).

Экономия накладных расходов от сокращения продолжительности монтажных работ  $\mathcal{E}_{п,см}$  определяется по формуле

$$\Delta_{л,см} = 0,6H \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right) \text{ руб.} \quad (17)$$

где  $H$  — сумма накладных расходов строительной монтажной организации, приходящаяся на 1 т монтажа конструкций для варианта с продолжительностью  $T_2$ , руб.;

$T_1, T_2$  — продолжительность монтажа по сравниваемым вариантам ( $T_2 > T_1$ ), смен;

0,6 — коэффициент, учитывающий размер условно-постоянных накладных расходов.

Экономия накладных расходов от сокращения трудоемкости монтажных работ  $\Delta_7$  определяется в соответствии с «Инструкцией о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ» (СН 47-67) в размере 0,6 руб. на каждый сэкономленный чел.-день и учитывается в варианте с меньшей трудоемкостью.

Определив величины прямых затрат  $C_{пр}$ , накладных расходов  $H$  и размеры экономии накладных расходов  $\Delta_{л,см}$  и  $\Delta_7$ , можно рассчитать полную плановую себестоимость монтажа 1 т конструкций по формуле

$$C_{полн} = C_{пр} + (H_{в} \pm \Delta_{л,см} \pm \Delta_7), \quad (18)$$

где  $H_{в}$  — сумма накладных расходов строительной монтажной организации, приходящаяся на 1 т монтажа конструкций для соответствующего варианта, руб.

Удельные капитальные вложения  $K_{уд}$  на приобретение кранов и монтажных приспособлений, руб., определяются по формуле

$$K_{уд} = \frac{C_{ин} t_{см}}{P_{э,см} T_{год}}, \quad (19)$$

$P_{э,см}$  — см. в формуле (3);  $C_{ин}$ ,  $t_{см}$ ,  $T_{год}$  — в формуле (16).

Этот показатель позволяет оценить стоимость основных производственных фондов, приходящихся на единицу монтажных работ, а также определить удельные приведенные затраты.

Для обобщенной экономической оценки комплексной эффективности выбираемого варианта комплексной механизации монтажных работ необходимо для каждого из сравниваемых вариантов определить удельные приведенные затраты на 1 т конструкций  $P_{уд}$  по формуле

$$P_{уд} = C_{полн} + E_n K_{уд}, \quad (20)$$

где  $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности, принимаемый равным 0,12.

Окончательный выбор оптимального монтажного крана (или комплекта кранов) производится путем сопоставления показателей полной плановой себестоимости монтажа 1 т конструкций  $C_{полн}$  и удельных приведенных затрат на 1 т конструкций  $P_{уд}$ . Показатель  $C_{полн}$  отражает трудоемкость монтажных работ и частично продолжительность их выполнения, т. е. ее влияние на размер накладных расходов, а показатель  $P_{уд}$  учитывает также и общие народнохозяйственные затраты по каждому из сравниваемых вариантов производства работ. Вместе с этим показатели продолжительности и трудоемкости монтажа 1 т конструкций имеют также важное самостоятельное значение. Так, по показателю трудоемкости сравниваемых вариантов можно определить количество рабочих, высвобождающихся для других работ, а установление продолжительности монтажных работ для каждого из вариантов позволяет определить народнохозяйственный эффект от ускорения ввода монтируемого сооружения в эксплуатацию.

Для сравнения технико-экономических показателей предварительно выбранных типов кранов составляют специальную таблицу, в левой части которой перечисляются основные показатели (себестоимость и трудоемкость монтажа 1 т, продолжительность монтажных работ, заработная плата в составе себестоимости 1 т, удельные приведенные затраты и др.), далее идет графа единиц измерения и в правой части в соответствующих графах приводятся полученные в результате расчета фактические величины перечисленных технико-экономических показателей для каждого типа крана. На основании сравнения этих величин, сведенных в таблицу, производится окончательный выбор наиболее выгодного и технически целесообразного крана. При этом следует принимать монтажный кран (комплект) с минимальными удельными затратами.

При заезде крана на днище монтируемого сооружения (см. рис. 20, б) большинство его сборных элементов, за исключением плит перекрытия, можно монтировать при минимальном вылете стрелы крана. Поэтому при таком методе монтажа кран подбирают исходя из возможного минимального вылета стрелы. При

монтаже плит вылет стрелы определяется углом наклона ее к горизонту, когда стрела находится на минимальном расстоянии от монтируемых конструкций. Вылет стрелы может быть определен графическим методом или аналитически по следующей формуле (при стреле без гуська):

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h + h_3}{b}}, \quad (21)$$

где  $\alpha$  — угол наклона стрелы к горизонту при наименьшей длине стрелы, необходимой для монтажа сооружения;

$h$  — расстояние от пяты стрелы до опоры монтируемого элемента;

$h_3$  — запас по высоте между опорой устанавливаемого элемента и стрелой крана;

$b$  — расстояние от ближайшей к стреле крана опоры монтируемого элемента до оси крюка.

Требуемая длина стрелы

$$l = l_1 + l_2 = \frac{h + 1,0}{\sin \alpha} + \frac{b}{\cos \alpha}; \quad (22)$$

вылет стрелы

$$L = \frac{h + h_3}{\operatorname{tg} \alpha} + b + C, \quad (23)$$

где  $C$  — расстояние от оси шарнира пяты стрелы до оси вращения крана.

Требуемая высота подъема крюка крана ( $H_k$ ) для установки элемента определяется, как и в первом случае, по формуле

$$H_k = h_0 + h_3 + h_4 + h_c. \quad (24)$$

В соответствии с монтажными параметрами сборных элементов предварительно подбираются краны с требуемыми характеристиками.

Окончательный выбор крана из числа возможных производится путем сравнения основных технико-экономических показателей аналогично расчету, выполняемому для варианта монтажа сооружения с бровки котлована. При этом необходимо только учитывать подготовительные работы по устройству въезда в котлован или установке дорожных плит на слое песка для движения крана по дну сооружения.

## Глава IV. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ОСНОВНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

### ПОДГОТОВКА К МОНТАЖУ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Общие мероприятия.** При строительстве современных комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений можно выделить следующие характерные три периода:

1) подготовительный — от начала работ на площадке до начала работ по возведению основных очистных сооружений;

2) основной — от начала работ по возведению основных очистных сооружений до окончания строительномонтажных работ на всех объектах, включенных в состав комплекса;

3) пусконаладочных работ — от начала комплексного опробования оборудования сооружений до полной готовности его, обеспечивающего качественную очистку (обработку) питьевой воды (стоков) и их подачу по назначению. (Освоение проектной производительности сооружений пусконаладочными работами не охватывается.)

Основной целью работ подготовительного периода строительства сооружений является создание необходимых условий для производства работ в основном периоде их строительства.

До начала подготовительного периода необходимо выполнить организационные мероприятия по утверждению проектной документации, решению вопросов материально-технического обеспечения стройки, своевременному получению рабочих чертежей, по отводу территории, оформлению финансирования и определению строительных, монтажных и специализированных организаций для осуществления строительства сооружений. Кроме того, должны быть закончены работы по отчуждению территории площадки сооружений, переселению лиц и организаций, а также отключению и переносу инженерных коммуникаций, расположенных на территории строительной площадки.

Приемка разбивки сетей и сооружений комплекса от заказчика с проверкой в натуре размеров и положения



отдельных точек производится инженерно-техническим персоналом строительной организации совместно с автором проекта сооружений на основании разбивочных чертежей и полевой разбивочной схемы.

Приемка разбивки сетей и сооружений оформляется соответствующим актом с приложением к нему исполнительных разбивочных чертежей, схем и ведомостей высотных реперов с отметками.

Детальную разбивку зданий и сооружений выполняет строительная организация, которая проверяется автором проекта и представителем технического надзора заказчика и оформляется соответствующими актами.

Работы подготовительного периода, выполняемые непосредственно на площадке сооружений, подразделяются на собственно подготовительные и работы по строительству постоянных зданий и сооружений комплекса, которые возводят раньше других для последующего использования их в период строительства. При этом следует учитывать, что к постройке временных сооружений для нужд строительства комплексов, следует прибегать лишь в крайних случаях, используя преимущественно сборно-разборные и передвижные инвентарные здания, сооружения и установки. Собственно подготовительные работы на площадке сооружений включают: создание опорной геодезической сети; расчистку площадки от леса, кустарника и подлежащих сносу строений; создание общеплощадочного складского и построечного хозяйства; устройство временных сооружений и установок (если их устройство обоснованно); монтаж сложных строительных машин; инженерную подготовку строительной площадки (вертикальная планировка и организация отвода поверхностных вод, перенос существующих подземных и надземных сетей, устройство постоянных или временных ж.-д. путей и автомобильных дорог, сетей водо- и энергоснабжения, линий электроосвещения и связи).

При строительстве очистных сооружений очередями в подготовительный период выполняются только те работы, которые необходимы для обеспечения строительства первого пускового комплекса. Работы по подготовке к строительству последующих очередей могут быть начаты позже при обязательном совмещении их во времени с основным периодом строительства сооружений и их предыдущих очередей.

При строительстве сборных сооружений на площадке комплекса до начала монтажных работ должны быть выполнены следующие подготовительные работы: устройство дорог и планировка площадок для складирования сборных элементов или их укрупнительной сборки перед подъемом; устройство подкрановых путей; монтаж крана; подводка электроэнергии; опробование и наладка монтажных приспособлений и оборудования; завоз сборных элементов по установленному графику; проверка точности разбивки осей и вертикальных отметок установки элементов с приемкой их по акту и нанесением рисков, указывающих требуемое положение элементов в процессе монтажа; ознакомление каждого рабочего и монтажника с правилами техники безопасности.

Состав, объем и стоимость работ подготовительного периода уточняются проектом организации строительства сооружений. Во избежание задержки основного строительства подготовительные работы следует начинать непосредственно после утверждения технического проекта. Работы по освоению строительной площадки сооружений и подготовки ее к основному периоду строительства производятся по календарному плану подготовительных работ, а также стройгенплану этих работ.

**Бетонирование днища и подготовка монтажной площадки.** Одним из ответственных этапов подготовительных работ является бетонирование днищ сооружений. Плотность и водонепроницаемость днища может быть достигнута только при условии непрерывной укладки бетона и надлежащем уходе за ним. В практике строительства очистных сооружений днища бетонируются обычно с подачей смеси в бадьях при помощи крана, а также бетононасосами и бетоноукладчиками. Схема бетонирования днища первым способом приведена на рис. 21.

Более эффективными являются способы бетонирования днища при помощи бетононасосов и бетоноукладчиков, так как они позволяют полностью механизировать работы, повысить выработку рабочих и ускорить темпы бетонирования днища при общем повышении его качества. Бетонирование днища бетононасосами с разбивкой его на захватки, рабочие швы которых заделываются впоследствии, не вызывает усадочных и температурных трещин. При бетонировании днища бадьями

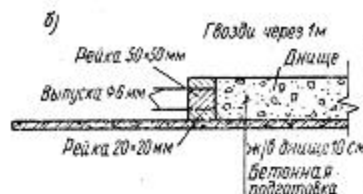
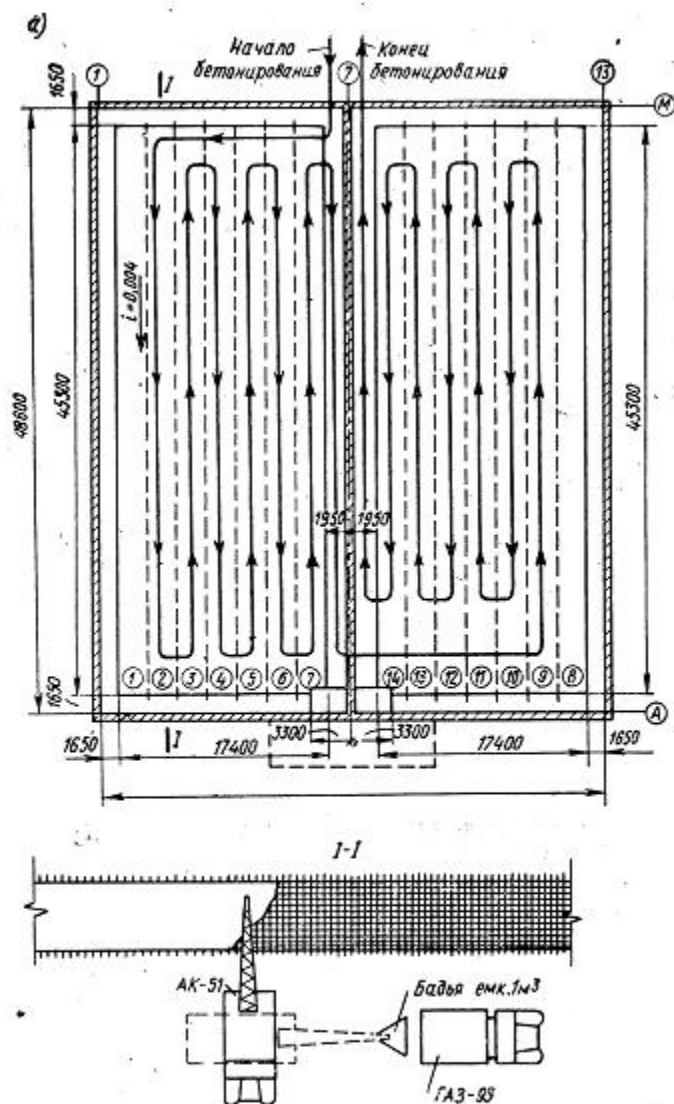


РИС. 21. СХЕМА БЕТОНИРОВАНИЯ ДНИЩА СТРЕЛОВОМ КРАНОМ С УКЛАДКОЙ БЕТОНА БАДЬЯМИ  
 а — схема организации работ; б — деталь сопряжения полос (захваток) бетонирования; цифрами в кружках 1—14 обозначены захваты бетонирования

трудно добиться его высокого качества, так как неизбежны перерывы в укладке бетонной смеси.

Схемы бетонирования дна прямоугольного резервуара емкостью 10 000 м<sup>3</sup> приведены на рис. 22.

При первой схеме (см. рис. 22, а) по центральной оси котлована устанавливают бетононасос, например, типа С-296 производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч. Днище бетонируют по двум захваткам. На каждой захватке бетон укладывают в продольном направлении полосами шириной до 2 м. Между первой и второй захватками устраивают рабочий шов шириной до 200 мм. Кроме того, при бетонировании оставляют еще два рабочих шва, которые бетонируют в последнюю очередь.

При второй схеме бетонирования (см. рис. 22, б) применяют две бетононасосные установки. Днище разбивают на две захватки, разделив каждую на две равные продольные полосы. Бетон укладывают полосами

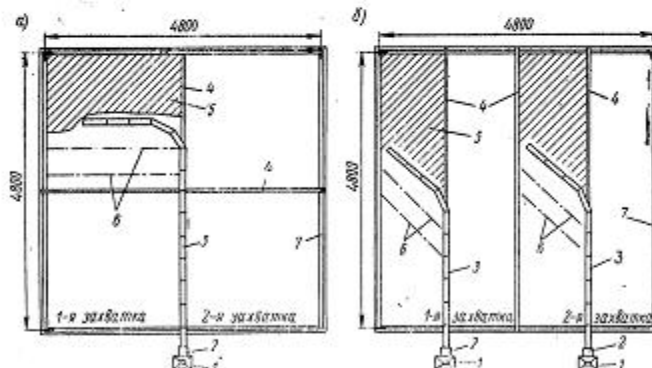


РИС. 22. СХЕМЫ БЕТОНИРОВАНИЯ ДНИЩА ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА  
 а — одним бетононасосом; б — двумя бетононасосами; 1 — бункер для приема бетонной смеси; 2 — бетононасос; 3 — бетонопровод; 4 — рабочий шов; 5 — забетонированный участок; 6 — ось переноса бетонопровода; 7 — плаз в днище для установки панелей

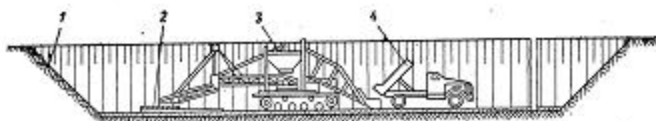


РИС. 23. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БЕТОНИРОВАНИЯ ДНИЩА РЕЗЕРВУАРА БЕТОНУКЛАДЧИКОМ УБ-132  
1 — котлован сооружения; 2 — укладываемый слой бетона; 3 — бетоноукладчик УБ-132; 4 — автосамосвал (ЗИЛ-586)

шириной до 2 м «в елочку» и «на себя». Бетонирование дна параллельно на двух захватках ускоряет вдвое производство работ.

Механизированное бетонирование дна возможно также путем укладки бетонной смеси по захваткам бетоноукладчиком типа УБ-132 (рис. 23).

Применение его полностью ликвидирует ручной труд по укладке бетона в днище. Бетонируемое днище разбивают на захватки шириной до 6 м, а объем работ на захватке разграничивают участками длиной по 6 м. Работы по устройству дна выполняют одновременно на двух захватках в такой последовательности. В период укладки бетонной смеси на первом участке первой захватки раскладывают арматуру на первом участке второй захватки. После окончания бетонирования участка первой захватки бетоноукладчик переводят на вторую захватку, а на следующем участке первой захватки в это время раскладывают арматуру и т. д.

**Общие указания по монтажу сборных конструкций и организация труда.** Монтаж конструкций разрешается производить только после инструментальной проверки соответствия проекту отметок бетонной подготовки и монолитного дна с пазами для установки стеновых панелей. При выполнении монтажных работ в зимнее время необходимо защищать основания сооружений от промерзания. Откосы при устройстве котлованов выполняют с заложением, исключающим сползание их и осыпание земли на днище и монтажные пазы. Во время установки стеновых панелей, фундаментов и колонн емкостей необходимо обеспечить отвод воды из котлованов. Стаканы фундаментов и пазы в днище для установки панелей должны быть защищены от загрязнения.

Монтаж любого очистного сооружения, независимо от его размеров и конструкции, складывается из после-

довательно выполняемых отдельных операций, включающих транспортирование сборных элементов к месту монтажа, их разгрузку, складирование и подготовку к подъему, строповку, подъем и установку в проектное положение, проверку правильности установки (выверку), временное закрепление, окончательное закрепление и замоноличивание (заделку) стыков.

При производстве комплекса монтажных работ монтажники должны уметь успешно выполнять указанные операции, знать технические условия и средства механизированного их осуществления на практике. Основной производственной единицей на работах по монтажу полносборных очистных сооружений является звено монтажников, за которым обычно закрепляется монтажный кран. В зависимости от количества кранов и числа смен работы звенья объединяются в монтажные бригады. Звено по монтажу конструкций очистного сооружения номинально может состоять из четырех рабочих. Основными рабочими процессами монтажного звена являются: очистка места установки, строповка, приемка элементов монтажниками, перемещение элементов при выверке, антикоррозионная защита металлических деталей.

#### **ДОСТАВКА СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ К МЕСТУ МОНТАЖА, ПРАВИЛА ИХ ПРИЕМКИ И СКЛАДИРОВАНИЯ**

Изготовленные на заводах или полигонах детали и элементы сборных очистных сооружений складывают в штабеля на складах готовой продукции, откуда по мере необходимости их отгружают на объекты строительства. Доставленные на строительные площадки элементы целесообразно сразу же укладывать в дело, осуществляя монтаж сооружений непосредственно с транспортных средств, т. е. «с колес», без промежуточного складирования элементов вблизи строящихся сооружений.

При монтаже сооружений «с колес» сборные элементы завозят на строительную площадку по часовым графикам в строгой технологической последовательности монтажа конструкций. Этот прогрессивный способ монтажа особенно эффективен при возведении группы (комплекса) сооружений из однотипных сборных эле-

ментов. При организации монтажа конструкций «с колес» уменьшаются объемы погрузочно-разгрузочных работ на стройплощадке, отпадает необходимость в устройстве приобъектных складов, сокращается продолжительность возведения сооружений и время занятости кранов. Однако иногда в силу сложившихся производственных обстоятельств или недостаточно четкой организации работ возникает необходимость в складировании элементов на монтажной площадке. В этих случаях к началу монтажа на приобъектном складе заготавливают комплектный запас сборных конструкций, обеспечивающий бесперебойный монтаж сооружений.

Процесс транспортирования конструкций к монтируемому сооружению включает погрузку их на складе или на заводе железобетонных изделий (ЖБИ), доставку и разгрузку на объекте. Конструкции на объекте должны быть поданы под крюк монтажного крана для непосредственной установки в проектное положение (при монтаже «с колес») или же выгружены в зоне его действия или на приобъектном складе. Доставленные сборные элементы снимают с транспортных средств специальными разгрузочными средствами или основным монтажным краном, если их транспортируют в смены, когда не производится монтажные работы.

При транспортировании и складировании элементов наряду с требованиями осторожной их погрузки и разгрузки особое значение приобретают требования правильной их укладки. В целях сохранности сборных элементов при их складировании элементы следует опирать на деревянные подкладки, укладываемые в местах расположения монтажных петель. Толщина подкладок должна быть не менее высоты петель или выступающих частей изделия. Примерные схемы складирования стеновых панелей показаны на рис. 24.

Стеновые панели в зависимости от их размеров и массы перевозят на бортовых автомобилях в горизонтальном положении или на специализированных автопоездах-полуприцепах (трайлерах-панелевозах). Панели небольших размеров перевозят в отдельных кассетах, установленных в кузове автомобилей при условии, если общие габариты обеспечивают свободный проезд машины с элементами под искусственными сооружениями (мостами, путепроводами и т. д.).

Схемы укладки и перевозки сборных элементов ем-

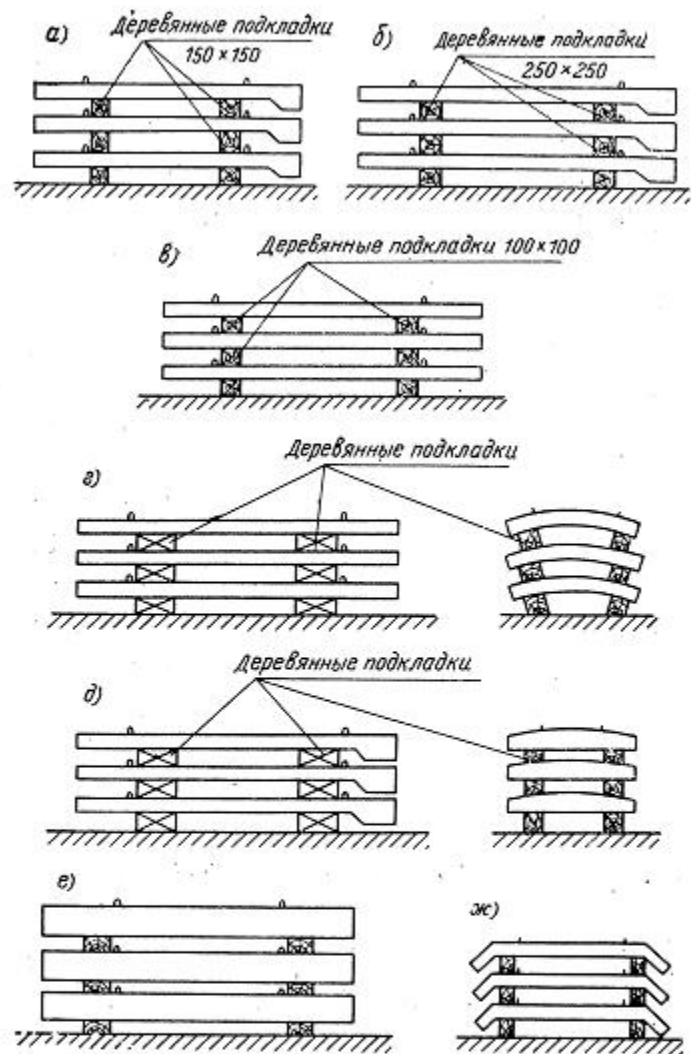


РИС. 24. СХЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

а — консольных стеновых панелей; б — балочных стеновых панелей; в — перегородочных панелей; г — панелей типа ПЦ-1, ПЦ-2, ПЦ-3; д — панелей типа ПЦ-4; е — лотков типа ЛП; ж — лотков типа ЛУ



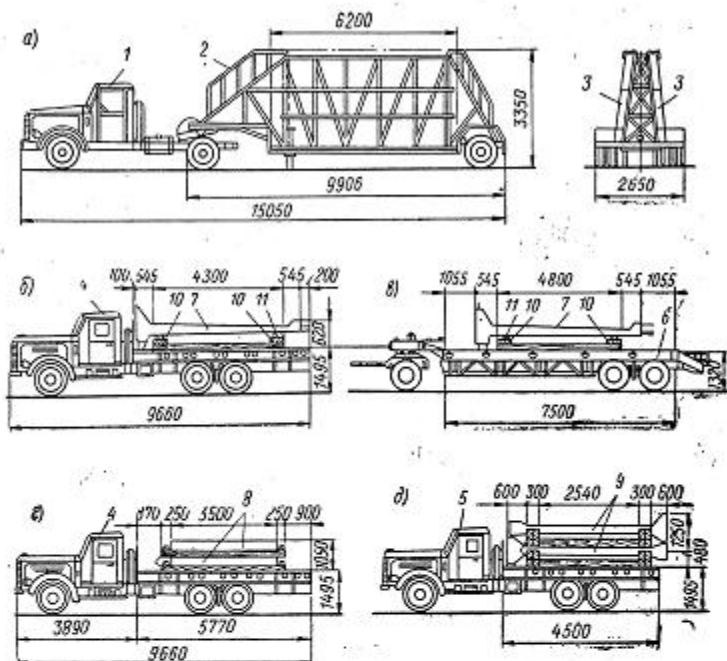


РИС. 25. СХЕМЫ УКЛАДКИ И ПЕРЕВОЗКИ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

а — перевозка типовых плоских стеновых панелей полуприцепом-панелевозом 790 с тягачом МАЗ-200В; б, в — перевозка стеновых панелей с «пятой» массой 10—15 т на автомобиле МАЗ-200; г — перевозка плит покрытия на автомобиле МАЗ-200; д — перевозка колонн резервуаров на автомобиле МАЗ-200; 1 — тягач МАЗ-200В; 2 — полуприцеп-панелевоз 790; 3 — стеновые панели; 4 — автомобиль ЯАЗ-210; 5 — автомобиль МАЗ-200; 6 — трайлер (прицеп-тяжеловоз) МАЗ-5203; 7 — стеновая панель с «пятой»; 8 — ребристые плиты покрытия; 9 — колонны круглые и совмещенные с подколонниками; 10 — деревянные брусья; 11 — резиновые прокладки

костных сооружений автотранспортом приведены на рис. 25.

При перевозке конструкций железнодорожным транспортом следует выполнять необходимые расчеты и составлять схемы креплений изделий на железнодорожных платформах.

При складировании сборных элементов высоту штабеля и количество ярусов укладки элементов назначают исходя из требований правил техники безопасности.

Элементы необходимо доставлять к месту монтажа

без повреждений. За правильность укладки изделий на транспортные средства ответственность несет завод, а за сохранность в пути — транспортирующая организация. Последовательность доставки элементов на строительную площадку принимается согласно проекту производства монтажных работ (ППР). Если монтаж конструкций производят «с колес», элементы на транспортных средствах размещают с учетом последовательности их установки в сооружение.

Перевозить элементы следует по возможности в положении, близком к проектному, за исключением колонн, стеновых панелей, циркуляционных перегородок и других подобных элементов, которые следует перевозить в горизонтальном положении с опиранием их на две прокладки, располагаемые в местах, обозначенных метками. Применять промежуточные третьи прокладки нельзя. При многоярусной погрузке элементов подкладки и прокладки располагают строго по одной вертикали. Перевозимые элементы тщательно укрепляют для предохранения их от опрокидывания, смещения, а также от ударов друг о друга. Гладкие лицевые поверхности стеновых панелей (обращенные к воде) защищают от повреждений мягкими прокладками.

Элементы на транспортных средствах крепят таким образом, чтобы при разгрузке одного из них не нарушалась устойчивость остальных. Транспортные средства выбирают такие, грузоподъемность и длина которых соответствует массе и длине перевозимых элементов. При перевозке стеновых панелей, плит циркуляционных перегородок или плит покрытий, длина которых превышает длину платформы, под свисающие части элементов необходимо подкладывать опорные рамы.

Погрузку элементов на транспортные средства и разгрузку их выполняют с использованием специальных захватных приспособлений. Производить строповку элементов в произвольных местах или использовать для строповки арматурные выпуски вместо монтажных петель запрещается. Погрузочно-разгрузочные работы выполняются под руководством мастера или бригадира, который обязан следить за правильным складированием элементов, за применением безопасных методов работ, за исправностью подъемно-транспортного оборудования и приспособлений, а также за сохранностью элементов при складировании и подъеме.

Сборные элементы очистных сооружений, поступающие на строительную площадку, должны соответствовать рабочим чертежам. Каждая партия элементов снабжается паспортом, выдаваемым заводом при отпуске изделий. Отпуск и приемка сборных конструкций без паспорта запрещаются. На элементы заводом-изготовителем наносятся риски, определяющие оси, и метки, указывающие места опирания при транспортировании и складировании. Риски наносят в виде канавок или масляной краской с прочерчиванием на ней осевых линий. Поступающие на площадку элементы должны иметь хорошо видимую маркировку и клеймо ОТК завода, нанесенные несмываемой краской.

Сборные элементы поставляются заводом на строительную площадку с комплектом стальных деталей, необходимых для выполнения сварных соединений. Арматурные выпуски и другие выступающие стальные детали защищают от возможных повреждений при перевозке элементов.

Приемку сборных элементов, поступающих на монтаж, производят монтажники путем внешнего осмотра. Отпускная прочность принимается по паспорту. В процессе приемки элемента необходимо проверить наличие деформаций, повреждений (околов); проектные размеры и правильность расположения пазов, четвертей, борозд, ниш, правильность расположения закладных деталей, арматурных выпусков, фиксирующих устройств, монтажных петель; соответствие лицевой поверхности изделия требованиям проекта (качество поверхности); наличие раковин, трещин, наплывов. О браковке элементов составляют акт. При приемке элементов следует также проверять выполнение предусмотренных проектом работ по антикоррозионной защите открытых поверхностей закладных деталей.

#### МОНТАЖ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Технология и последовательность монтажа прямоугольных емкостных сооружений в значительной мере определяется типом применяемой стеновой панели. Так, например, при монтаже сооружений из типовых плоских панелей работы по возведению сооружений выполняют в такой последовательности: устройство бетонной подготовки; армирование и бетонирование днища с устрой-

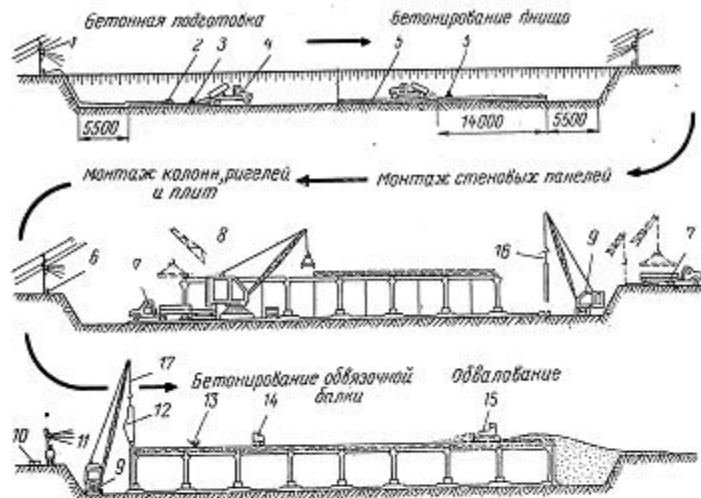


Рис. 26. ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ТИПОВОГО СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕЗЕРВУАРА ИЗ ПЛОСКИХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

1 — осветительный прожектор; 2 — трансформатор; 3 — вибратор поверхностного типа; 4 — автосамосвал; 5 — сборно-разборная деревянная эстакада (настил); 6 — сварочный трансформатор; 7 — панелевоз; 8 — гусеничный кран (Э-1252); 9 — автокран (К-52); 10 — склад битума; 11 — установка для приготовления битума и мастики; 12 — бады емкостью 0,5 м<sup>3</sup>; 13 — тачка для перевозки битумной мастики; 14 — передвижной агрегат для нанесения мастики; 15 — бульдозер на базе трактора ДТ-20; 16 — строп четырехветвевой грузоподъемностью 10 т; 17 — строп четырехветвевой грузоподъемностью 3 т

ством пазов (башмаков) для установки стеновых панелей; монтаж колонн, ригелей и плит покрытия; монтаж стеновых панелей; бетонирование обвязочной балки; заделка стыков; гидроизоляция и обратная засыпка наружных стен (рис. 26).

При монтаже сооружений из I-образных панелей (с опорной «пятой») работы выполняют в несколько другой последовательности: устройство бетонной подготовки; монтаж стеновых панелей; раскладка арматуры днища и стыкование ее с арматурными выпусками «пят» панелей; бетонирование днища; монтаж подколонников (фундаментов), колонн и циркуляционных перегородок; монтаж плит покрытия; заделка стыков между сборными элементами; гидроизоляция покрытия; бетонирование обвязочной балки; наружная гидроизоляция стен; обратная засыпка сооружения (рис. 27).

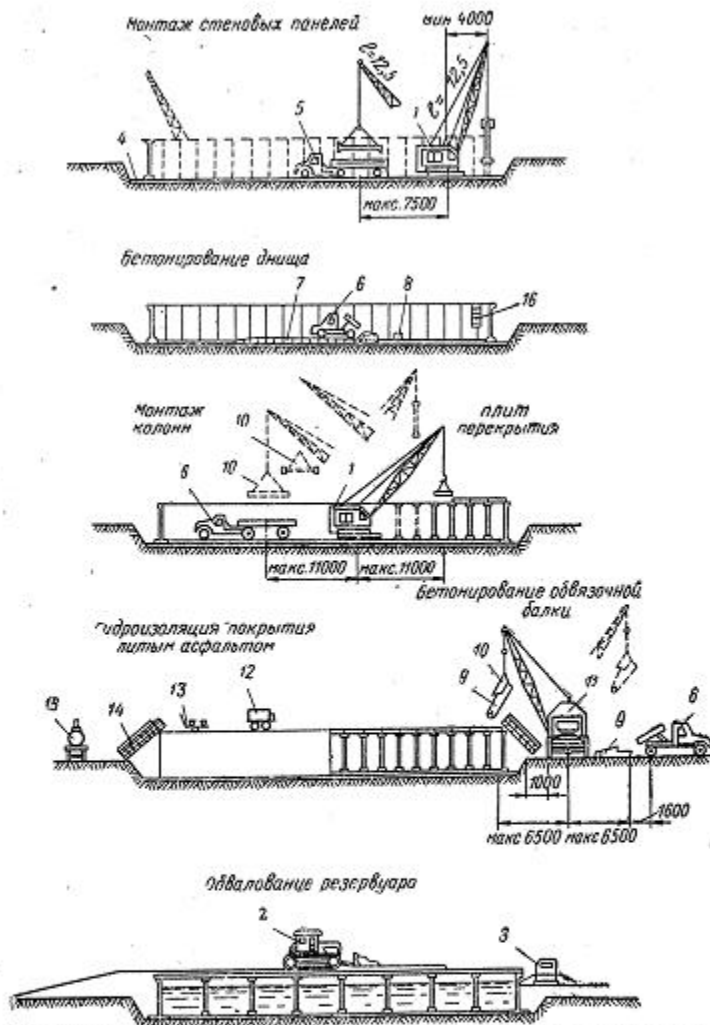


РИС. 27. ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕЗЕРВУАРА ИЗ ПАНЕЛЕЙ С ОПОРНОЙ «ПЯТОЙ»

1 — гусеничный монтажный кран (Э-1252); 2 — бульдозер; 3 — прицепной кулачковый каток; 4 — бетонная подготовка; 5 — панелевоз (МАЗ-200В); 6 — автосамосвал (ЗИЛ-585В); 7 — сборно-разборная деревянная эстакада; 8 — вибратор поверхностного типа; 9 — бадья; 10 — строп четырехветвевой; 11 — автокран (К-52); 12 — передвижной агрегат для нанесения мастики; 13 — тачка для перевозки мастики; 14 — инвентарный металлический мостик; 15 — установка для приготовления битумной мастики; 16 — навесная металлическая лестница

Практика возведения сооружений из этих типов панелей показывает, что каждый из них имеет свои особенности и каждому из них присущи свои достоинства и недостатки.

Проведенные детальные расчеты основных технико-экономических показателей панелей, включая массу панели, расход бетона, стоимость и трудоемкость изготовления, перевозки, монтажа (с заделкой стыков) \* показали, что по расходу бетона и стали, объему сборности (в %) и общей трудоемкости работ более эффективны панели с опорной «пятой». Но по стоимости изготовления, перевозки и монтажа (с учетом заделки стыков), трудоемкости изготовления более эффективны типовые плоские панели. Панели с опорной «пятой» дороже и более громоздки, они требуют больших затрат труда на изготовление и перевозку. Но, как показывает опыт, эти панели удобнее в процессе монтажа и не требуют больших затрат труда и времени на установку их в проектное положение (по сравнению с плоскими). Панели с опорной «пятой» оказываются для строительства более технологичными.

Плоские же панели экономичнее и менее громоздки при изготовлении, перевозке и складировании, но требуют больших затрат на установку (в связи с необходимостью временного раскрепления подкосами, струбцинами или другими инвентарными приспособлениями), и, как видно из сравнения показателей, общая трудоемкость возведения сооружений из плоских панелей несколько превышает трудоемкость их монтажа из  $\perp$ -образных стеновых панелей.

Таким образом, оба типа применяемых панелей имеют определенные, уже перечисленные выше достоинства, но вместе с тем не свободны от некоторых присущих им недостатков, что необходимо учитывать при строительстве сооружений. Но если при этом руководствоваться критерием индустриализации производства работ, предусматривающим перенесение наиболее сложных и трудоемких процессов в заводские условия и максимальное облегчение операций, выполняемых на строительной площадке, то предпочтительнее панели с

\* Белецкий Б. Ф. Рациональные типы стеновых панелей для емкостных сооружений. Водоснабжение и санитарная техника, 1973, № 9.

опорной «пятой», так как при их установке в проектное положение затрачивается меньше труда и времени. Такие панели можно монтировать как до, так и после устройства днища емкостного сооружения, между тем как плоские можно устанавливать только после устройства днища и пазов (башмаков). Опыт строительства очистных сооружений в Донбассе и других районах также подтверждает предпочтительность применения панелей с опорной «пятой», монтировать которые без особого предварительного крепления можно практически круглый год, независимо от погодных условий, в то время как заделывать полость паза между выступами башмака и плоской панелью зимой очень трудно и поэтому в большинстве случаев водонепроницаемость сопряжения стеновой панели и днища в таких сооружениях оказывается недостаточной. Не всегда удается точно установить дефектные места (течи) и своевременно их устранить, так как струи воды при таком сопряжении панелей с днищем, проникая в паз емкости в одном месте, перемещаются по дну паза и затем выходят наружу совсем в другом месте. Поэтому чтобы устранить течи, на практике часто приходится удалять бетон или раствор заделки на всем протяжении паза. Сопряжение  $\perp$ -образной панели с днищем по водонепроницаемости и прочности сооружения является более надежным, менее трудоемким и сложным при производстве работ.

Подводя итог рассмотрению достоинств и недостатков применяемых двух типов стеновых панелей, следует указать, что при монтаже емкостных сооружений в каждом конкретном случае необходимо учитывать эти достоинства и недостатки. Однако, по-видимому, следует проводить дальнейшие научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по совершенствованию применяемых и созданию новых, более эффективных типов панелей.

При строительстве же емкостных сооружений и их комплексов в различных районах страны можно применять как типовые плоские, так и  $\perp$ -образные панели при соответствующем обосновании в каждом конкретном случае выбранного типа, учитывая местные условия, опыт и возможности специализированных строительных организаций. Сложность и трудоемкость изготовления, транспортирования и складирования панелей с опорной «пятой» в настоящее время не позволяют

включить ее в типовую серию 3.900-2, но, учитывая намечаемые большие объемы строительства емкостных и очистных сооружений, следует разрешить применение этого типа панелей наравне с типовыми плоскими, особенно в тех районах и теми строительными организациями, где уже освоена и налажена технология их изготовления и монтажа, имеются необходимая оснастка и оборудование.

**Монтаж сооружений реагентного хозяйства.** Здание реагентного хозяйства водоочистной станции вместе со смесителем и затворно-растворными баками, эстакадами и другими сооружениями возводят в одну очередь, используя для монтажа строительных конструкций башенные краны грузоподъемностью 5—8 т. Монтаж здания ведут по обычной технологии, применяемой при строительстве промышленных зданий такого типа. Для монтажа конструкций емкостей баков и смесителя, а также при установке узлов технологического оборудования и выполнении работ нулевого цикла применяют гусеничные и автомобильные краны. После испытания технологических трубопроводов и оборудования подвергают гидравлическим испытаниям смеситель и затворно-растворные баки. При обнаружении в них дефектов емкости опорожняют, после чего устраняют дефекты и повторно их испытывают. Параллельно ведут работы по кладке стен, устройству кровли, заполнению проемов, отделочные и другие работы.

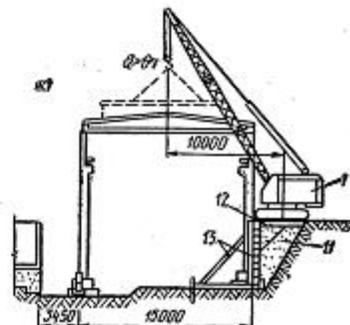
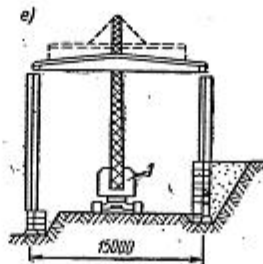
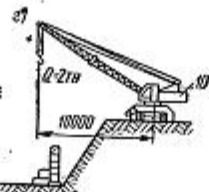
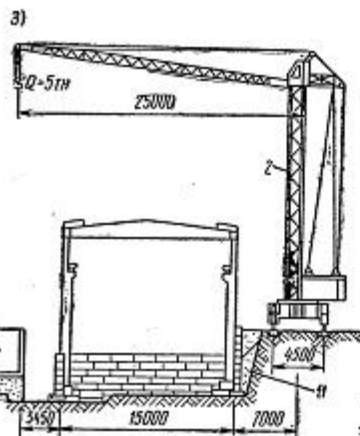
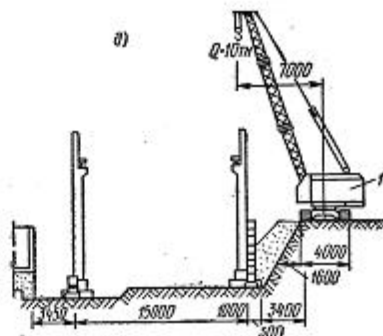
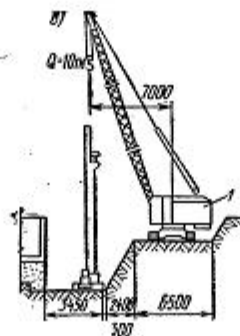
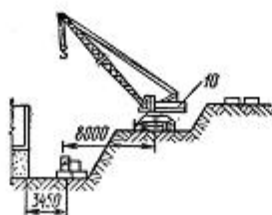
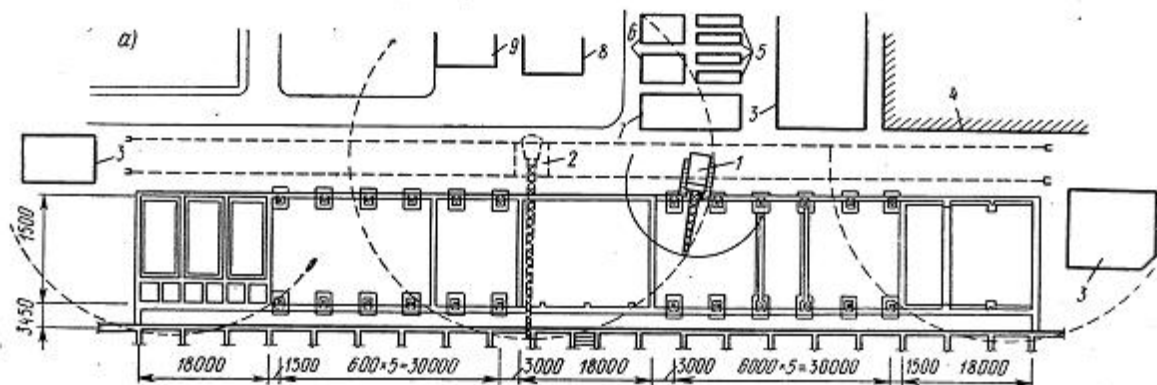
Схема монтажа здания реагентного хозяйства с использованием на различных этапах его возведения пневмоколесного, гусеничного и башенного кранов приведена на рис. 28.

Последовательность производства строительных и монтажных работ принята следующая. После устройства котлована монтируют пневмоколесным краном фундаментные блоки (по ряду И) от отметки 4,05 м (рис. 28, б), складированные в зоне действия крана. Следом гусеничным краном монтируют по этому же ряду колонны, а также подкрановые балки (рис. 28, в). Одновременно завершают выемку грунта из котлована, а в помещении смесителя устраивают съезд для крана. Завершив работы по монтажу фундаментных блоков, колонн и подкрановых балок по ряду И, переходят к последовательному выполнению этих же работ, по второму ряду — К (рис. 28, г). Здесь фундаментные блоки



РИС. 28. МОНТАЖ ЗДАНИЯ РЕАГЕНТНОГО ХОЗЯЙСТВА ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут

*a* — общий план строительства; *б, в, г, д, е, ж, з* — этапы монтажа здания; 1 — гусеничные краны 2 — башенные краны; 3 — склады блоков подвала; 4 — полигон для изготовления сборных железобетонных изделий; 5 — склад плит покрытия; 6 — склады подкрановых балок; 7 — склад фундаментных блоков; 8 — склад цемента; 9 — бетонный узел; 10 — кран на пневмоколесном ходу; 11 — послойно-уплотненный грунт; 12 — инвентарный настил; 13 — временное крепление



вначале укладывают до отметки 1,6 м и одновременно укладывают колонны и подкрановые балки, после чего монтируют оставшиеся фундаментные блоки до проектной отметки (рис. 28, д) и приступают к возведению стен смесителя и обратной засыпке фундаментов с плотным уплотнением грунта.

Следующим этапом строительства здания является монтаж балок его перекрытия при помощи гусеничного крана, перемещающегося по пролету здания (рис. 28, е). Балки в пределах размещения смесителя, где невозможен проезд крана по пролету здания, устанавливают с бровки котлована. При этом ввиду недостаточности грузоподъемности крана его располагают на минимальном расстоянии от возводимого здания, для чего применяют инвентарный деревометаллический настил размером 5,8×6,75 м, а также временное дополнительное крепление фундаментных блоков (рис. 28, ж).

Смонтировав каркас здания реагентного хозяйства, укладывают путь на свободной стороне и устанавливают башенный кран, с помощью которого монтируют фундаментные блоки поперечных стен внутри здания, а также плиты его покрытия.

**Монтаж горизонтальных отстойников.** Монтаж горизонтальных отстойников водопроводных очистных станций в связи с большими размерами их в плане целесообразно выполнять мобильными стреловыми кранами на гусеничном или пневмоколесном ходу, передвигающимися по бетонной подготовке днища вдоль монтируемых стен коридоров. К монтажу сборных конструкций отстойника приступают после достижения бетонной подготовкой прочности не менее 70% проектной, что необходимо для возможности передвижения по подготовке монтажного крана, а также для завоза и складирования на ней сборных элементов.

Монтаж горизонтальных отстойников лучше всего производить комплексным методом, при котором стеновые панели и плиты покрытия коридоров устанавливаются в проектное положение за один проход крана.

Последовательность и организация монтажных работ при сооружении горизонтальных отстойников следующие. Монтажный кран въезжает в котлован на бетонную подготовку днища отстойника и, двигаясь «змейкой» вдоль стен коридоров, вначале устанавливает «с колес» стеновые панели наружной стены крайнего

коридора, а затем, переместившись в соседний коридор и двигаясь в обратном направлении, монтирует панели смежной внутренней стены и одновременно плиты покрытия коридора пролетом 6 м.

После монтажа панелей второй продольной стены бетоннируют днище в первом коридоре отстойника. При этом работы организуют так, чтобы бетонирование днища опережало монтаж плит покрытия на расстояние, при котором создаются безопасные условия одновременной работы монтажников и бетонщиков (рис. 29).

Технология монтажа стеновых панелей с «пятой» при сооружении горизонтальных отстойников следующая. Краном разгружают панель с платформы панелевоза или трайлера, въехавших непосредственно в котлован, на бетонную подготовку отстойника. После подъема панели за четыре монтажные петли ее перемещают в сторону и укладывают плашмя на бетонную подготовку, а затем, после перестроповки за верхние петли, устанавливают в проектное положение на выравняющий слой цементного раствора толщиной 10—20 мм. Стеновые панели благодаря наличию опорной «пяты» после установки практически не нуждаются во временном раскреплении, что позволяет монтажникам долго не задерживать монтажный кран и сразу же переходить к установке следующей стеновой панели. Кроме того, при монтаже стен с использованием этого типа панелей отпадает необходимость в применении различных крепежных инвентарных приспособлений (подкосов, струбцин и т. п.), на изготовление которых расходуются средства, а на их установку задерживается время монтажников. Работы по заделке стыков между стеновыми панелями коридоров горизонтального отстойника выполняют параллельно с монтажом сборных конструкций. Замоноличивает стыки звено из четырех рабочих (два арматурщика и два бетонщика).

Монтаж горизонтальных отстойников в ряде случаев целесообразно осуществлять также раздельным методом. При этом одним краном вначале монтируют только стеновые панели коридоров, а другим (вслед за ним) — плиты покрытия. Краны в процессе монтажа панелей и плит также двигаются вдоль коридоров «змейкой». При раздельном методе монтажа коридоров отстойника стыки стеновых панелей замоноличивают до установки плит покрытия.

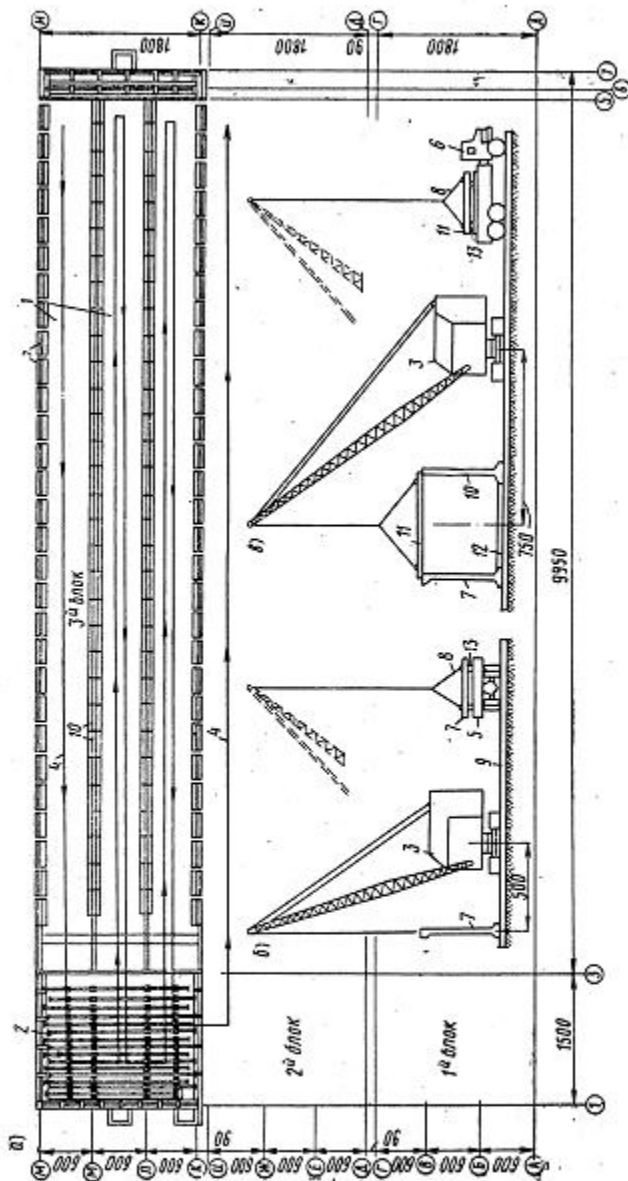


РИС. 29. СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ МОНТАЖА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ ГУСЕНИЧНЫМ КРАНОМ, ПЕРЕМещаЮЩИМСЯ В КОТЛОВАНЕ ПО ДНИЩУ

а — монтажный плавк; б — схема монтажа стеновых панелей; в — схема монтажа плит покрытия; г — коридоры отстойника; 2 — совмещенная камера реакции; 3 — гусеничный кран (Э-1250); 4 — направление движения крана в процессе монтажа сборных элементов; 5, 6 — панелевозы и плетовозы (МАЗ-210 и МАЗ-300); 7 — стеновая панель наружная; 8 — стропы; 9 — бетонная подготовка; 10 — стеновая панель внутренняя; 11 — плита покрытия; 12 — монолитное днище; 13 — деревянные прокладки

После завершения монтажа коридоров одного блока (секции) отстойника переходят к выполнению аналогичных работ на следующем. В этот период в коридорах смонтированного блока заканчивают работы по заделке стыков, отделочные работы, а также работы по монтажу технологических трубопроводов (оборудования) и подготовке емкостей к гидравлическим испытаниям. После успешных испытаний блока отстойника водой и устранения строительных дефектов он может быть введен в эксплуатацию, не дожидаясь окончания строительства остальных блоков отстойника.

Схема монтажа крупного горизонтального отстойника размером  $48 \times 87$  м с коридорами пролетом 12 м приведена на рис. 30.

Для более полной загрузки монтажных кранов установка сборных элементов отстойника осуществляется отдельным методом в четыре этапа. На первом этапе гусеничным краном (МКГ-25) производят монтаж стеновых панелей массой до 10,8 т, оставляя в крайней торцевой стене монтажные проемы для въезда кранов и панелевозов. Вторым этапом выполняют монтаж опор под каналы и трубы сборных каналов, а также блоков под каналы, используя кран МКА-10. На третьем этапе краном МКА-10 выполняют монтаж: плит люка; плит под колонны; колонн, частично сборных каналов и опор под трубы; прогонов и плит покрытия. На четвертом этапе устанавливают оставшиеся сборные элементы в местах монтажных проемов.

На всех этапах монтажные краны передвигаются внутри отстойников по готовой бетонной подготовке. Стеновые панели, плиты покрытия и сборные каналы отстойников устанавливают непосредственно с транспортных средств, а остальные элементы — с раскладкой их в зоне действия монтажного крана. Стеновые панели в местах монтажных проемов устанавливают по окончании всех строительных и монтажных работ внутри отстойника. Первыми устанавливают угловые (маячные) панели, которые выверяют с помощью геодезических инструментов, а затем по ходу движения крана монтируют остальные панели. После окончательной выверки выполняют «прихватку» панелей друг к другу при помощи электросварки закладных деталей и арматурных выпусков.

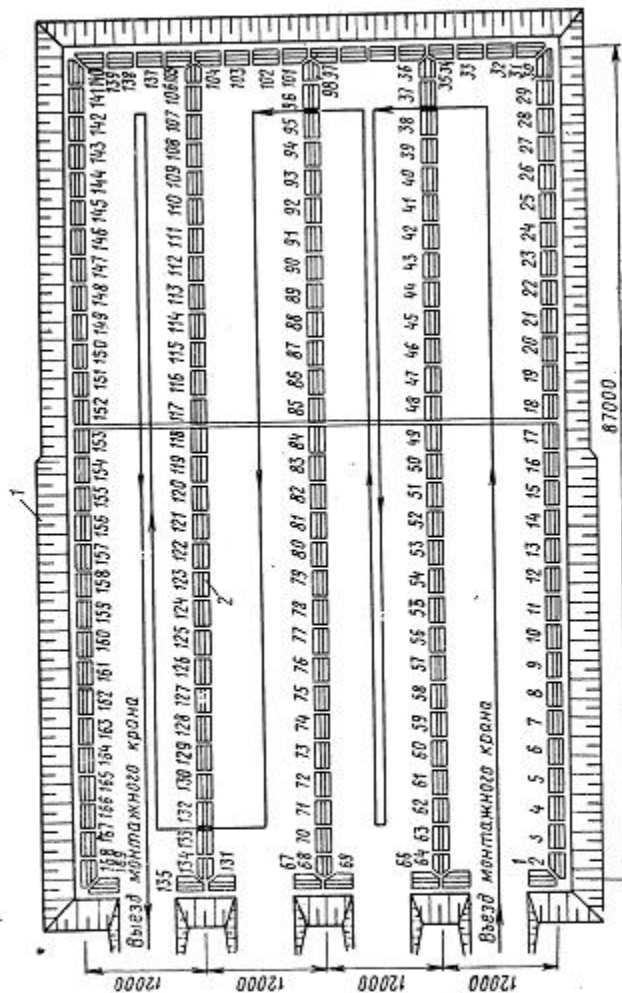


РИС. 20. СХЕМА МОНТАЖА КРУГЛОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТСТОЙНИКА (С КОРИДОРАМИ ПРОЛЕТОМ 12 м) ГУСЕНИЧНЫМ КРАНОМ.  
 1 — котлован; 2 — стеновые панели массой до 10 т. Цифры 1—169 указывают на последовательность монтажа элементов

Заделку стыков стеновых панелей начинают через два дня после начала их монтажа, т. е. после установки панели с порядковым номером 28.

Организация и технология монтажа горизонтальных отстойников из плоских типовых панелей в основном такие же, как и при использовании панелей с «пятой». При этом только последовательность работ несколько отлична. Так, если монтаж панелей с «пятой» производят сразу же после устройства бетонной подготовки, то плоские монтируют после устройства подготовки и железобетонного днища с пазами. После установки и выверки плоские панели раскрепляют при помощи клиньев, металлических подкосов, струбцин и других крепежных приспособлений.

**Монтаж камер реакции.** Процесс монтажа сборных камер во многом сходен с монтажом горизонтальных отстойников. Состав и последовательность основных строительных и монтажных работ почти такие же, за исключением дополнительных работ по установке стоек и плит струна направляющих перегородок. Монтаж сборных элементов камеры выполняют обычно комбинированным методом при перемещении крана внутри емкости по бетонной подготовке.

Стеновые панели устанавливают стреловым гусеничным краном чаще всего с транспортных средств.

В связи с тем что камеры реакции в большинстве своем состоят из двух отделений, монтаж стеновых панелей начинают с крайнего отделения, а затем продолжают в следующем отделении, оставляя в разделительной и наружной стене монтажные проемы. После установки стеновых панелей на днище въезжает пневмоколесный или гусеничный кран для установки стоек и струна направляющих перегородок. Монтаж последних начинают также с крайнего отделения, где устанавливают конструкции при перемещении крана посередине отделения «на себя». Смонтированные стойки и плиты перегородок после выверки крепят между собой на сварке закладных деталей. В поперечном направлении смонтированные перегородки сверху временно крепят продольными арматурными стержнями.

Закончив монтаж перегородок в крайнем отделении, кран перемещают в следующее, где сначала «закрывают» панелями монтажный проем в средней разделительной стене, а затем монтируют стойки и перегородки.



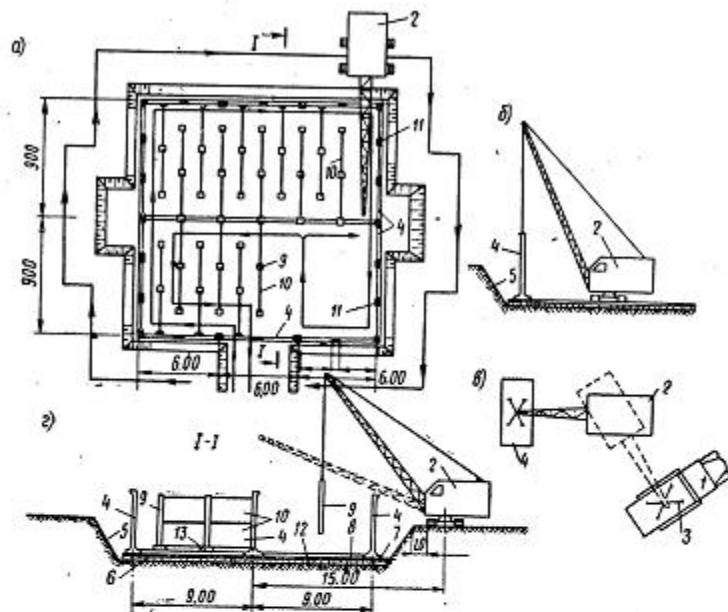


РИС. 31. МОНТАЖ КАМЕРЫ РЕАКЦИИ КОЛЬЦЕВЫМ МЕТОДОМ  
 а — общая схема монтажа сооружения; б, в — схемы разгрузки и установки стеновых панелей; г — схема монтажа стоек и перегородок; 1 — панелевоз; 2 — гусеничный кран Э-1004; 3 — стропы; 4 — стеновая панель; 5 — котлован; 6 — песчаная подушка; 7 — бетонная подготовка; 8 — монолитное днище; 9 — стойки; 10 — перегородки; 11 — монолитные стыки; 12 — гидроизоляция; 13 — баиники стоек

Заключительным этапом устанавливают панели наружной стены в месте монтажного проема, оставленного для въезда крана. Далее замоноличивают стыки между сборными элементами и выполняют монтаж технологических трубопроводов и оборудования камеры.

При монтаже камер небольших размеров применяют «кольцевой» метод установки сборных элементов при перемещении крана по бровке котлована (рис. 31).

**Монтаж фильтров.** Монтаж фильтров на практике часто значительно затрудняется наличием внутри здания довольно крупных емкостей ячеек фильтров, а также необходимостью загрузки их фильтрующими материалами. Схема монтажа однорядных фильтров с применением плоских стеновых панелей приведена на рис. 32.

Строительство фильтров осуществляется в две очереди, причем в первую возводят фильтры, а также бытовые помещения в пределах осей 31—59—62.

Фильтры каждой очереди сооружаются в два основных этапа (цикла) — нулевой и основной. В период нулевого цикла выполняют следующие работы: земляные, устройство фундаментов под колонны здания фильтров и бытовые помещения, а также устройство монолитного железобетонного дна ячеек фильтров (см. рис. 32,а). Бетонирование фундаментов под колонны здания, монтаж колонн и ферм пролетом 18 м, а также плит покрытия и подачу пенобетона осуществляют при помощи гусеничного крана грузоподъемностью 20 т. Кладку стен и работы по устройству кровли обслуживает автомобильный кран грузоподъемностью 5 т с удлиненной стрелой. Монтаж каркаса здания фильтров и самих ячеек фильтров (основной цикл) начинают от оси 59 в направлении оси 31 (рис. 32,б). Монтаж колонн, ферм и плит покрытия здания производят гусеничным краном, перемещающимся по днищу фильтров (рис. 32,в). Колонны, фермы, плиты покрытия доставляются в зону действия крана автотранспортом (используются фермовозы). После монтажа сборных конструкций здания выполняют работы по монтажу технологического оборудования, трубопроводов и задвижек.

В связи с тем что здание смонтировано полностью (включая покрытие), для монтажа фильтров применен гусеничный кран грузоподъемностью 10 т с укороченной стрелой, передвигающийся по днищу фильтров (рис. 32,д). Технология монтажа и отделки фильтров следующая. Первыми устанавливают стеновые панели и затяжки, а также плиты ПТК-59. При монтаже стеновых панелей для временного их закрепления (после установки в паз днища) применяют специальные инвентарные приспособления — угловые и прямые струбцины.

Горизонтальные стыки между стеновыми панелями и монолитным дном заполняются горячим битумом (узел А на рис. 32), а вертикальные стыки между панелями замоноличиваются бетоном. Одновременно замоноличиваются горизонтальные стыки, после чего покрывают их слоем торкрет-штукатурки. Замоноличивание стыков, монтаж дренажных и переливных лотков выполняют параллельно с монтажом панелей стен, после чего производят гидравлические испытания фильтров.

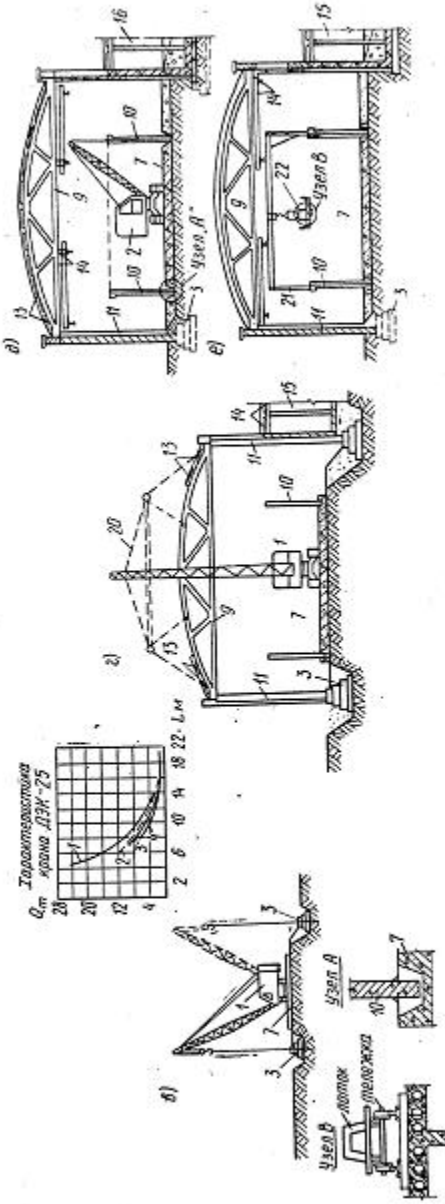
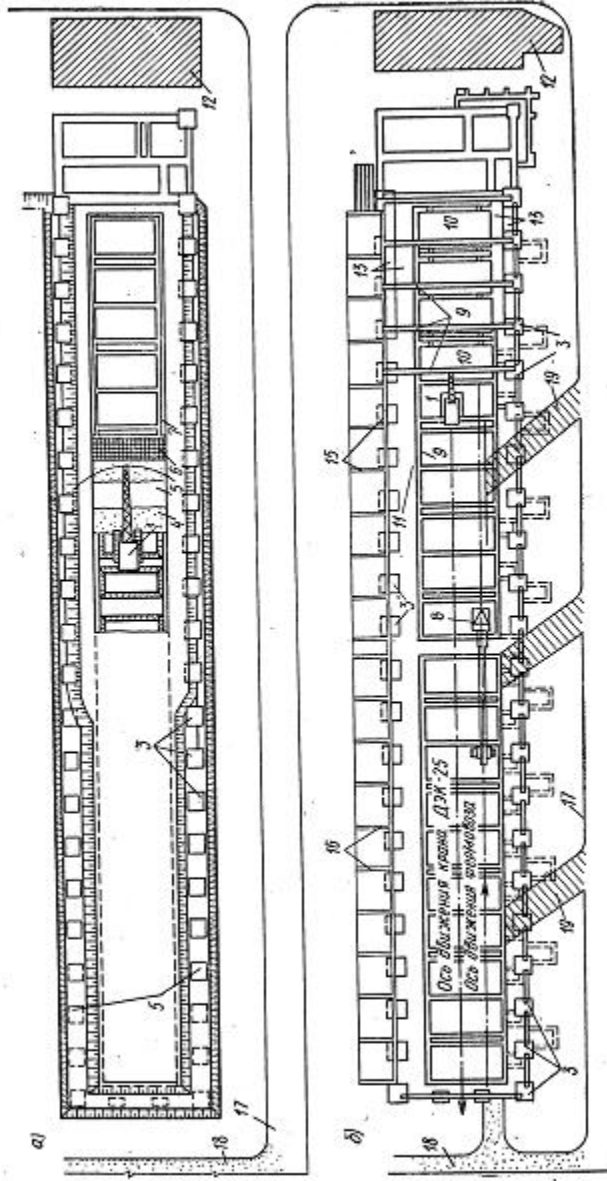


Рис. 29. СХЕМА МОНТАЖА ОДНОРЯДНЫХ ФИЛЬТРОВ ВОДОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 200 ТЫС. М<sup>3</sup>/СУТ  
 а — нулевой цикл; б — основной цикл; в, д — узлы монтажа фильтров; 1 — гусеничный кран грузоподъемностью 20 т; 2 — гусеничный кран грузоподъемностью 10 т с искривленной стрелой; 3 — фундаменты; 4 — бетонная подготовка; 5 — асфальт; 6 — арматурные сетки; 7 — монолитное днище; 8 — фермовоз; 9 — железобетонные фермы 1-18 м; 10 — панели стен фильтров; 11 — колонны здания фильтров; 12 — привлекшие элементы конструкций и материалов; 13 — плиты покрытия; 14 — кован-балка; 15-16 — кордаторы отстойника; 17 — постоянная автодорога; станция; 18 — арматурная автодорожка; 19 — съезд; 20 — траверса для монтажа ферм; 21 — козловой кран грузоподъемностью 2,5 т; 22 — железобетонный лоток фильтров

Как показал опыт, одновременный монтаж стеновых панелей и дренажных лотков не является эффективным, так как в случае некачественной заделки стыков, что может быть обнаружено только после гидравлических испытаний ячеек, трудно устранить дефекты и восстановить их герметичность. Монтаж лотков при установке их после испытания ячеек производят при помощи кран-балки, а также специального козловаго крана грузоподъемностью 2,5 т, перемещающегося по рельсам, расположенным на стенах фильтров (рис. 32,е).

Схема монтажа сборных конструкций двухрядных фильтров размером 6×6 м приведена на рис. 33.

После планировки и зачистки котлована между рядами ячеек фильтров (в галерее технологических трубопроводов) гусеничным или пневмоколесным краном устанавливают сборные фундаменты под колонны и после устройства бетонной подготовки монтируют панели сборных стен. Затем бетонируют подготовку под фильтры в боковых частях, а также днище галереи трубопроводов, после чего на бетонную подготовку фильтров заезжает гусеничный кран и монтирует стеновые панели ячеек фильтров массой 6,8—8,8 т с транспортных средств в последовательности, указанной на рис. 33,а. Монтажный кран, двигаясь по подготовке «на себя», разгружает панели с автомобиля (панелевоза) или трейлера, движущегося вместе с деталями по днищу, и после перестропки кран устанавливает их в проектное положение. Монтаж ячеек фильтров производится комплексным методом с установкой всех сборных элементов за один проход крана. Параллельно с монтажом сборных конструкций фильтров замоноличивают стыки.

Смонтировав ячейки фильтров, на днище галереи раскладывают и монтируют балки перекрытия, колонны и подкрановые балки главного пролета надземного здания фильтров, используя при этом установленный с наружной стороны башенный кран БКСМ-5-5А.

По достижении бетоном замоноличивания стыков и обвязочной балки наружных сборных стен ячеек фильтров необходимой прочности производят кладку стен в боковых помещениях над ячейками, а также монтаж плит покрытия (рис. 34).

Закончив работы по замоноличиванию стыков между сборными элементами ячеек фильтров, а также подклю-

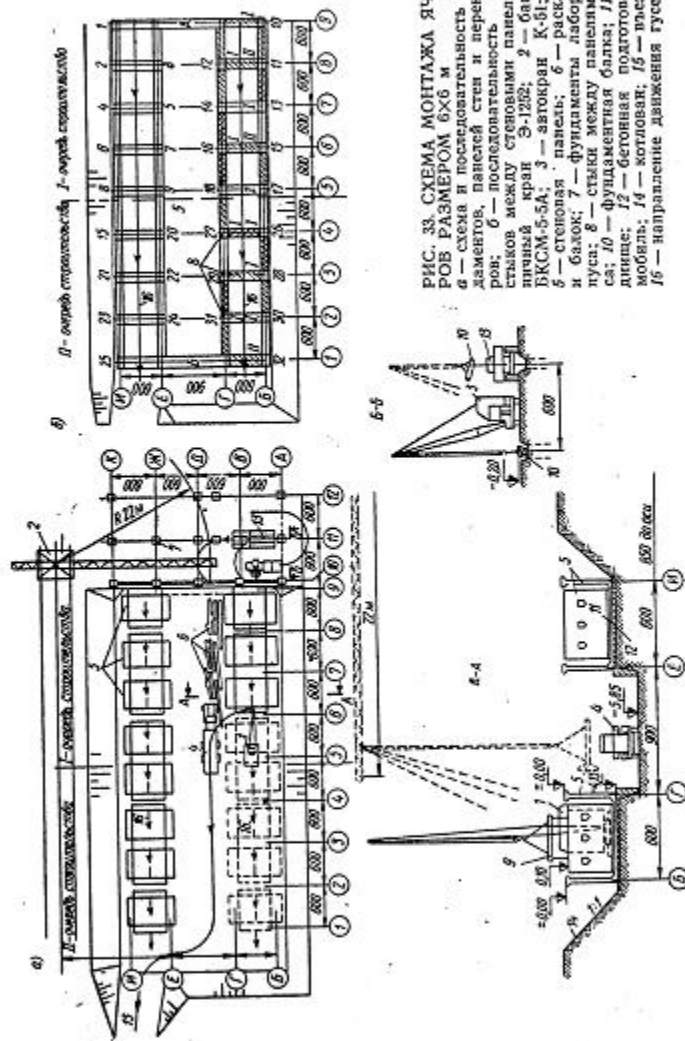


РИС. 33. СХЕМА МОНТАЖА ЯЧЕЕК ФИЛЬТРОВ РАЗМЕРОМ 6×6 м  
 а — схема и последовательность монтажа фундаментов, панелей стен и перекрытий фильтров; б — последовательность бетонирования стыков между стеновыми панелями; 1 — гусеничный кран Э-1202; 2 — башенный кран БКСМ-5-5А; 3 — автокран К-61; 4 — трейлер; 5 — стеновая панель; 6 — раскладка колонн и балок; 7 — фундаменты лабораторного корпуса; 8 — стыки между панелями; 9 — траверса; 10 — фундаментная балка; 11 — траверсное днище; 12 — бетонная подготовка; 13 — автомобиль; 14 — котлован; 15 — въезд в котлован; 16 — направление движения гусеничного крана

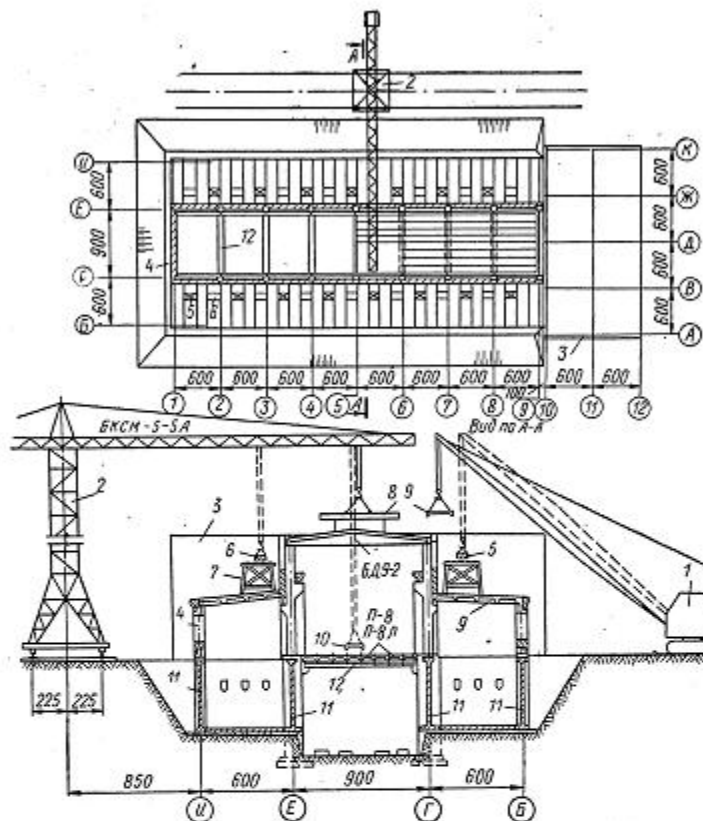


РИС. 34. СХЕМА МОНТАЖА НАДЗЕМНОГО ЗДАНИЯ ФИЛЬТРОВ  
 1 — гусеничный кран Э-1252; 2 — башенный кран БКМ-5-5А; 3 — лабораторный корпус; 4 — здание фильтров; 5 — контейнер с кирпичом; 6 — контейнер с раствором; 7 — подмости; 8 — траверса; 9 — плита покрытия; 10 — плита перекрытия галерей технологических трубопроводов; 11 — стеновые панели ячеек фильтров; 12 — балки перекрытия

чив их к подающим и отводящим трубопроводам, производят гидравлические испытания емкостей. При обнаружении недопустимых течей или просачиваний фильтры опорожняют и после устранения дефектов повторно испытывают.

Убедившись в требуемой водонепроницаемости ячеек, приступают к загрузке их фильтрующими материала-

ми через временно оставленные в покрытии отверстия или оконные проемы. После загрузки фильтров крапом устанавливают недостающие плиты в остальные проемы и на этом работы по возведению фильтров завершаются.

Схемы организации работ по монтажу двухрядных фильтров  $6 \times 6$  м из  $\perp$ -образных стеновых панелей гусеничными и башенными кранами при размещении последнего между рядами фильтров (в пределах галереи технологических трубопроводов) показаны на рис. 35, 36, 37.

Монтаж фильтров при таком размещении кранов выполняют следующим образом. Вначале гусеничным крапом устанавливают стеновые панели ячеек фильтров сперва по одному ряду (в осях В—Г), а затем по другому (в осях А—Б). Кран движется слева направо «на себя», устанавливает в проектное положение панели ячеек массой 6,7—8,5 т, которые доставляются в котлован панелевозами. Монтажные работы осуществляют в каждом ряду ячеек фильтров на двух захватках, границей которых является температурно-деформационный шов. Последовательность монтажа стеновых панелей показана на рис. 36.

После монтажа стеновых панелей одной ячейки фильтров производят замоноличивание стыков, устройство монолитных участков стен и монолитного дна. Одновременно в пределах галереи технологических трубопроводов отсыпается щебеночный слой, устраивается подкрановый путь и устанавливается башенный кран. После завершения монтажа ячеек фильтров в обоих рядах в пределах первых захваток с помощью башенного крана начинают монтировать колонны, ригели балки и плиты покрытия здания фильтров, причем плиты покрытия в средней части здания временно не укладывают (рис. 37).

Это необходимо для того, чтобы использовать башенный кран при повторном его заезде в средний пролет для обслуживания работ по кладке стен здания фильтров. Башенный кран используется также для подачи бетона при устройстве монолитных участков стен фильтров и их монолитного дна.

Заключительным этапом башенный кран, выезжая из пределов здания, обслуживает монтаж технологических трубопроводов фильтров, а также монтаж балок и плит покрытия в среднем пролете здания.

Схема монтажа крупных двухсекционных сблокиро-



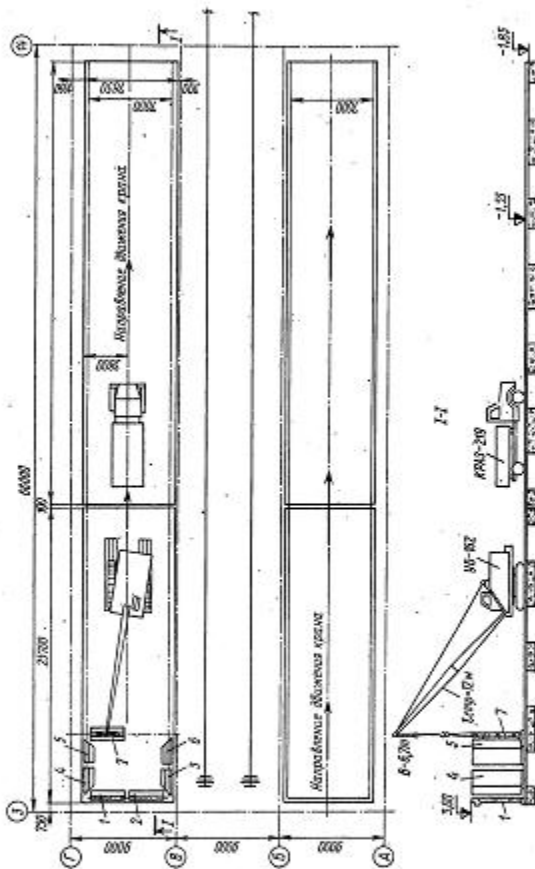


РИС. 35. СХЕМА МОНТАЖА ДВУХРЯДНЫХ ФИЛЬТРОВ ГУСЕНИЧНЫМ КРАНОМ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ КРАНА В ПРЕДЕЛАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ  
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — последовательность монтажа стеновых панелей ячейки фильтров

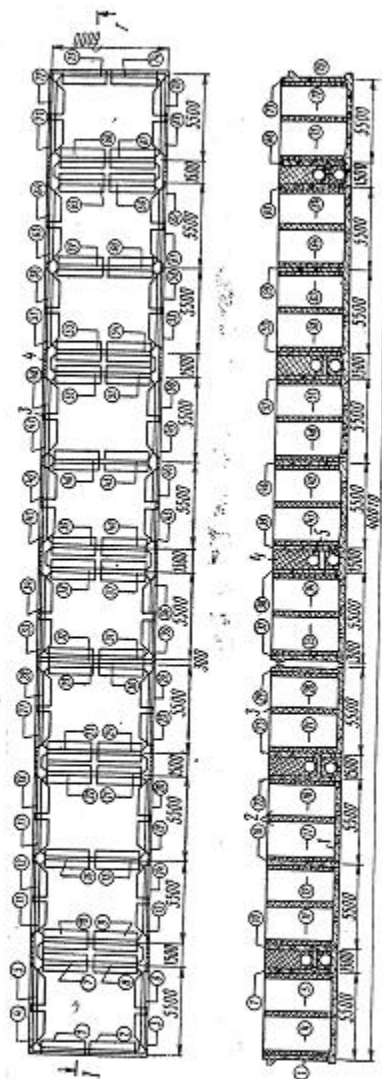


РИС. 36. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ УСТАНОВКИ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ЯЧЕЕК ФИЛЬТРОВ (СМ. ЦИФРЫ В КРУЖКАХ)  
1 — монолитное литье; 2 — стеновые панели; 3 — монолитные панели; 4 — монолитные стыки панелей; 5 — отверстия для пропуска технологических трубопроводов

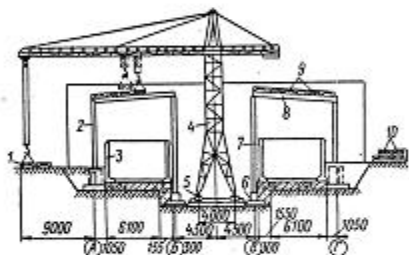
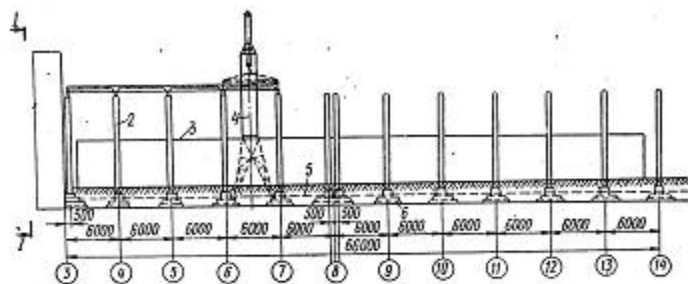


РИС. 37. СХЕМА МОНТАЖА ЗДАНИЯ ДВУХРЯДНЫХ ФИЛЬТРОВ БАШЕННЫМ КРАНОМ, РАСПОЛОЖЕННЫМ В ГАЛЕРЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ  
 1 — плиты покрытия; 2 — каркас зданий фильтров; 3 — ячейки фильтров из сборных панелей; 4 — башенный кран; 5 — рельсовый путь, уложенный по дну галереи технологических трубопроводов; 6 — сборные фундаменты; 7 — колонны; 8 — балки; 9 — плиты, уложенные в покрытие; 10 — склад сборных деталей

ванных фильтров с размерами ячеек  $12 \times 12$  м комбинированным методом приведена на рис. 38.

Монтаж стеновых панелей ячеек массой до 10,8 т производят гусеничным краном (МКГ-25) с транспортных средств, а монтаж балок, лотков, плит перекрытия лотков и плит мостика — двумя башенными кранами (БКСМ-5-5А), подкрановые пути которых укладывают с обеих сторон монтируемых фильтров.

На монтаже сборных конструкций фильтров заняты две комплексные бригады, состоящие из двух звеньев. Бригада № 1 выполняет работы по монтажу стеновых панелей фильтров и заделке стыков между ними, а бригада № 2 — по монтажу балок, лотков, плит перекрытия лотков и плит мостика с заделкой также стыков.

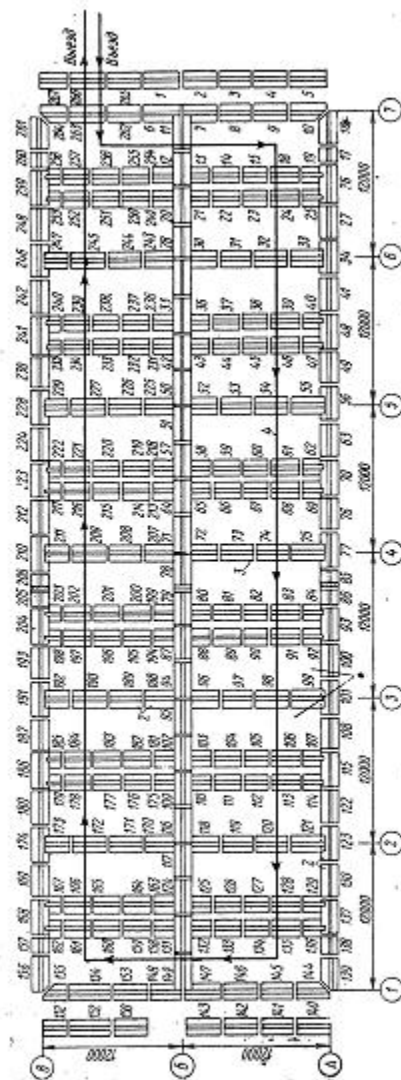


РИС. 38. СХЕМА МОНТАЖА КРУПНЫХ ДВУХРЯДНЫХ ЯЧЕЕК ФИЛЬТРОВ РАЗМЕРОМ  $12 \times 12$  м ГУСЕНИЧНЫМ КРАНОМ  
 1 — ячейки фильтров; 2 — стеновые панели; 3 — стыки между панелями; 4 — путь движения монтажного крана; 1, 2, 3, 4, 5, ... 267 — последовательность монтажа панелей

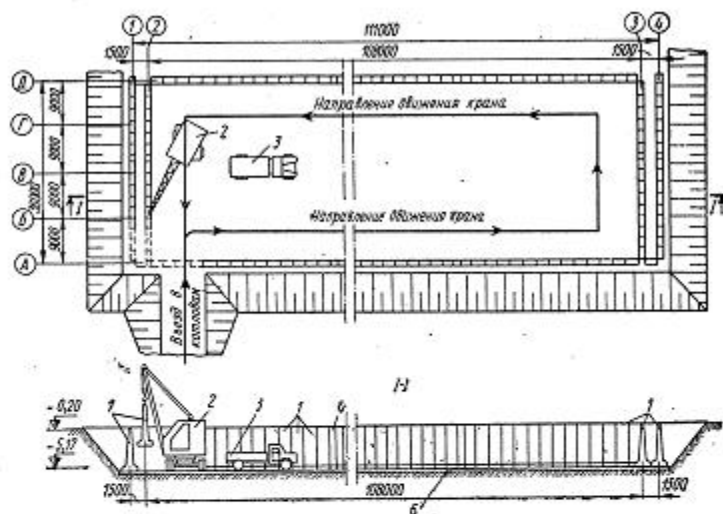


РИС. 39. МОНТАЖ АЭРОТЕНКОВ ИЗ ПАНЕЛЕЙ С ОПОРНОЙ «ПЯТОЙ»  
1 — стеновые панели; 2 — монтажный кран (К-104); 3 — панелевоз; 4 — стыки между сборными панелями; 5 — бетонная подготовка

**Монтаж аэротенков.** Перед началом монтажа аэротенков из  $\perp$ -образных стеновых панелей устраивают бетонную подготовку под днище, а также бетонруют днище. Если строительство аэротенков осуществляют в летний период, днище бетонруют до начала монтажа стеновых панелей, а при строительстве сооружений в зимний период панели устанавливают на бетонную подготовку. При этом бетонная подготовка устраивается только на ширину «пяты» стеновой панели, а бетонирование днища переносится на лето.

Монтаж аэротенков производят в такой последовательности. Вначале монтируют стеновые панели коридоров аэротенков, а затем колонны (при готовом днище). После этого монтируют плиты перегородок, лотки, фильтросные каналы, плиты мостиков и плиты покрытия каналов осветленной воды. В заключение монтируют трубопроводы и воздуховоды. Закончив основные монтажные работы, производят отделочные работы, а также монтаж сборных конструкций монтажных про-

емов. После гидравлических испытаний и устранения дефектов выполняют обратную засыпку пазух аэротенков.

Стеновые панели монтируют «кольцевым» методом за один проход монтажного крана (К-104), перемещающегося по днищу сооружения. Напротив въезда в котлован оставляют монтажный проем для заезда крана и завоза сборных элементов, необходимых материалов и приспособлений. Технология монтажа стеновых панелей при возведении аэротенков такая же, как и при сооружении прямоугольных резервуаров и горизонтальных отстойников (рис. 39).

После монтажа стеновых панелей по осям 1, 2, 3, 4, а также А и Д производят монтаж колонн, плит перегородок и всех остальных сборных элементов. Для их монтажа применяют кран К-52, передвигающийся вдоль монтируемых конструкций по днищу (рис. 40).

Монтаж колонн, плит перегородок, лотков, фильтросных каналов, плит мостиков и плит покрытия каналов начинают с оси Г. Закончив монтаж конструкций по оси Г и фильтросных каналов по оси В, приступают к монтажу остальных элементов по оси В. При этом монтаж колонн и замоноличивание их в стаканах днища выполняют с опережением монтажа последующих конструкций на три дня для приобретения бетоном заделки 50% проектной прочности. Непосредственно после монтажа элементов по оси Г устанавливают металлические переходные мостики в осях Г—Д. При монтаже конструкций по оси В через каждые 15 м устанавливают инвентарные металлические жесткие подкосы для обеспечения поперечной жесткости и устойчивости смонтированной стены. Одновременно с монтажом сборных элементов осуществляют замоноличивание стыков.

После монтажа сборных элементов по осям В, В, Г производят монтаж трубопроводов. Их укладывают монтажно-заготовительными узлами на железобетонные опорные подушки и скрепляют с плитами мостиков.

Завершив все монтажные работы внутри аэротенка и проверив правильность установки конструкций и трубопроводов, укладывают трубу для опорожнения емкости и приступают к отделочным работам, включающим устройство цементной стяжки с железнением. После этого закрывают монтажный проем.

Представляющая практический интерес схема организации монтажа крупных аэротенков размером  $93,4 \times$

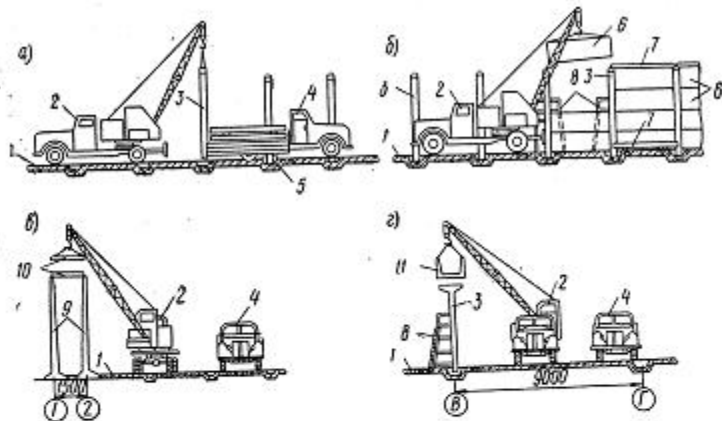


РИС. 40. СХЕМЫ МОНТАЖА «С КОЛЕС» СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АЭРОТЕНКОВ

а — монтаж колонны; б — монтаж перегородок и плит мостиков; в — монтаж плит покрытия каналов; г — монтаж лотков; 1 — монолитное днище; 2 — монтажный кран (К-52); 3 — колонны; 4 — грузовой автомобиль по доставке сборных конструкций; 5 — дубовые клинья; 6 — плиты перегородок; 7 — плиты мостиков; 8 — катушечные подмости; 9 — стеновые панели; 10 — плиты покрытия каналов; 11 — лотки

×249 м при помощи кранов К-102 и К-51 приведена на рис. 41.

Монтаж сборных конструкций производится комбинированным методом с днища сооружения, причем вначале кран К-102, двигаясь по пути, указанному на рис. 41, а, устанавливает в проектное положение панели продольных и поперечных стен аэротенков, оставляя в последних монтажные проемы. Работы по монтажу аэротенков начинают с монтажа стеновых панелей по осям 3 и 4, после чего кран поворачивает и движется вдоль оси К, а затем «змейкой» вдоль осей продольных и поперечных стен аэротенков, устанавливая стеновые панели в проектное положение. Технология монтажа панелей следующая. Доставленные в котлован панели краном снимаются с панелевоза и укладываются на бетонную подготовку днища. Затем, после перестропки, панели кантуются в вертикальное положение и далее перемещаются стрелой крана к месту установки. Панели устанавливаются на слой цементного раствора и соединяются между собой арматурными стержнями диаметром 14 мм, привариваемыми к арматурным выпускам панелей.

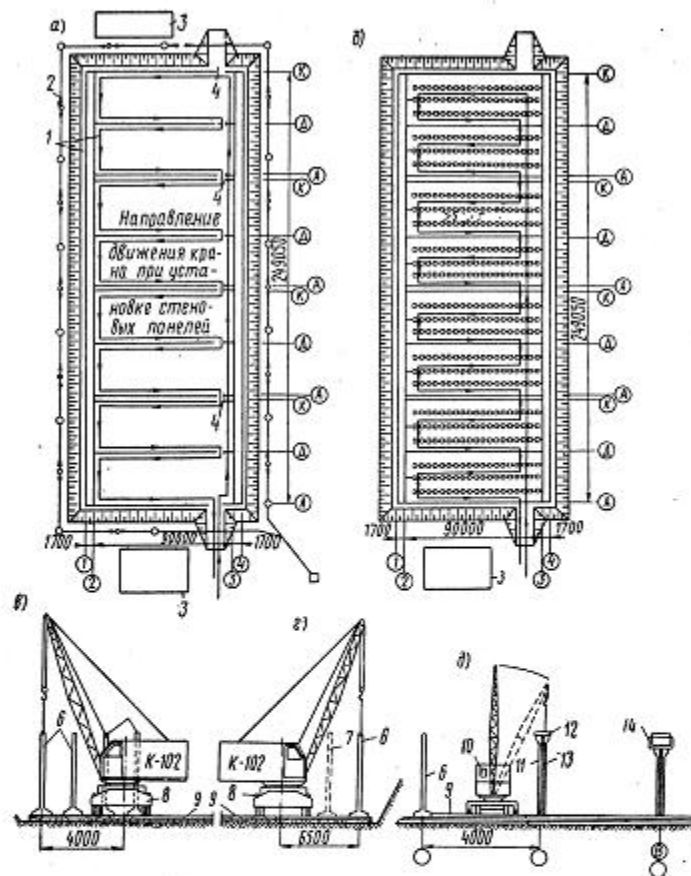


РИС. 41. СХЕМА МОНТАЖА АЭРОТЕНКОВ РАЗМЕРОМ 93,4x249 м ИЗ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ОПОРНОЙ «ПЯТИГО»

а — монтаж стеновых панелей; б — монтаж колонны, перегородок, лотков и плит мостиков; в — деталь установки стеновых панелей массой до 9 т по продольным осям (1, 2, 3, 4); г — деталь установки стеновых панелей массой до 5 т по поперечным осям (А, Д, К); д — деталь установки колонны, перегородок, лотков и плит мостиков; 1 — стены монтируемого сооружения; 2 — линии временного освещения; 3 — площадки для складирования сборных элементов; 4 — монтажные проезды в стенах аэротенков, закрываемые панелями после завершения монтажа колонны, перегородок, лотков и плит мостиков; 5 — колонны; 6 — стеновые панели, установленные в проектное положение; 7 — панели до их установки в проектное положение; 8 — пневмоколовый кран К-102; 9 — монолитное днище аэротенков; 10 — автомобильный кран К-51; 11 — колонны; 12 — плиты мостиков; 13 — перегородки; 14 — лотки



Монтаж конструкций аэротенков может быть осуществлен также гусеничным краном грузоподъемностью 10—16 т.

Работы по монтажу сборных конструкций аэротенков ведутся в такой последовательности. После завершения монтажа стеновых панелей (кроме монтажных проемов) и сварки между ними арматурных выпусков переходят к монтажу арматуры днища и его бетонированию. Через определенное время, в течение которого бетон днища достигает проектной прочности, приступают к монтажу колонн, перегородок и других сопутствующих сборных элементов (плит мостиков, лотков) с использованием крана К-51, перемещающегося по готовому днищу сооружения; путь и направление передвижения крана К-51 указаны на рис. 41,б. По мере монтажа этих сборных элементов замонавливаются стыки между стеновыми панелями, а также внутрисекционными элементами конструкций. Заключительным этапом монтажа аэротенков является установка стеновых панелей в местах монтажных проемов, а также сварка и замонавливание их стыков. По мере готовности отдельных секций аэротенков производят их гидравлическое испытание и устранение дефектов. По окончании испытания аэротенков выполняют гидроизоляцию наружных стен сооружения и обратную засыпку пазух.

Схема монтажа трехкоридорных аэротенков из плоских стеновых панелей, устанавливаемых в паз монолитного днища, показана на рис. 42. Сборные панели наружных и разделительных стен приняты высотой, равной высоте аэротенка и шириной 1,15—1,3 м. Струна направляющие перегородки монтируют из железобетонных досок шириной 500 и толщиной 70 мм, закладывая их в пазы сборных колонн, которые устанавливают в монолитные подколоники стаканного типа.

После установки стеновых панелей и колонн и заделки их стыков по верху наружных и разделительных стен укладывают сборные насадки, обвязочные плиты и железобетонный настил и по нему воздухопроводы или служебные мостики. Учитывая, что стеновые панели наружных и разделительных стен имеют массу до 5 т, а сборные колонны, обвязочные плиты, струна направляющие перегородки и другие элементы 0,25—2 т, монтаж сборных элементов ведут раздельным методом. Монтаж стеновых панелей производят пневмоколесным краном

грузоподъемностью до 10 т (К-102), а колонн, обвязочных плит и других сборных элементов — автомобильным краном грузоподъемностью 3—5 т (К-51).

Сборные элементы раскладывают на днище аэротенка по ходу монтажа, а стеновые панели вдоль пазы, устроенного в днище для их установки. Установив стеновые панели в проектное положение, в эти же коридоры завозят сборные колонны, обвязочные плиты и

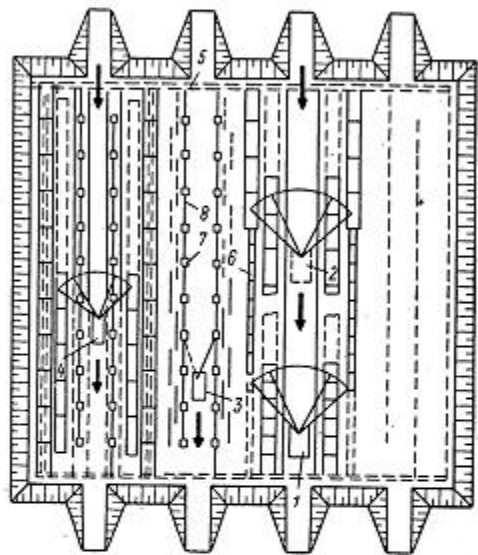


РИС. 42. СХЕМА МОНТАЖА АЭРОТЕНКОВ

1 — первый проход крана К-102, монтирующего панели разделительных стен; 2 — второй проход крана при укладке обвязочных плит (балок); 3 — первый проход крана К-51 при монтаже колонн и перегородок; 4 — второй проход этого крана при укладке обвязочных плит (мостиков) по колоннам; 5 — наружная стена; 6 — разделительная стена; 7 — колонны; 8 — закладные плиты струна направляющих перегородок

другие элементы, которые сгружают с транспортных средств и раскладывают вдоль осей перегородок. Для завоза их устраивают съезды в котлован против коридоров, между разделительными стенами.

Монтаж колонн, плит перегородок и других сборных элементов выполняют в такой же последовательности, как и в ранее рассмотренном случае возведения аэротенков из панелей с «пятой». Временное раскрепление

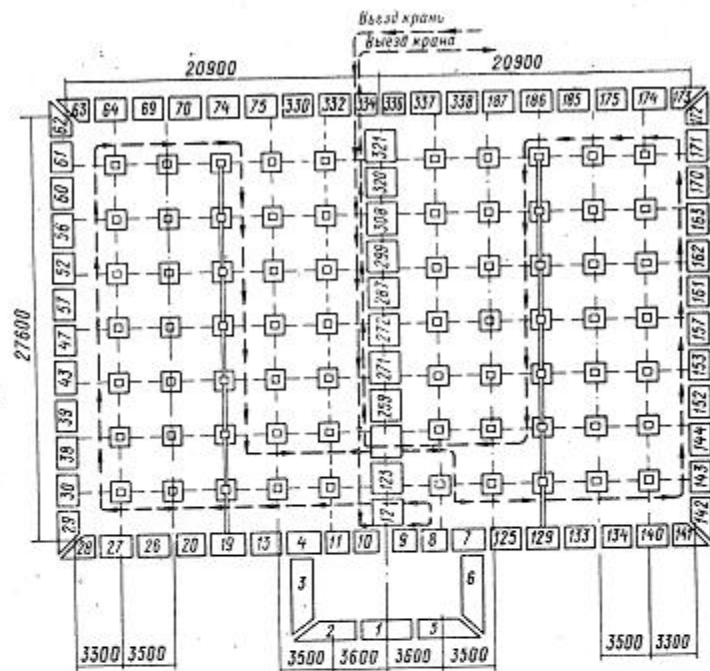


РИС. 43. СХЕМА МОНТАЖА ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА ЕМКОСТЬЮ 10 000 м<sup>3</sup> КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ ПРИ ПОМОЩИ ГУСЕНИЧНОГО КРАНА

Стрелками показано движение крана и последовательность монтажа сборных элементов, в том числе цифрами стеновых панелей

стеновых панелей и колонн производят клиньями и стяжными подкосами. Панели поперечных стен аэротенка у съездов в котлован монтируют после выхода крана из коридоров аэротенка.

**Монтаж прямоугольных резервуаров большой емкости.** Технология и последовательность монтажа располагаемых на очистных станциях сборных прямоугольных резервуаров большой емкости в значительной мере определяется типом применяемых стеновых панелей.

Монтаж прямоугольных резервуаров большой емкости, учитывая их значительные размеры, осуществляют при передвижении крана внутри монтируемого резервуара по бетонной подготовке или днищу. При возведении

резервуаров из панелей с «пятой» последние устанавливают непосредственно не бетонную подготовку, а затем уже армируют и бетонируют днище, сопрягая его с «пятыми» панелей. Для ускорения строительства иногда бетонную подготовку и днище резервуара бетонируют одновременно, делая в днище разрывы в местах установки стеновых панелей с оставлением арматурных выпусков для последующего стыкования с «пятыми» панелей. Схема монтажа комплексным методом прямоугольного резервуара емкостью 10 000 м<sup>3</sup> из L-образных стеновых панелей приведена на рис. 43.

Монтаж резервуара начинают с установки стеновых панелей камеры переключения. Для монтажа этих панелей на днище приемка камеры укладывают специальную шпальную клетку. Гусеничный кран (Э-1252) въезжает в котлован на шпальную клетку и с нее монтирует панели № 1, 2, 3. Затем кран перекладывает клетку на другую сторону приемка и монтирует с нее панели № 5, 6, 7, после чего клетку разбирают, а кран, продолжая двигаться по пути, указанному на схеме, монтирует остальные сборные элементы резервуара. Последовательность операций при монтаже панелей такая же, как и на других емкостных сооружениях. После установки части стеновых панелей производят монтаж колонн, циркуляционных перегородок и плит покрытия. При монтаже колонн квадратного сечения сначала устанавливают подколонник, а затем в него опускают колонну. Для временного закрепления колонны применяют кондукторы. Подколонники для более равномерного опирания устанавливают на слой цементного раствора толщиной 10—15 мм. После установки колонн в подколонники их выверяют (с помощью кондуктора), а затем замоноличивают цементным раствором. При строительстве прямоугольных резервуаров в Донбассе трестом Донбассканалстрой предложена конструкция круглой совмещенной с подколонником колонны, монтаж которой значительно проще и выполняется практически за один прием, непосредственно на днище (рис. 44).

Для их выверки и временного закрепления применяют специально предложенный строителями инвентарный металлический кондуктор (рис. 45).

Вертикальные стыки между стеновыми панелями и горизонтальные между дном замоноличивают параллельно с монтажом конструкций.

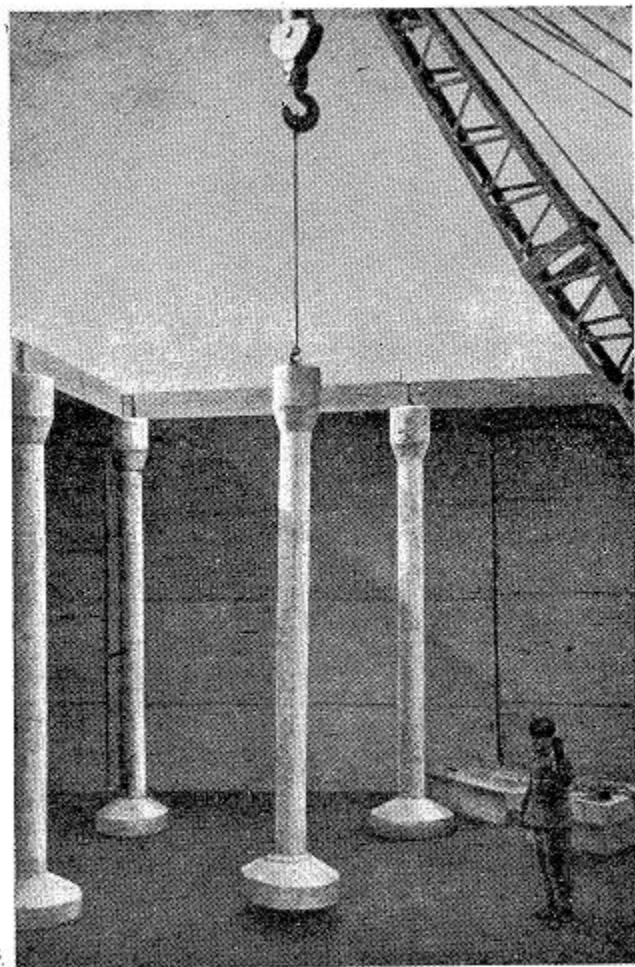


РИС. 44. МОНТАЖ КРУГЛОЙ КОЛОННЫ, СОВМЕЩЕННОЙ С ПОДКОЛОННИКОМ

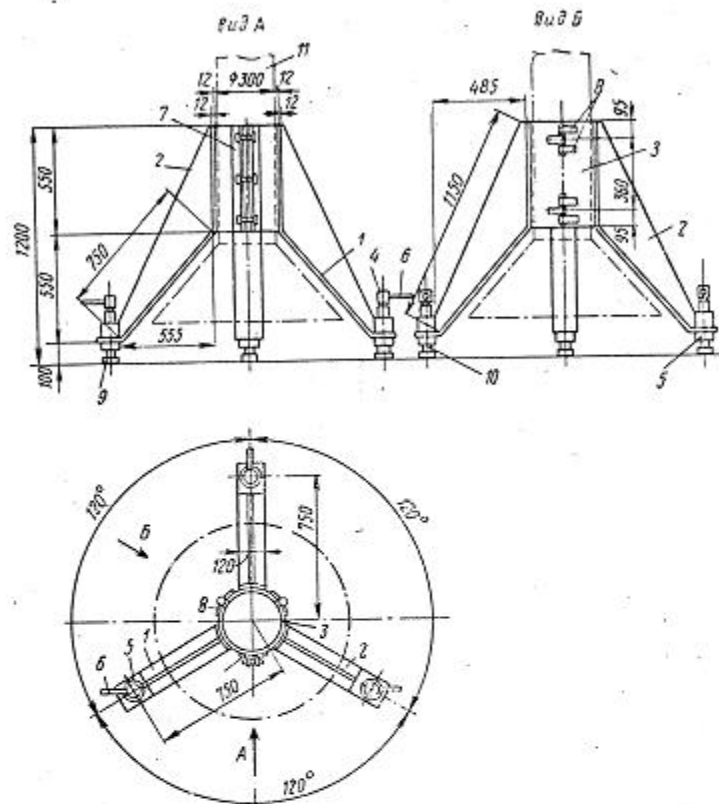


РИС. 45. ИНВЕНТАРНЫЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КОНДУКТОР ДЛЯ ВЫВЕРКИ МОНТИРУЕМЫХ КРУГЛЫХ КОЛОНН ДИАМЕТРОМ 300 ММ СБОРНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

1 — нога; 2 — ребра жесткости; 3 — труба диаметром 325 мм; 4 — винт; 5 — гайка; 6 — ручка; 7 — стягивающие уголки; 8 — поворотные петли; 9 — «клята» колонны; 10 — болт; 11 — колонна

Завершив монтаж всех сборных элементов резервуара (76 панелей, 70 колонн и подколонников, 28 циркуляционных перегородок и 96 плит покрытия) в последовательности, указанной на схеме (см. рис. 43), бетонируют обвязочную балку. На этом процесс монтажа сборного резервуара заканчивается, после чего производят его гидравлические испытания и устраняют строительные дефекты (если они обнаружены), а затем вы-

полняют гидроизоляцию сооружения и его обратную засыпку (обвалование) грунтом.

Получивший в практике строительства резервуаров комплексный метод монтажа с передвижением крана внутри емкости наряду с известными преимуществами имеет и ряд недостатков. Грузоподъемность монтажного крана при этом методе подбирается исходя из массы наиболее тяжелых элементов (стенных панелей), а кран по ходу движения одновременно монтирует и более легкие элементы (колонны, балки, ригели, плиты), т. е. он фактически используется по своей грузоподъемности недостаточно. Кроме того, работа крана в стесненных условиях котлована, при необходимости завоза туда и складирования всех сборных элементов, значительно затрудняет организацию работ и замедляет темпы возведения резервуара.

При раздельном методе монтажа резервуара основные его сборные элементы устанавливают в три этапа (рис. 46).

На первом этапе гусеничным краном (Э-1254 или МКГ-25), передвигающимся внутри резервуара по готовому днищу или бетонной подготовке, монтируют панели стен, за исключением монтажного проема, оставленного для въезда крана и панелевозов. На втором этапе пневмоколесным краном (К-104 или МКА-10), передвигающимся по готовому днищу, устанавливают колонны, циркуляционные перегородки и плиты покрытия. На третьем этапе гусеничным краном устанавливают оставшиеся сборные элементы в месте монтажного проема. Этот этап работ выполняют после окончания всех строительно-монтажных работ внутри резервуара, в том числе отделочных, гидроизоляционных, монтажа трубопроводов и оборудования.

Стеновые панели массой 10 т монтируют «с колес», а колонны, перегородки и плиты покрытия — с раскладкой в зоне работы крана.

Путь движения монтажного крана, обеспечивающего последовательность установки панелей, указан на схеме (см. рис. 46, а). Первыми устанавливают угловые (маячные) панели, после инструментальной выверки и закрепления которых начинают монтаж остальных панелей по ходу движения крана.

Монтаж панелей выполняет звено комплексной бригады из 5 монтажников и сварщиков в такой последова-

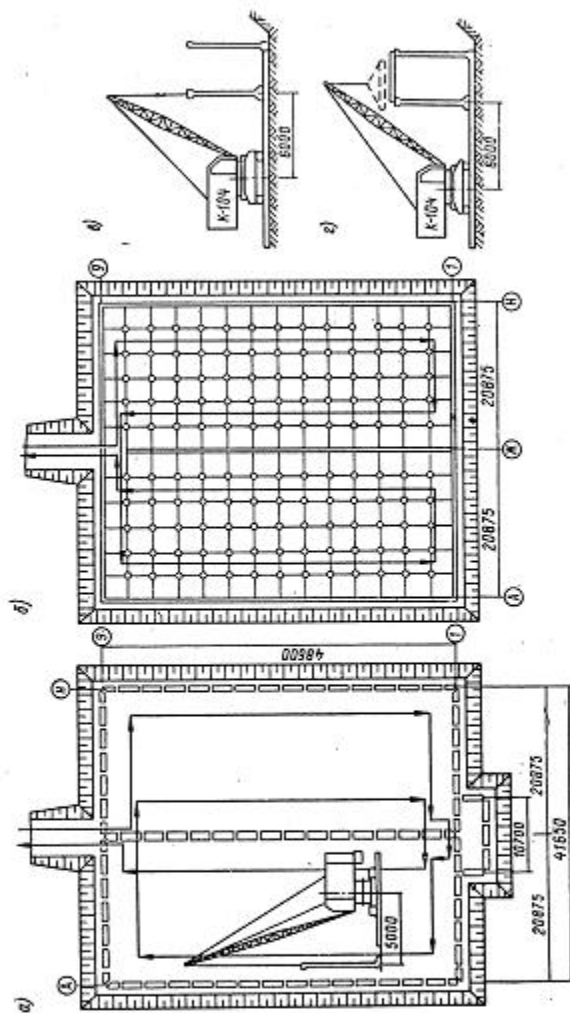


РИС. 46. РАЗДЕЛЬНЫЙ МЕТОД МОНТАЖА ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА ЕМКОСТЬЮ 10 000 м³ ГУСЕ-  
НИЧНЫМ И ПНЕВМОКОЛЕСНЫМ КРАНОМ  
а — схема монтажа стеновых панелей гусеничным краном Э-1254; б — общая схема монтажа колонн циркуляцион-  
ных перегородок и плит покрытия пневмоколесным краном К-104; в — схема монтажа колонн; г — схема монтажа  
плит покрытия. Последовательность монтажа стеновых панелей, колонн, циркуляционных перегородок и плит  
покрытия указана движением крана



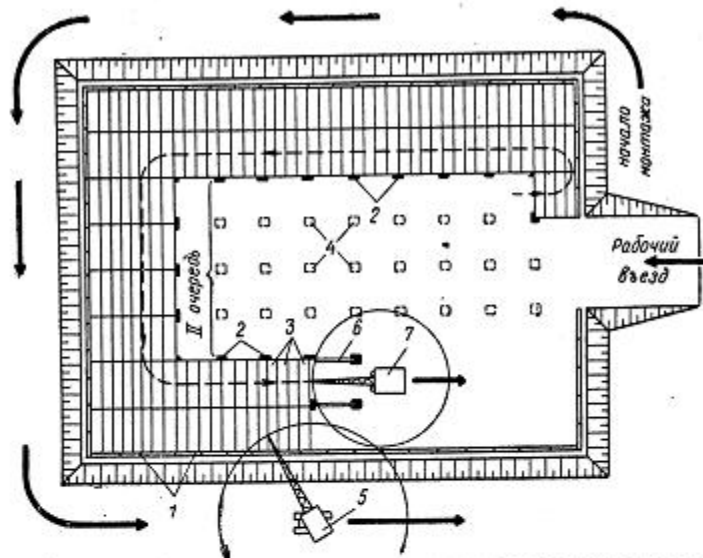


РИС. 47. КОЛЬЦЕВОЙ МОНТАЖ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА ДВУМЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ РАБОТАЮЩИМИ КРАНАМИ  
 1 — стеновые панели; 2 — установленные колонны; 3 — плиты покрытия; 4 — не-установленные колонны; 5 — край для монтажа стеновых панелей, балок, плит; 6 — балки; 7 — край для монтажа колонн, балок, плит покрытия

тельности: разгружают панель и укладывают на деревянные брусья; очищают стыкуемые торцы и выправляют арматурные выпуски; производят перестропку панели за верхние петли и ее подъем и установку в проектное положение на слой цементного раствора; после выверки панели ее крепят электросварочной «прихваткой» к закладным деталям ранее смонтированной панели. Стыки между панелями заделывают через 1—2 дня после начала их установки, предварительно выполнив арматурные и опалубочные работы.

После установки стеновых панелей резервуара монтируют колонны, циркуляционные перегородки и плиты покрытия в последовательности, указанной движением крана на схеме (см. рис. 46, б).

Наряду с отдельным методом монтажа резервуара при передвижении крана внутри его применяют также так называемый «кольцевой» метод монтажа с использованием двух параллельно работающих монтажных кранов (рис. 47).

Кольцевой метод является своеобразным комбинированным методом монтажа, при котором один кран большой грузоподъемности передвигается вокруг монтируемого резервуара по бровке котлована и устанавливает стеновые панели, а также балки и плиты примыкающего к стенам одного пролета покрытия, а второй более легкий кран въезжает на днище резервуара и, двигаясь параллельно первому, монтирует колонны, балки и плиты покрытия второго пролета. После окончания монтажа панелей, колонны балок и плит покрытия по двум рядам (пролетам) наружного периметра резервуара бригада переходит к монтажу конструкции центральной части резервуара (II очередь строительства). Монтаж четырех пролетов центральной части производят комплексным методом. Последний этап монтажа — заполнение монтажного проема стеновыми панелями после выхода крана из резервуара.

При «кольцевом» методе монтажа резервуара двумя параллельными потоками лучше используются краны по грузоподъемности. Углубляется специализация работы кранов и монтажников, а также сокращаются сроки возведения резервуара.

Монтаж перекрытия прямоугольного резервуара можно вести одновременно по нескольким пролетам. Так, например, монтаж перекрытия 9-пролетного резервуара осуществляется одновременно по трем—пяти пролетам (рис. 48).

При одновременном монтаже трех пролетов один из них оставляют свободным для передвижения крана, а в других раскладывают сборные элементы; при монтаже пяти пролетов под раскладку элементов может быть занято четыре пролета.

При такой организации работ до начала монтажа на днище резервуара наносят оси колонн и точные места установки подколонников. Монтаж элементов ведут комплексным или комбинированным методом. При комплексном методе с одной стоянки краном устанавливают последовательно подколонники, колонны и плиты, а при комбинированном — сначала все подколонники, а затем во время второй проходки крана колонны, балки и плиты перекрытия. Предварительный монтаж подколонников позволяет заранее определить отметки дна стаканов и произвести в случае необходимости выравнивание их путем укладки небольшого количества раст-

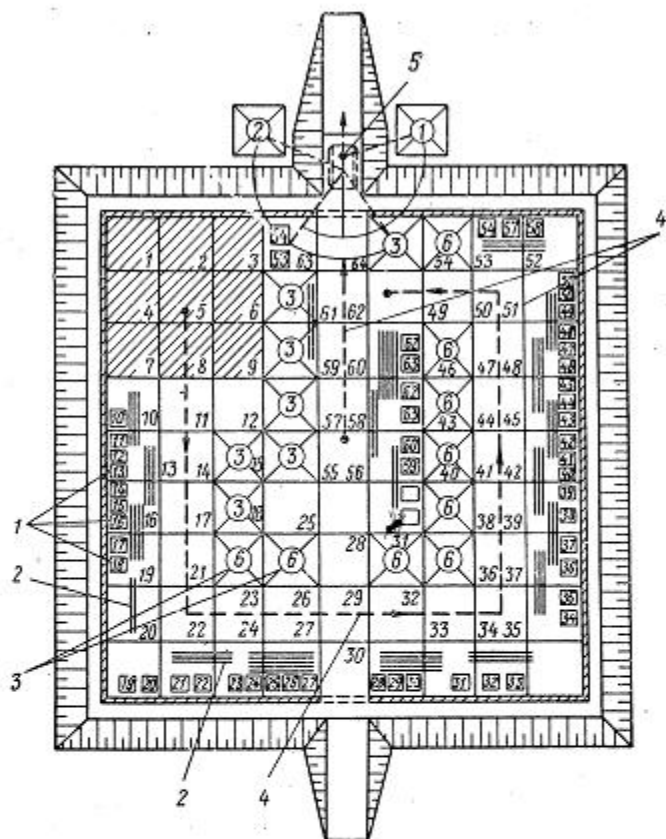


РИС. 48. СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ МОНТАЖЕ ТРЕХ ПРОЛЕТОВ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА  
 1 — подколоники; 2 — колонны; 3 — плиты перекрытия; 4 — ход монтажного крана; 5 — монтажный кран (цифры 1, 2, 3, 4... и т. д. указывают последовательность монтажа подколонников и колони, цифры в кружках показывают количество плит, лежащих в одном месте при их раскладке)

вора или бетона. При комплексном методе отметки стоек подколонников определяют в процессе монтажа.

Подколоники устанавливают на слой цементного раствора. Колонны после монтажа временно крепят в стаканах подколонников кондукторами или клиньями с последующей заделкой стыка бетоном. Соединения колонн с балками и плитами после выверки и сварки за-

деляют бетонной смесью. Движение крана выбирается таким образом, чтобы к концу монтажа он мог выйти через оставленный в стене проем. После устройства стены резервуара в месте проема оставшиеся плиты перекрытия устанавливают краем со стоянки вне резервуара. Для этого у съезда в котлован устраивают горизонтальную площадку.

Производство работ при возведении резервуаров из типовых плоских стеновых панелей требует строгого соблюдения проектных отметок и в особенности при устройстве основания и бетонной подготовки, инструментальную проверку которых производят ежедневно. Несоблюдение проектных отметок вызывает дополнительные и трудоемкие работы.

После устройства бетонной подготовки в первую очередь выполняют работы по устройству железобетонных башмаков (фундаментов с пазом) для установки стеновых панелей. При разбивке и бетонировании этой утолщенной части днаща с пазом требуется особая тщательность исполнения работ. Для правильной установки стеновых панелей исключительное значение имеет точное соблюдение проектных отметок паза. Поэтому при его устройстве необходимо через определенные расстояния переносить отметки с помощью нивелира, а перед началом монтажа панелей тщательно проверить правильность устройства опорной части и горизонтальность дна паза. Бетонирование опорной части днаща с пазом удобно производить в два этапа: вначале бетонировать горизонтальный участка до отметки дна паза, а затем, установив специальную инвентарную опалубку, бетонировать остальную часть башмака. При этом особое внимание уделяют соблюдению проектных отметок дна паза и правильности осевой привязки башмаков, а также качеству бетона. Бетон после укладки уплотняют глубинными вибраторами. Для сопряжения арматуры башмаков с арматурой днаща резервуара при бетонировании оставляют выпуски арматуры. В целях снижения трудоемкости и улучшения качества работ днаще армируют рулонными арматурными сетками длиной 10—12 и шириной 2,3 м, что снижает расход арматуры примерно на 20%.

Перед началом монтажа стеновых панелей проверяют с помощью нивелира горизонтальность паза башмаков и соответствие его проектным отметкам.

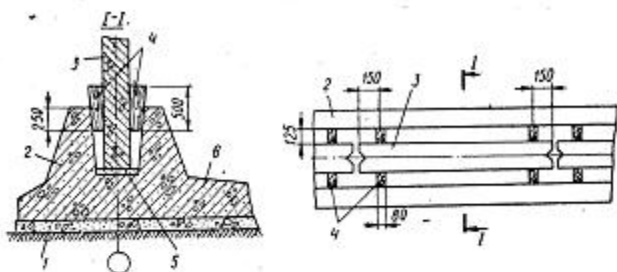


РИС. 49. РАСКЛИНКА УСТАНОВЛЕННЫХ ПАНЕЛЕЙ

1 — бетонная подготовка; 2 — башмак с пазом; 3 — панель; 4 — деревянные (дубовые) или металлические инвентарные клинья; 5 — выравнивающий слой цементного раствора; 6 — днище сооружения

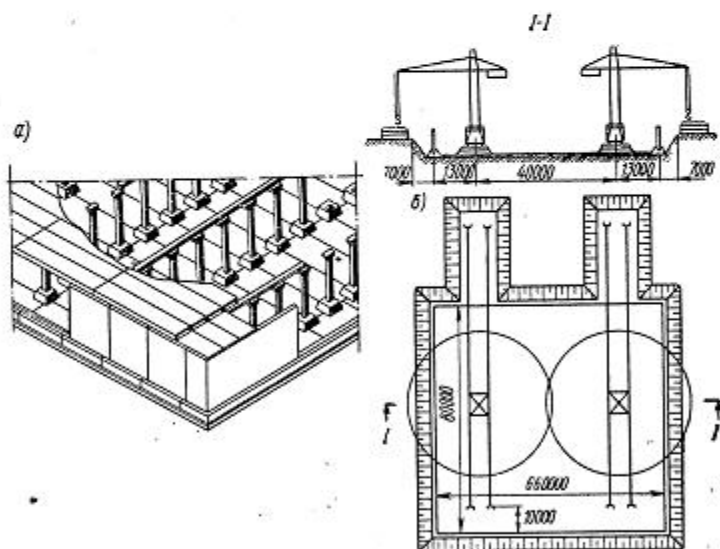


РИС. 50. СХЕМА МОНТАЖА КРУПНОГО ПОЛНОСТЬЮ СБОРНОГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА (ЕМКОСТЬЮ 20 000 м³) ДВУМЯ БАШЕННЫМИ КРАНАМИ

а — фрагмент резервуара; б — схема монтажа резервуара

Стеновые панели монтируют в основном с помощью самоходных стреловых (гусеничных или пневмоколесных) кранов необходимой грузоподъемности. После установки и выверки стеновых панелей производят их расклинку четырьмя металлическими полыми, изготовленными из отходов уголка, швеллера или дерева (дубовыми) клиньями (рис. 49).

После этого производят сварку закладных деталей сверху с деталями ранее установленных панелей. Панели крепят также инвентарными металлическими струбцинами или подкосами с натяжными муфтами. Регулирование верха панелей производят посредством изменения длины подкоса или струбцины (поворотом натяжной муфты). Подкосы и струбцины снимают только после установки всех панелей и сварки их арматурных выпусков и закладных деталей. Установленные на крайних панелях в месте образования монтажного проема подкосы оставляют до конца монтажа и замоноличивания стыков между всеми панелями.

Для обеспечения водонепроницаемости ограждающих крупнопанельных стен резервуаров огромное значение имеет качественная заделка стыков между панелями. Поэтому этой работе при сооружении сборных резервуаров уделяют особое внимание.

При возведении особо крупных прямоугольных резервуаров из сборных элементов может оказаться целесообразным способ монтажа их двумя параллельно работающими кранами, и в частности башенными.

Пример организации монтажа двух сборных прямоугольных резервуаров емкостью по 20 000 м³ двумя башенными кранами (из опыта треста № 3 Главленинградстроя) приведен на рис. 50. Характерной особенностью этих резервуаров размером 75×75 м и высотой 5 м, построенных на Северной водоочистой станции в Ленинграде, является то, что они полностью сборные, включая днище, которое запроектировано из сборных преднапряженных плит размером 2×6×0,14 м. Стены резервуаров предусмотрены из плоских стеновых панелей размером 3×4×0,2 м, а покрытие — из типовых настилов для покрытий промышленных зданий (КПП-3 или КПП-8) размерами 1,2×6 и 1×6 м по балкам.

Монтаж сборных конструкций резервуаров выполнен двумя параллельно работающими башенными кранами типа БКСМ-7-5.

**Монтаж контактных резервуаров.** При монтаже контактных резервуаров основные работы выполняют в такой последовательности: устройство котлована; битумизация грунта с последующим уплотнением; устройство подготовок из щебня, пропитанного битумом, асфальтовой стяжки и дренирующего гравийного слоя; устройство бетонной подготовки; монтаж стеновых панелей; устройство монолитного железобетонного дна; закрытие проемов стеновыми панелями; бетонирование монолитных участков стен; монтаж лотков и технологических трубопроводов; отделочные работы; гидравлические испытания; обратная засыпка.

До начала монтажа стеновых панелей выполняют разбивку продольных и поперечных осей резервуара (при помощи теодолита и стальной рулетки). Положение осей фиксируют забитыми за пределами бетонной подготовки металлическими штырями диаметром 15—20 мм и натянутыми стальными струнами диаметром 1 мм. Оси на основание переносят отвесами, прикрепленными к осевым струнам. От отвесов стальной рулеткой отмеряют ширину «пяты» стеновых панелей, а за пределами подготовки забивают деревянные колышки, между которыми натягивают шнуры, показывающие места расположения внутренней грани «пяты» панелей наружных стен, а для внутренних стен — обе грани.

Стеновые панели резервуара монтируют пневмоколовым краном (К-123) непосредственно с транспортных средств при передвижении монтажного крана внутри резервуара (рис. 51).

Монтаж сооружения выполняют комплексным методом, т. е. за один проход крана. В процессе монтажа панелей кран делает 8 остановок.

Панели доставляют на строительную площадку панелевозами в соответствии с технологической последовательностью их монтажа. Краном К-123 снимают панели за четыре монтажные петли и опускают на подготовку у места установки. Затем снимают стропы с двух петель на башмаке («пяте») панели и за остальные две петли поднимают и устанавливают ее в проектное положение. Для строповки панелей используют четырехветвевой строп.

Панели устанавливают на цементно-песчаный раствор марки 50, уложенный ровным слоем толщиной 15 мм. При монтаже панелей наружных стен их вырав-

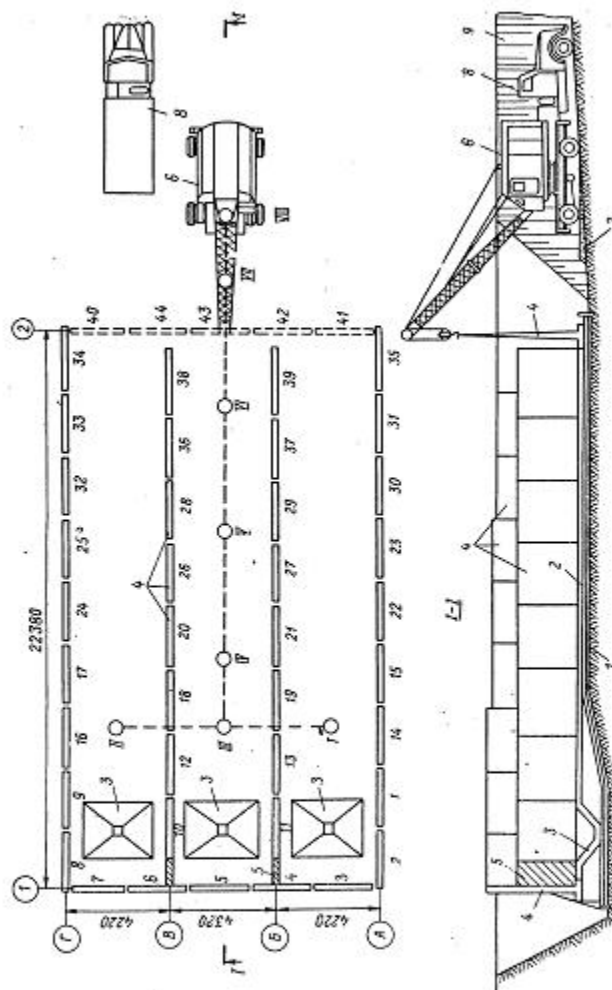


РИС. 51. МОНТАЖ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КОНТАКТНОГО РЕЗЕРВУАРА  
1 — бетонная подготовка; 2 — монолитное дно; 3 — привалки; 4 — стеновые панели; 5 — монолитный участок стены; 6 — монтажный кран (К-123); 7 — подсыпка; 8 — полсыпка; 9 — въезд в котлован; 1—44 — номера, указывающие последовательность монтажа стеновых панелей; I—VIII — стойки крана в процессе монтажа



нивают по внутренней плоскости с тем, чтобы впоследствии не производить дополнительные отделочные работы, а при монтаже панелей внутренних стен их выравнивают по одной из граней с тем, чтобы в случае разницы в толщинах конструкций обеспечить ровную поверхность стены хотя бы с одной стороны.

Стыки между панелями заделывают раствором на расширяющемся цементе с последующей промазкой битумно-латексным составом за два раза. После монтажа стеновых панелей по осям 1 и 2 переходят к устройству монолитных участков стен по осям Б и В, а после достижения бетоном этих участков 70% проектной прочности приступают к монтажу сборных лотков. Лотки между собой, а также со стеновыми панелями соединяют на сварке закладных деталей при последующем замоноличивании стыков.

Завершив монтажные работы, устраивают набетонку на лотках, цементную стяжку по днищу и гидроизоляцию стен. Гидравлические испытания контактного резервуара осуществляют после завершения всех строительного-монтажных работ.

**Монтаж крупных блоков очистных сооружений.** За последние годы в практике водопроводного и канализационного строительства емкостные сооружения (отстойники, фильтры, камеры реакции и др.) часто объединяют в крупные блоки.

Рассмотрим особенности монтажа крупных блоков емкостных сооружений на примере типового блока фильтров, камер реакции и отстойников водоочистной станции производительностью 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Блок размером 123,4×159 м состоит из двух камер реакции, четырех отделений отстойников (12 коридоров) и четырех отделений фильтров (12 ячеек). В конструктивном отношении блок представляет собой заглубленное крупное емкостное сооружение с надземной частью. Подготовка и днище емкостей предусмотрены из монолитного железобетона, а стены и остальные конструкции — из унифицированных сборных элементов.

Монтаж емкостных сооружений блока, учитывая их большие размеры в плане, небольшую общую высоту и значительную массу конструкций до 10 т, осуществляют мобильными стреловыми (гусеничными) кранами в три этапа.

На первом этапе ведут монтаж средних двух ячеек фильтров, коридоров отстойников и части камер реакции (в их створе), а также по одной ячейке фильтров, коридору отстойников и части камер с обеих сторон через один коридор (ячейку). Разрывы в один коридор необходимы для заезда в котлован трайлеров со сборными конструкциями.

Вторым этапом монтируют конструкции оставленных разрывов, завершая этим самым монтаж двух средних отделений емкостных сооружений производительностью 150 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в которых могут производиться отделочные работы и монтаж трубопроводов.

На третьем этапе монтируют конструкции боковых отделений блока сооружений.

Технология возведения блока сооружений следующая. Котлован отрываю сразу под весь блок. При устройстве котлована делают съезды для вывоза грунта и заезда конструкций, оборудования и материалов в рабочую зону. За один проход крана монтируют одновременно панели двух смежных стен. Разгруженные трайлеры двигаются к выезду из котлована без разворотов. Смонтированные панели временно раскрепляют, а затем, после выверки, скрепляют окончательно, после чего замоноличивают стыки. Закончив установку стеновых панелей емкостей в подземной части блока, переходят к монтажу конструкций надземной части (зданий и павильонов) с применением тех же стреловых кранов.

Монтаж конструкций надземных зданий и павильонов производят при последующем повторном движении стрелового крана по середине пролета коридоров. К моменту выхода из него кран полностью завершает монтаж конструкций надземной части в пределах своей монтажной зоны и затем «закрывает» за собой панелями торцовые стены подземных емкостей.

Схема монтажа блока емкостных сооружений (фильтров и отстойников) типовой водоочистной станции производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут стреловым гусеничным краном приведена на рис. 52.

Компоновка емкостных сооружений в виде крупного блока и значительные размеры их в плане позволяют монтировать их несколькими параллельно работающими кранами, что способствует сокращению сроков возведения станций.

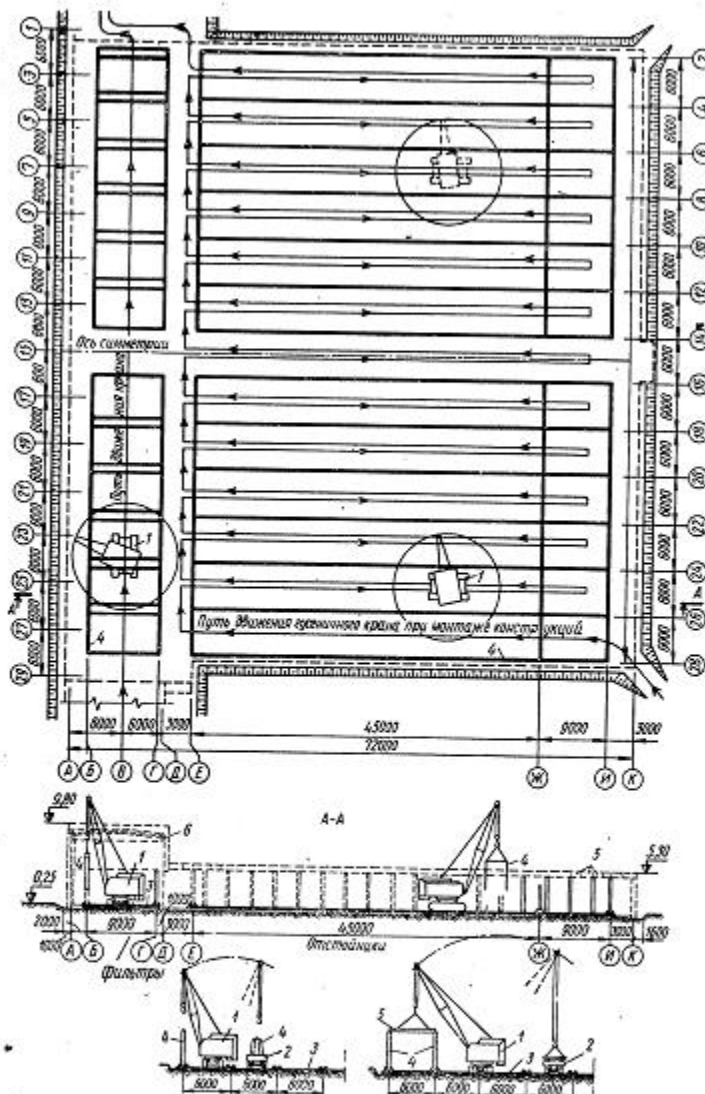


РИС. 52. СХЕМА МОНТАЖА БЛОКА ФИЛЬТРОВ И ОТСТОЙНИКОВ ТИПОВОЙ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ НА 100 тыс.м<sup>3</sup>/сут СТРЕЛОВЫМИ ГУСЕНИЧНЫМИ КРАНАМИ  
1 — монтажные краны; 2 — панелевозы; 3 — монолитное днище; 4 — стеновые панели; 5 — плиты покрытия; 6 — каркас здания фильтров

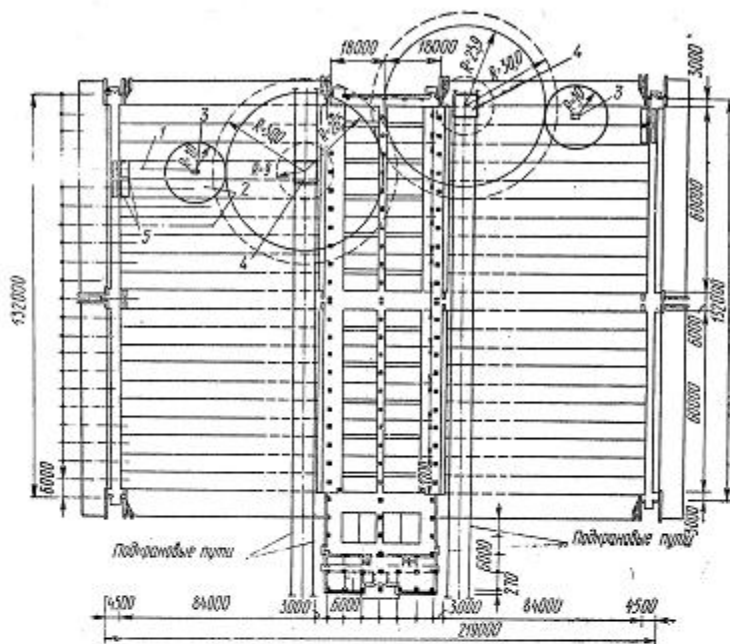


РИС. 53. СХЕМА ОДНОВРЕМЕННОГО МОНТАЖА КРУПНОГО БЛОКА ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 400—500 тыс. м<sup>3</sup>/сут ДВУМЯ БАШЕННЫМИ И СТРЕЛОВЫМИ ГУСЕНИЧНЫМИ КРАНАМИ  
1 — ось движения крана; 2 — ось движения автомашин; 3 — кран Э-505; 4 — башенный кран БК-300; 5 — переносные подмости

Схема монтажа крупного блока водоочистных сооружений производительностью 400 и 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут двумя одновременно (параллельно) работающими башенными кранами (БК-300), обслуживающих монтаж здания фильтров, а также гусеничными кранами (Э-505), работающими на монтаже коридоров отстойников блока, приведена на рис. 53.

Преимуществами такой схемы монтажа блока одновременно работающими в разных его частях башенными и гусеничными кранами являются ускоренные темпы возведения блока сооружений. Некоторым неудобством и недостатком ее является необходимость оставления по обоим сторонам здания фильтров нетронутых участков котлована, необходимых для установки рельсовых путей

## МОНТАЖНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СБОРНЫХ

Наименование сооружений, проекта	Общее количество элементов, шт	Количество элементов					
		до 0,5	0,6-1	1,1-2	2,1-3	3,1-4	4,1-5
Блок фильтров и отстойников типовой водоочистной станции на 100 тыс. м <sup>3</sup> /сут (типовой проект ВТ-31-63 Гипрокоммунводоканала МКХ РСФСР)	3268	$\frac{1253}{38}$	$\frac{702}{21}$	$\frac{827}{25}$	$\frac{4}{0,12}$	$\frac{12}{0,36}$	$\frac{16}{0,49}$
То же, на 300 тыс. м <sup>3</sup> /сут (УкрГипрокоммунстрой МКХ УССР)	8552	$\frac{1676}{19,6}$	$\frac{1370}{16,1}$	$\frac{1864}{20}$	$\frac{1766}{20,7}$	$\frac{388}{4,5}$	$\frac{244}{2,9}$
То же, на 500 тыс. м <sup>3</sup> /сут (типовой проект ВТ-41-63 Гипрокоммунводоканала МКХ РСФСР)	7174	—	$\frac{2260}{31}$	$\frac{3082}{43}$	$\frac{362}{5,3}$	—	—

Примечание. В числителе показаны шт., в знаменателе — проценты

башенных кранов, в пределах которых временно до окончания строительства здания фильтров и демонтажа башенных кранов работы по монтажу коридоров отстойников не могут выполняться.

Говоря о технологии монтажа крупных блоков очистных сооружений, следует особо остановиться на строительной технологичности принимаемых конструктивных решений. Эти решения должны быть основаны на выборе системы таких конструктивных и технологических секций, ячеек и узлов, которые могут обеспечить необходимые условия для надежной эксплуатации сооружений и для эффективного их строительства, а это в свою очередь может быть достигнуто только при учете в процессе проектирования сооружений требований технологии строительных работ.

Как известно, при поточной организации монтажа сборных сооружений должна быть обеспечена непрерыв-

## ЭЛЕМЕНТОВ ВОДОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

по массе, т							Максимальная масса элемента, т	Средняя масса эле- мента, т	Потребная грузо- подъемность крана, т	Коэффициент исполь- зования крана по грузоподъемности, К <sub>г</sub>
5,1-6	6,1-7	7,1-8	8,1-9	9,1-10	10-11	11,1-12				
$\frac{43}{1,3}$	$\frac{414}{13,73}$	—	—	—	—	—	6,72	1,5	10	0,15
$\frac{30}{0,34}$	—	$\frac{91}{1,1}$	$\frac{256}{3}$	$\frac{838}{9,76}$	—	—	9,75	2,8	15	0,19
$\frac{40}{0,8}$	$\frac{1364}{19}$	—	—	—	—	$\frac{46}{0,9}$	12	2,3	20	0,11

к общему количеству.

ная и равномерная работа монтажных кранов и транспортные средств, занятых на процессах доставки, подъема и установки сборных элементов. В свою очередь, эффективная работа кранов в значительной степени определяется коэффициентом использования их по грузоподъемности и количеством циклов, потребных для возведения сооружений. Необходимые условия для этого могут быть обеспечены правильным выбором оптимальных масс сборных элементов и правильным назначением количественного их соотношения (табл. 2).

Как видно из приведенных в табл. 2 данных о соотношении сборных элементов (по массе) в проектах блоков фильтров и отстойников типовых водоочистных станций производительностью 100, 300 и 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут используются сборные элементы массой от 0,5 до 12 т. При максимальной массе ряда элементов от 7 до 12 т количественное соотношение остальных принято та-

что средняя масса элементов (полученная как отношение общей массы всех сборных элементов к их количеству) составляет всего 1,5—2,8 т. Между тем на практике очистные сооружения монтируют часто одним краном, грузоподъемность и вылет крюка которого подбирают исходя из необходимости монтажа наиболее тяжелых элементов. В связи с этим коэффициент использования крана по грузоподъемности ( $K_g$ ), определяемый отношением средней массы сборных элементов ( $P_{ср}$ ) к принятой грузоподъемности крана ( $Q_{кр}$ ), в большинстве случаев очень низок, что в целом свидетельствует о неэффективном использовании кранов, а это в свою очередь приводит к удорожанию и затягиванию строительства сооружений.

Таким образом, рассмотрение сборных конструкций очистных сооружений с точки зрения их строительной технологичности показывает, что существующие проектные решения в ряде случаев недостаточно учитывают этот немаловажный фактор, во многом определяющий конечные сроки, трудоемкость и стоимость монтажа сооружений.

#### МОНТАЖ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Монтаж цилиндрических емкостных сооружений отличается повышенной трудоемкостью, специфичностью и определенной сложностью работ, вызванных характерными для подобных сооружений объемно-планировочными и конструктивными решениями, а также необходимостью выполнения ряда дополнительных специфичных строительных операций (навивка предварительно-напряженной кольцевой высокопрочной проволоки или арматуры, защита их от коррозии и т. п.). Криволинейная в плане форма этих сооружений требует особого подхода к разбивке их осей в натуре, а также тщательно продуманной организации монтажа конструкций, расстановки кранов и механизмов, складирования сборных элементов и деталей.

Рассмотрим особенности монтажа некоторых характерных цилиндрических сооружений, включаемых проектными организациями в состав комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений.

**Монтаж радиальных отстойников и цилиндрических**

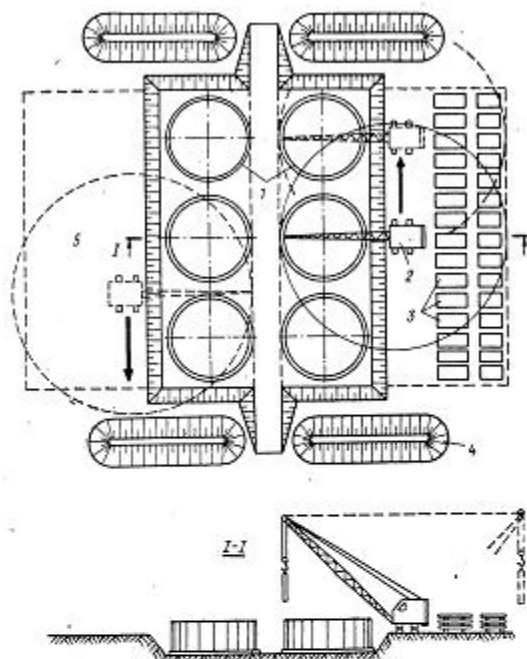


РИС. 54. СХЕМА МОНТАЖА РАДИАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ ГУСЕНИЧНЫМ КРАНОМ С ПЕРЕДВИЖЕНИЕМ ЕГО ПО БРОВКЕ КОТЛОВАНА  
1 — радиальные отстойники; 2 — монтажный кран; 3 — складирование стеновых панелей и лотков; 4 — резервы грунта; 5 — площадка для складирования сборных элементов

резервуаров. Монтаж таких сооружений выполняют стреловыми гусеничными, автомобильными или пневмоколесными кранами. Иногда для монтажа сооружений применяют башенные краны на рельсовом ходу. Монтаж сборных конструкций цилиндрических резервуаров, отстойников и сооружений, строящихся в общем котловане, ведут с передвижением крана внутри емкости или котлована (если позволяют их внутренние размеры) либо по бровке котлована.

Схема организации монтажа шести радиальных отстойников гусеничным краном, передвигающимся вокруг сооружений по бровке котлована, приведена на рис. 54.

Площадки для приема, разгрузки и складирования сборных элементов размещены с боков общего котлова-



на, а отвалы грунта — с его торцов, где устроены также съезды в котлован.

При монтаже группы радиальных отстойников гусеничным краном по схеме, приведенной на рис. 54, могут быть применены краны-экскаваторы типа Э-2006 или Э-2001, Э-2002, а также гусеничные краны типа СКГ-50, ЭКГ-4 и др.

Монтаж большой группы радиальных отстойников, расположенных в два ряда и вытянувшихся на значи-

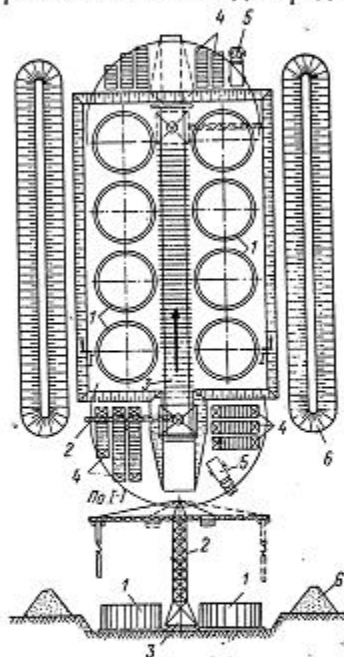


РИС. 55. СХЕМА МОНТАЖА РАДИАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ БАШЕННЫМ КРАНОМ

1 — радиальные отстойники; 2 — башенный кран; 3 — подкрановые рельсовые пути; 4 — кассеты для складирования запаса стеновых панелей; 5 — панелевоз; 6 — резервы грунта

тельную длину, выполняют башенным краном, перемещающимся по рельсам, установленным в котловане между рядами емкостей. Схема организации монтажа восьми отстойников башенным краном приведена на рис. 55.

Для организации монтажа сооружений по такой схеме необходимо, чтобы расстояние между их рядами было достаточным для укладки рельсового пути башенного крана. В створе рельсового пути по торцам котлована устраивают съезды. Здесь же с боков съездов

располагаются площадки с кассетами для хранения запаса стеновых панелей. К указанным площадкам организуют подъезды для панелевозов. Тип башенного крана выбирают так, чтобы его грузоподъемность была достаточной для подъема наиболее тяжелых сборных элементов (стеновых панелей) при наибольшем вылете крюка и радиусе поворота, охватывающем все монтируемые сооружения и склад сборных элементов.

При диаметре отстойников 18—20 м и массе стеновых панелей до 5 т монтаж их ведут самоходным башенным краном с горизонтальной стрелой и передвигающейся по ней грузовой тележкой грузоподъемностью 5 т на любом вылете стрелы (БКСМ 5-5А, БКСМ 5-10 (Т-223), БКСМ-14 (Т-226)). Указанные типы башенных кранов, имеющие наибольший вылет крюка от 22 до 30 м, обеспечивают монтаж группы таких цилиндрических сооружений.

Схема последовательного монтажа четырех цилиндрических резервуаров одним башенным краном приведена на рис. 56.

При этой схеме группового монтажа резервуаров емкостью по 10 000 м<sup>3</sup> и диаметром 42 м, предложенной трестом № 12 Главсевкавстроя, их монтаж осуществляют башенным краном, устанавливаемым поочередно в центре каждого резервуара. По окончании возведения одного резервуара башенный кран по рельсовому пути через специальные поворотные устройства переводят на монтаж следующего. Сборные элементы раскладывают частично на днище резервуара, а частично — вне его, но в радиусе действия крана.

Монтаж группы радиальных отстойников и резервуаров можно выполнять либо комплексным методом, при котором к монтажу последующего сооружения приступают только после завершения монтажа всех элементов и деталей предыдущего, либо раздельным, при котором отдельные сборные элементы и детали всех сооружений монтируют последовательными потоками. Например, сначала устанавливают на всех сооружениях стеновые панели, а затем колонны и ригели, плиты покрытия и т. д.

Отстойники диаметром более 20 м монтируют автомобильным или пневмоколесным краном необходимой грузоподъемности с перемещением его по днищу отстойника.

Схема монтажа радиального отстойника диаметром

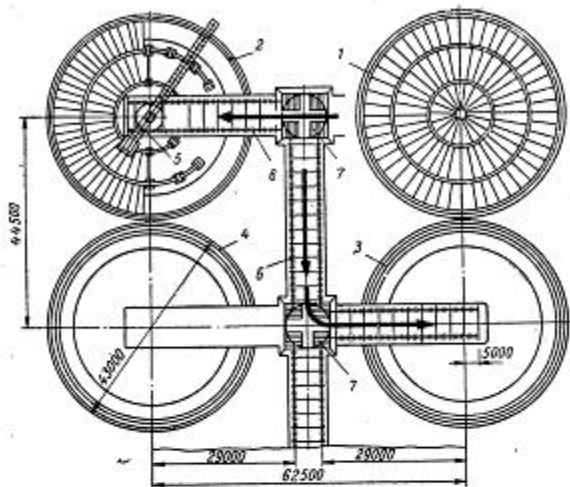


РИС. 56. СХЕМА МОНТАЖА ЧЕТЫРЕХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ ОДНИМ БАШЕННЫМ КРАНОМ

1 — резервуар, законченный монтажом; 2 — монтируемый резервуар; 3 — резервуар с подготовленным подкрановым путем; 4 — забетонированное днище резервуара; 5 — башенный кран; 6 — подкрановый путь; 7 — устройство для поворота крана

40 м пневмоколесным стреловым краном К-102 грузоподъемностью 10 т, перемещающимся по днищу отстойника, приведена на рис. 57.

На схеме указаны также раскладка стеновых панелей, последовательность их монтажа и направление движения крана. Стеновые панели раскладывают плашмя на подкладки большей стороной параллельно стене по обе стороны от монтируемой стенки: снаружи — на грунт котлована, а внутри — на днище отстойника. Их укладывают монтажными петлями в одну сторону с тем, чтобы монтируемые две смежные панели, расположенные по одну и другую сторону стены, имели монтажные петли примерно на одинаковом расстоянии от монтажного крана (рис. 57, а). Для того чтобы разместить панели с наружной стороны отстойника, котлован уширяют на 3–4 м от грани стены. Элементы лотков раскладывают на днище отстойника по другую сторону от движущегося монтажного крана.

Технология монтажа конструкций радиального отстойника заключается в следующем. Кран въезжает на

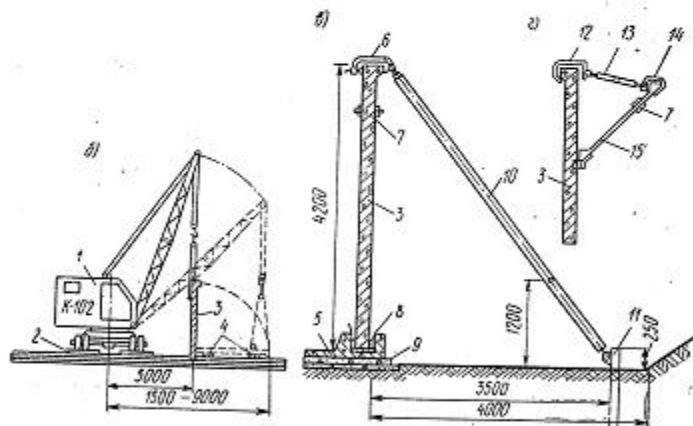
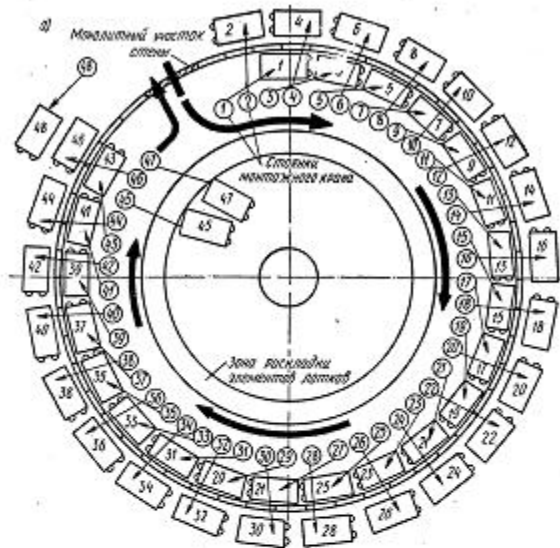


РИС. 57. МОНТАЖ РАДИАЛЬНОГО ОТСТОЙНИКА ДИАМЕТРОМ 40 м ПНЕВМОКОЛЕСНЫМ СТРЕЛОВЫМ КРАНОМ

а — общая схема монтажа с раскладкой стеновых панелей и лотков; б — подъем и установка панелей; в, г — способы временного закрепления панелей стен и лотков; 1 — монтажный кран К-102; 2 — подкладные шиты; 3 — стеновая плоская панель; 4 — подкладки; 5 — монолитное днище с пазом; 6 — струбцина; 7 — фиксатор; 8 — клинья; 9 — бетонная подготовка; 10 — подкос трубчатый; 11 — жордь из трубы; 12, 14 — скобы; 13 — стяжная муфта (Форкопф); 15 — элемент лотка

днище отстойника и, двигаясь по подкладным щитам вдоль уложенных плашмя стеновых панелей, начинает их установку в проектное положение.

До начала монтажа панелей проверяют отметки дна паза, устроенного в монолитном днище, выравнивают его (при необходимости) укладкой слоя цементного раствора, а затем размечают места установки панелей.

Строповку стеновых панелей осуществляют за четыре монтажные петли с применением универсальной траверсы. Подъем панелей производят методом их поворота (рис. 57,б) и затем в вертикальном положении перемещают к месту установки. Панель устанавливают в паз на слой вязкой битумной массы толщиной 6—8 мм. Установленную вертикально по оси паза панель внизу закрепляют деревянными клиньями — трубчатыми подкосами с якорями и струбцинами (рис. 57,в).

Монтаж элементов сборных лотков осуществляют одновременно со стенами. Установленные в проектное положение лотки закрепляют инвентарными стяжными муфтами со струбцинами (рис. 57,г).

После монтажа стеновых панелей и лотков, их верхней и окончательного закрепления, заделывают стыки между панелями бетоном, а также дополнительно заливают битум в паз с заделкой его асбестоцементной смесью. Затем на внутреннюю шероховатую поверхность стен отстойника наносят торкретный слой цементной гидроизоляции. По достижении бетоном в стыках между панелями и торкретным слоем 70% проектной прочности осуществляют предварительное напряжение стенки отстойника путем навивки на гладкую внешнюю поверхность панелей высокопрочной проволоки или арматуры с заданным шагом спирали и ее напряжением, для чего применяют специальные навивочные машины.

В связи с тем что напор воды на стенку у ее основания, т. е. вблизи днища, наибольший, количество навиваемой здесь арматуры также принимается наибольшим. Для навивки высокопрочной арматуры стенку по высоте разбивают на ряд поясов в зависимости от диаметра и шага арматуры.

После навивки арматуры производят испытание отстойника на утечки воды.

По окончании испытания на внешнюю поверхность стен отстойника наносят торкретный слой цементно-песчаной штукатурки, необходимый для защиты навитой

арматуры от коррозии. Слой торкрета наносят на стены при наполненном водой отстойнике, что способствует его лучшему уплотнению после опорожнения сооружения.

При раскладке стеновых панелей по внешнему периметру отстойника увеличиваются размеры котлована, что вызывает увеличение объемов земляных работ и соответственно удорожание строительства. Однако этого можно избежать, если завозить все сборные элементы на днище отстойника и складировать их в вертикальном положении в специальные кассеты. На днище отстойника устанавливают две-три кассеты, в которых накапливают стеновые панели в количестве, необходимом для монтажа одного отстойника, за исключением 3—5 панелей, устанавливаемых в кассету, расположенную между отстойниками. Панели из этой кассеты необходимы для укладки их в проемы, оставленные в отстойниках для въезда монтажного крана.

Технология монтажа цилиндрических резервуаров для воды, имеющих плоские покрытия, в основном такая же, как и при монтаже радиальных отстойников. Если резервуары имеют небольшие диаметры, то монтаж их осуществляют кранами, передвигающимися по бровке котлована. При этом радиус действия стрелы крана должен достигать центра резервуара. Если же диаметр резервуара превышает вылет крюка крана, то монтаж производят краном с размещением его на днище резервуара. При этом потребные сборные элементы раскладывают на днище. Монтаж сборных элементов и деталей резервуаров осуществляют либо комплексным, либо раздельным методом.

Навивку кольцевой высокопрочной проволоки (арматуры) на стены резервуаров производят также с применением специальных навивочных машин.

Схема монтажа радиального отстойника диаметром 28 м из стеновых панелей с опорной «пятой» пневмоколесным краном К-104, передвигающимся по бетонной подготовке внутри сооружения, приведена на рис. 58.

Монтаж сборных конструкций отстойника в целях рационального загрузки кранов выполняют в три этапа.

На первом этапе монтируют стеновые панели по всему периметру сооружения, за исключением монтажного проема, оставляемого для въезда крана и панелевозов. Вторым этапом устанавливают консольные балки и лот-

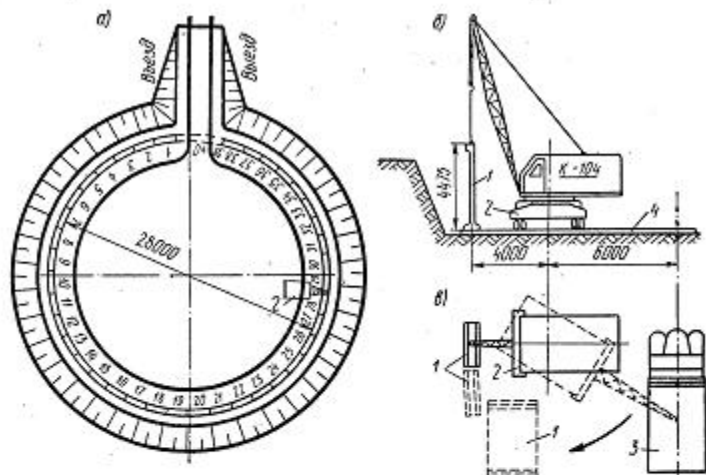


РИС. 58. МОНТАЖ РАДИАЛЬНОГО ОТСТОЙНИКА ДИАМЕТРОМ 28 м ИЗ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ОПОРНОЙ «ПЯТОЙ»  
 а — общая схема монтажа отстойника; б — схема установки панели в проектное положение; в — схема разгрузки панелей с панелевоза; 1 — стеновые панели; 2 — монтажный пневмоколесный кран; 3 — панелевоз; 4 — бетонная подготовка

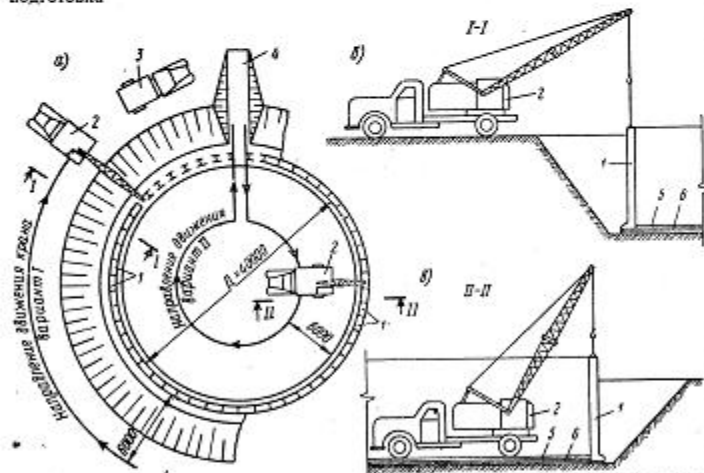


РИС. 59. СХЕМА МОНТАЖА ПАНЕЛЕЙ СТЕН ВТОРИЧНЫХ РАДИАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ ДИАМЕТРОМ 40 м АВТОМОБИЛЬНЫМИ КРАНАМИ К-104 и К-52  
 а — общая схема монтажа панелей; б — установка панелей с бровки котлована; в — установка панелей с дна отстойника; 1 — стеновые панели; 2 — монтажный автомобильный кран К-104; 3 — панелевоз (ЗИЛ-586); 4 — вход в котлован; 5 — монолитное дно; 6 — бетонная подготовка

ки по всему периметру сооружения, кроме монтажного проема.

На третьем этапе монтируют оставшиеся стеновые панели, консольные балки и лотки в пределах монтажного проема.

Работы по монтажу сборных элементов отстойника выполняют после устройства бетонной подготовки. Для правильной установки панелей забивают маячные колышки, между которыми натягивают шнур или проволоку по внутренней грани стеновых панелей. Панели монтируют «кольцевым» методом в последовательности, указанной на схеме.

После монтажа стеновых панелей в котлован вместо крана К-104 (или МКГ-16) въезжает кран типа К-52, с помощью которого монтируют консольные балки и лотки. Монтаж конструкций отстойника ведут раздельным методом, при котором за один проход крана устанавливают только однотипные элементы.

Схемы монтажа сборных конструкций вторичных радиальных отстойников диаметром 40 м из L-образных стеновых панелей автомобильным краном К-104 при расположении его на бровке котлована (I вариант) и на днище отстойника (II вариант) показаны на рис. 59.

Указанные два варианта монтажа отстойника предусмотрены в связи с возможностью бетонирования железобетонного дна либо до монтажа стеновых панелей, либо после их монтажа в зависимости от сезона строительства сооружения.

Работы по возведению отстойника выполняются в такой последовательности: разбивка опорных осевых линий и границ котлована, его разработка; монтаж технологических трубопроводов под днищем; устройство бетонной подготовки и асфальтовой стяжки; бетонирование железобетонного дна; монтаж стеновых панелей с замоноличиванием стыков; монтаж ригелей, подкосов и лотков; монтаж сборных железобетонных элементов в месте монтажного проема; возведение монолитного железобетонного пояса; устройство набетонки ригелей и лотков; отделочные работы; гидравлическое испытание; обратная засыпка пазух котлована.

Сборные конструкции отстойника монтируются «кольцевым» комбинированным методом, при котором стеновые панели устанавливаются краном К-104 (раздельно),



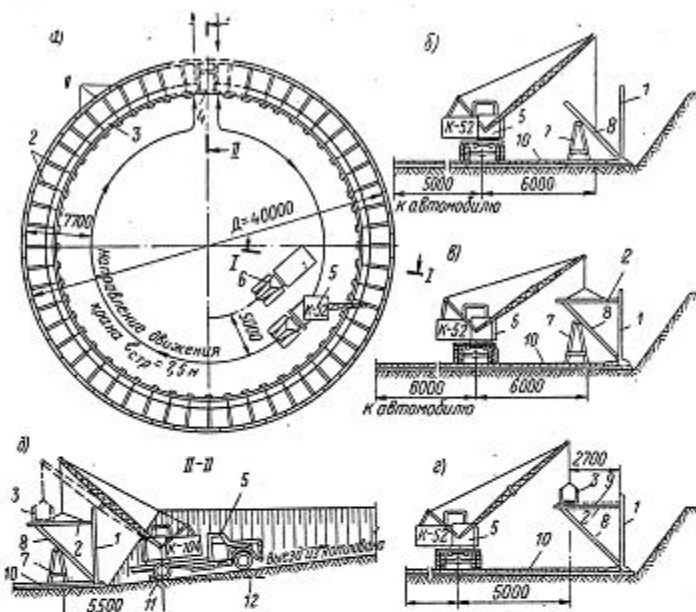


РИС. 60. СХЕМА УСТАНОВКИ ПОДКОСОВ, РИГЕЛЕЙ И ЛОТКОВ КРАНОМ К-52 ПРИ МОНТАЖЕ ВТОРИЧНЫХ РАДИАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ ДИАМЕТРОМ 40 м

а — общая схема монтажа сборных элементов; б — установка подкосов; в — установка ригелей; г — установка лотков; д — монтаж краном К-104 подкосов, ригелей и лотков после выезда монтажного крана К-52 из сооружения; 1 — стеновые панели; 2 — ригели; 3 — лотки; 4 — монтажный проем; 5 — кран К-52; 6 — автомобиль по доставке сборных элементов; 7 — инвентарные опоры; 8 — подкосы; 9 — набетонка; 10 — монолитное днище; 11 — упоры; 12 — выравнивающий приемник

а ригели, подкосы и лотки — краном К-52 (комплексно). Вслед за монтажом стеновых панелей производится заделка стыков.

Схема организации работ по монтажу подкосов, ригелей и лотков и последовательность их установки приведены на рис. 60.

Кран К-52 в процессе монтажа указанных сборных элементов передвигается по готовому днищу отстойника. После закрытия монтажного проема стеновыми панелями подкосы, ригели и лотки устанавливаются краном К-52, расположенным с внешней стороны емкости (на въезде в котлован) (см. рис. 60). Для времен-

ного раскрепления подкосов в процессе их монтажа применяются инвентарные опоры. Монтаж ригеля производится после установки подкоса. Приварка ригеля к стеновой панели и к подкосу выполняется через закладные детали при поддержке ригеля краном. Сварщики

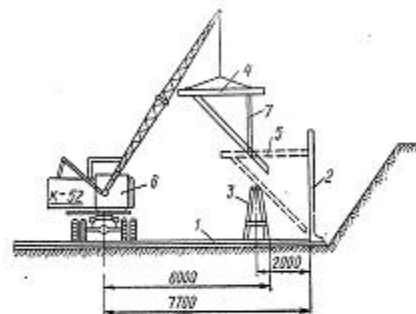


РИС. 61. МОНТАЖ РИГЕЛЕЙ И ПОДКОСОВ ВТОРИЧНЫХ РАДИАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ УКРУПНЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

1 — монолитное днище; 2 — стеновая панель; 3 — инвентарная временная опора; 4 — укрупненный элемент ригеля и подкоса до установки в проектное положение; 5 — установленный укрупненный элемент; 6 — монтажный кран (К-52); 7 — фиксирующие инвентарные стяжки из труб

при этом размещаются на инвентарных подмостях, уложенных на козлы. Лотки после их установки крепятся к ригелям с помощью приварной косынки, привариваемой также с инвентарных подмостей.

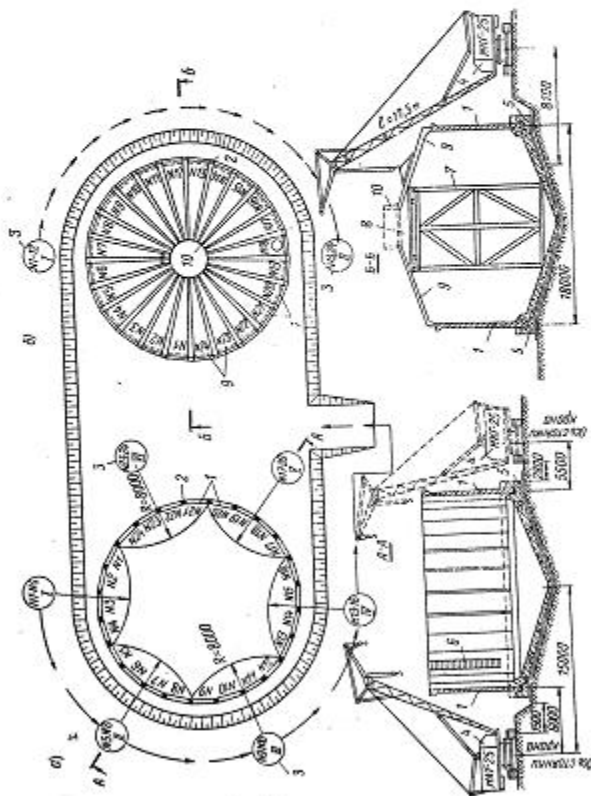
Для ускорения работ может быть произведен комплексный монтаж подкосов и ригелей с предварительным их укрупнением (рис. 61).

При этом общее количество устанавливаемых элементов значительно сокращается. Сварка ригелей с подкосами производится на земле, а для придания жесткости сваренной конструкции при подъеме и ее установке применяют инвентарные связи — трубы, прикрепляемые к монтажным петлям сваренных элементов. Монтаж таких укрупненных элементов также производится автомобильным краном К-52. Для приведения конструкции в проектное положение в процессе монтажа используются временные инвентарные опоры. Приварка к закладным деталям стеновых панелей выполняется при поддержке конструкции краном и расположении сварщика в этот момент на инвентарных подмостях. Монтаж лотков производится после установки двух смежных укрупненных конструкций (ригель — подкос).

**Монтаж метантенков**, представляющих собой цилиндрические емкостные сооружения со сборными стенами из типовых плоских панелей, устанавливаемых в паз

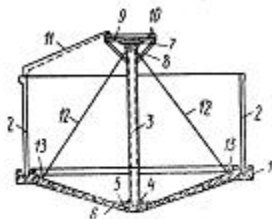
РИС. 62. СХЕМА МОНТАЖА МЕТАН-ТЕНКОВ ДИАМЕТРОМ 18 м ИЗ ПИ-НОВЫХ ПЛОСКИХ ПАНЕЛЕЙ ТУСЕНИЧНЫМ КРАНОМ МКГ-25 (ИЗ ОПЫТА ДОНБАССКАНАЛСТРОМ)

а — монтаж стеновых панелей; б — монтаж плит покрытия; 1 — стеновые панели; 2 — монолитные стыки между панелями; 3 — стояки крана в процессе монтажа сборных элементов; 4 — тусеничный край МКГ-25; 5 — монолитное днище метантенков с пазами для установки стеновых панелей; 6 — инвентарная металлическая эстакада; 7 — трубчатая инвентарная эстакада; 8 — деревянный настил; 9 — сборные железобетонные плиты покрытия; 10 — опорное кольцо покрытия; 11 — место крана, а кружками — места стоянки, причем в эвменателе в них указаны номера стоянок, а в числителе — номера монтируемых сборных элементов



(башмак) монолитного конусообразного днища, чаще всего ведут раздельным «кольцевым» методом с передвижением монтажного крана вокруг монтируемого сооружения по бровке котлована.

РИС. 63. МОНТАЖ ПОКРЫТИЯ МЕТАН-ТЕНКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ВРЕМЕННОЙ ОПОРЫ ТРУБЧАТОЙ СТОЙКИ С КОНСОЛЬНОЙ ПЛОЩАДКОЙ ВВЕРХУ



1 — монолитное днище; 2 — стеновые панели; 3 — труба 630x8 мм; 4 — косынка; 5 — распорка; 6 — закладная деталь в днище; 7 — оголовок; 8 — подкос; 9 — консоль; 10 — деревянный брус; 11 — плита покрытия; 12 — ванты-оттяжки из каната диаметром 195 мм; 13 — петли из арматурной стали диаметром 25 мм

Пример монтажа сборных метантенков диаметром 18 м приведен на рис. 62.

До монтажа стеновых панелей устраивается бетонная подготовка и монолитное днище с пазами. После выверки отметок паза и исправления дефектов переходят к установке стеновых панелей. Монтаж 24 панелей метантенка высотой 8,4 м и массой 13,8 т производится гусеничным краном типа МКГ-25, перемещающимся вокруг сооружения и делающим в процессе установки панелей 6 стоянок. При монтаже панелей кран МКГ-25 оборудуется стрелой, имеющей длину 12,5 м, с гуськом.

После выверки установленных панелей, их рихтовки и окончательного закрепления (сварки) деталей стыков между собой производят монтаж 24 плит покрытия, имеющих в плане трапециевидальную форму и массу 6,25 т. Для их монтажа также используется кран МКГ-25, оборудованный стрелой 17,5 м с гуськом. Кран по ходу монтажа перемещается вокруг сооружения и осуществляет монтаж плит с двух стоянок. Для временного опирания плит в центре до установки центрального опорного кольца используется специальная металлическая трубчатая инвентарная эстакада (подмости) с дощатым настилом, которая после установки опорного кольца разбирается и извлекается из емкости через верхнее центральное отверстие.

Иногда в качестве временной опоры при монтаже плит покрытия метантенков используется инвентарная трубчатая стойка с консольной площадкой в верхней части (рис. 63).

Временную опору такого типа изготавливают из отрезка трубы диаметром 630×8 мм и длиной 13,5 м, в верхней части которой (к ее оголовку) приварена металлическая консольная площадка с подкосами. По краям площадки в месте опирания плит покрытия крепится деревянный брус. Опора, имеющая в нижней части опорный башмак, устанавливается в центре емкости на днище метантенка после монтажа стеновых панелей. Крепится она четырьмя оттяжками (вантами) из каната диаметром 195 мм, расположенными по направлениям взаимного пересечения диаметров. Оттяжки вверху крепятся за оголовки трубчатой опоры, а внизу — за петли, которые замоноличены в четырех точках днища. В нижней части башмака опора опирается на подсыпку из песка слоем 200 мм, а сама опора, кроме того, раскрепляется распорками, приваренными к закладным деталям в днище метантенка.

При использовании такого типа временной опоры монтаж плит покрытия рекомендуется вести при симметричном ее нагружении, т. е. плиты необходимо устанавливать симметрично с двух противоположных сторон. При необходимости может быть допущен также монтаж плит без соблюдения симметричного нагружения опоры, но при условии постоянного наблюдения за ее вертикальностью. В случае обнаружения видимого наклона опоры необходимо без промедления начать монтаж плит с противоположной стороны.

Демонтаж опоры производится примерно через 3—4 дня после выполнения работ по бетонированию монолитного железобетонного пояса и последнего стыка омоноличивания плит (при температуре наружного воздуха не менее +5°C).

#### **ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА СООРУЖЕНИЙ ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ПОЛИМЕРЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

В последние годы при строительстве емкостных и очистных сооружений начали применять довольно эффективные комплексные конструкции из полимеров и железобетона. Особенностью этих сооружений является то, что после своего монтажа они не нуждаются в дополнительных отделочных и гидроизоляционных работах.

Полимерный слой располагается таким образом, что он полностью изолирует железобетон от непосредственного воздействия воды и стоков, а в местах расположения стыков этих элементов полимерные слои сваривают, образуя герметические емкости. В таких емкостных сооружениях железобетон воспринимает лишь силовые воздействия и гарантирует прочность и жесткость сооружения, а полимерный слой обеспечивает их водонепроницаемость. В качестве полимерного материала для комплексных полимержелезобетонных конструкций применяют профильный листовый полиэтилен с перпендикулярно выступающими ребрами, имеющими круглые утолщения на концах (для лучшего замоноличивания полиэтилена в бетоне и обеспечения их совместной работы). Такой полимерный материал, изготовленный из полиэтилена низкой плотности (высокого давления), обладает значительной долговечностью и химической стойкостью, не оказывая вместе с этим вредного влияния на питьевую воду. Его эксплуатация возможна при температурах от -70 до +50°C.

Полимержелезобетонные сборные очистные сооружения монтируют с использованием типовых элементов, изготовленных по серии 3.900-2. Полимержелезобетонные стеновые панели устанавливают в пазы, устраиваемые в виде углубления в монолитном днище (рис. 64).

Устройство монолитных выступов с пазами в днище для установки полимержелезобетонных панелей, как выяснилось, неэффективно, так как при этом увеличиваются объемы работ по полимерной облицовке этих выступов. Для данных условий поэтому предпочтительнее стеновые панели с опорной «пятой» по типу применяемых Донбассканалстроем и Мосинжпроект (рис. 64, б).

Облицовку монолитного днища профильными полиэтиленовыми листами выполняют путем втапливания их ребер в свежесложенный слой цементного раствора толщиной 20—30 мм с последующей пригрузкой полимерного слоя деревянными щитами. Листы полиэтилена в местах примыкания их друг к другу, а также к стенам и перегородкам сваривают.

Стыкование смежных стеновых панелей осуществляется взаимной сваркой закладных деталей с последующим замоноличиванием швов пластичным цементным раствором и сваркой полимерных слоев.

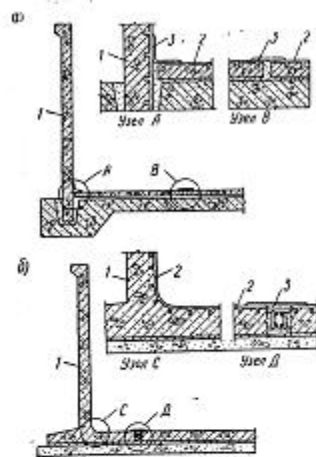


РИС. 64. КОНСТРУКЦИИ И ДЕТАЛИ СТЫКОВ ПОЛИМЕРЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЕМКОСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

а — при применении типовых плоских стеновых панелей; б — при использовании L-образных панелей с опорной «пяткой»; 1 — стеновые панели; 2 — полимерный слой; 3 — привариваемые накладки

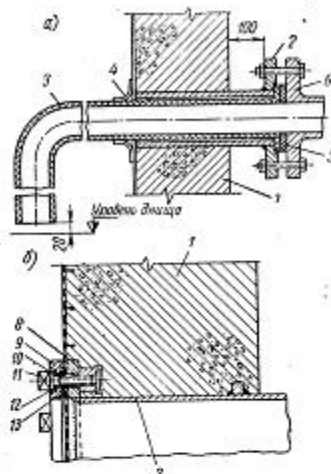


РИС. 66. ВАРИАНТЫ ЗАДЕЛКИ ПАТРУБКОВ В СТЕНОВЫХ ПОЛИМЕРЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПАНЕЛЯХ

а — при проходе труб диаметром до 150 мм; б — при трубах диаметром более 150 мм; 1 — полимержелезобетонная панель; 2 — металлический патрубок; 3 — полиэтиленовый патрубок; 4 — полиэтиленовый соединительный манжет; 5 — резиновое уплотнительное кольцо; 6 — задвижка; 7 — патрубок из нержавеющей стали; 8 — внутренний металлический фланец с гайками; 9 — прижимной фланец из нержавеющей стали; 10 — шайба; 11 — болт; 12 — уплотнительное кольцо; 13 — прокладка из химически стойкого материала

Круглые полимержелезобетонные емкости диаметром до 6 м, а также колодцы монтируют из отдельных готовых полимержелезобетонных колец, устанавливаемых друг на друга. Пропуск патрубков через полимержелезобетонные стеновые панели в емкостных сооружениях осуществляется при диаметре патрубков до 150 мм путем изготовления их из полиэтиленовых труб и приварки к профилированному листу в процессе изготовления панелей. На трубу для лучшего сцепления с бетоном наваривают несколько колец из полиэтилена. Возможен также вариант использования металлического патрубка (рис. 65).

Патрубки диаметром более 150 мм выполняют из

нержавеющей стали и устанавливают до бетонирования панелей. Монтажные петли обычно размещают в верхнем торце панелей или же на боковой необлицованной полимерными листами поверхности. Перегородочные панели изготавливают с двухсторонним покрытием профилированными листовыми заготовками из полиэтилена. Крайние панели перегородок устанавливают в зазоре между примыкающими стеновыми панелями так, чтобы они заходили на 5—6 см внутрь стыка. Соединяют их приваркой пластин, специальных анкеров или хомутов к закладным деталям по типу угловых стыков в емкостях. Полимерные накладки для соединения смежных стеновых панелей принимают шириной 80 мм, а для соединения угловых панелей — 120 мм, сварные швы при этом располагают от угла на расстоянии 60 мм. Толщина накладок равна 1,5—2 мм.

Процесс изготовления полимержелезобетонных стеновых панелей в заводских условиях включает такие последовательно выполняемые операции: подготовка профилированных полиэтиленовых листов (разматывание рулона, проверка качества, разметка и отрезка листов требуемых размеров); сварка отдельных листов в заготовки необходимых размеров; подготовка форм; укладка полимерных заготовок, арматурных каркасов с закладными деталями; бетонирование (формование) панелей; термообработка в пропарочных камерах; распалубка, осмотр панелей и заделка мелких дефектов; складирование панелей.

Профилированные полимерные листы при бетонировании не повреждаются, а отформованные элементы можно пропаривать при температуре до +80°C.

Дефекты в полимерном слое панели устраняют ручным сварочным инструментом, с помощью которого заваривают небольшие повреждения (отверстия, трещины и т. п.) либо накладывают заплаты.

Готовые полимержелезобетонные панели складывают в вертикальном положении (с небольшим наклоном) через прокладки, облицованные резиной или полиэтиленовым листом. При необходимости же горизонтальной укладки панели укладывают полимерным слоем вниз, также через прокладки. При транспортировании, как и при складировании сборных полимержелезобетонных элементов, главное внимание обращают на сохранность их полимерного слоя.



Процесс монтажа емкостных сооружений из полимержелезобетонных сборных элементов в основном мало чем отличается от монтажа их из обычных сборных конструкций. При этом возрастают только требования к монтажникам в отношении обеспечения сохранности полимержелезобетонных элементов. Стеновые полимержелезобетонные панели устанавливают в проектное положение краном обычно за верхние монтажные петли, причем так, чтобы зазор между ними не превышал 20—30 мм, а в углах сооружения был еще меньшим. Полимержелезобетонные колонны устанавливают в специальные углубления в монолитном днище. Плиты покрытия применяются также с полимерным слоем, покрывающим нижние и боковые грани плит. Поверх плит устраивают водонепроницаемую кровлю.

Электросварочные работы внутри смонтированного полимержелезобетонного емкостного сооружения не допускаются. В случае же крайней необходимости места сварки или резки следует тщательно ограждать влажным брезентом от попадания на полимерный слой брызг металла и шлака. Сварочные работы целесообразно выполнять до полимерной облицовки днища сооружения.

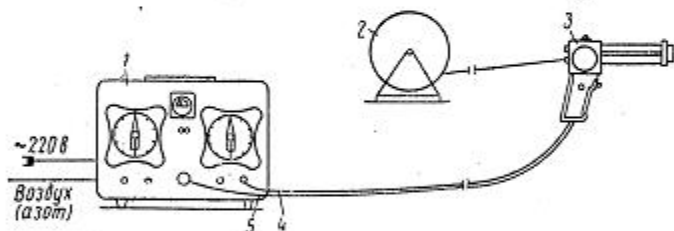


РИС. 66. СХЕМА СВАРОЧНОГО УСТРОЙСТВА РЭСУ-500 ДЛЯ СВАРКИ СТЫКОВ ПОЛИМЕРНЫХ СЛОЕВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1 — переносная станция (блок) управления; 2 — катушка присадочного материала (прутка); 3 — экструзионный сварочный пистолет; 4 — электрический кабель; 5 — резиновый шланг для подвода газотеплоносителя

После монтажа полимержелезобетонных конструкций выполняют ответственный и очень важный этап работ — сварку полимерных слоев стыкуемых элементов и окончательную заделку швов. Высококачественная полимерная сварка практически является одним из основных условий высокой эксплуатационной надежности построенных сооружений.

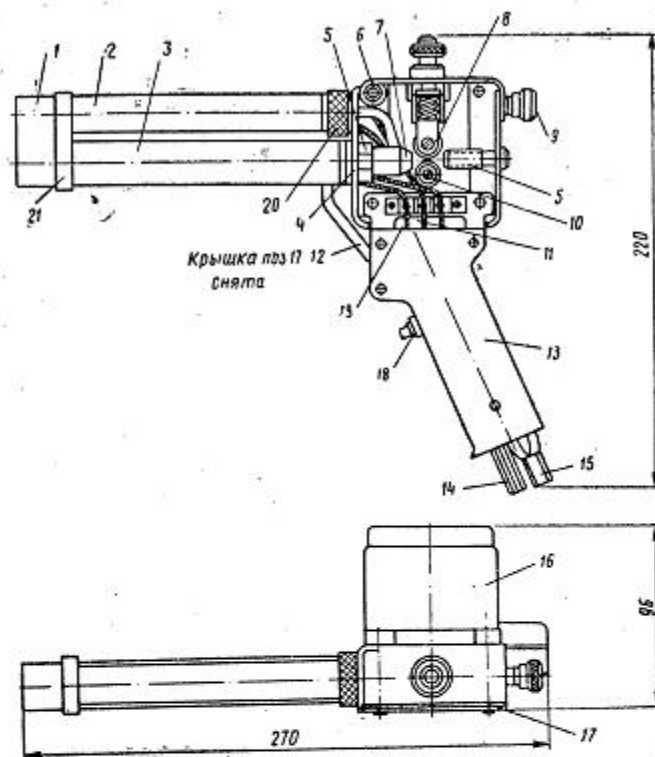


РИС. 67. СВАРОЧНЫЙ ПИСТОЛЕТ ДЛЯ СВАРКИ СТЫКОВ ПОЛИМЕРЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1 — сменная фторопластовая насадка; 2 — трубки со встроенными электрическими нагревателями для нагрева газообразного теплоносителя; 3 — расплавленный присадочный материал; 4 — передняя стенка сборного корпуса; 5 — направляющая трубка; 6 — верхняя крышка; 7 — фторопластовая направляющая насадка; 8 — тумблер включения сети; 9 — контрольная лампочка; 10 — крепежная гайка; 11, 12 — трубки для подвода газообразного теплоносителя к нагревателю; 13 — рукоятка; 14 — электрический кабель; 15 — переходной штуцер; 16 — электродвигатель; 17 — боковая крышка; 18 — выключатель; 19 — клеммник; 20 — накидная гайка; 21 — фигурная обойма

При сварке листов полиэтиленового слоя в конструкциях из полимеров и железобетона применяют сварочные соединения встык, внахлестку или при помощи накладок из полиэтилена той же марки. Сварку обычно выполняют с помощью ручных или полуавтоматических сварочных устройств. Схема предложенного Донецким Промстройинипроектом ручного сварочного устройст-

ва, в комплект которого входят: пистолет для сварки в построчных условиях расплавленным жгутом с дополнительным подогревом свариваемых поверхностей газообразным теплоносителем, станция управления, малога-

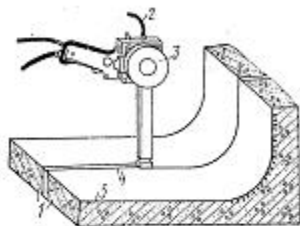


РИС. 68. СВАРКА ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО СЛОЯ ПРИ СОЕДИНЕНИИ ПОЛИМЕРЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ

1 — стыкуемые элементы; 2 — присалочный пруток; 3 — сварочный пистолет; 4 — сварной шов; 5 — полиэтиленовая облицовка

баритная компрессорная установка или баллон со сжатым азотом или воздухом с редукционным вентилем показана на рис. 66.

Сварочный пистолет (рис. 67) включает механизм транспортирования жгута, электрические нагреватели полимерного жгута и газообразного теплоносителя,

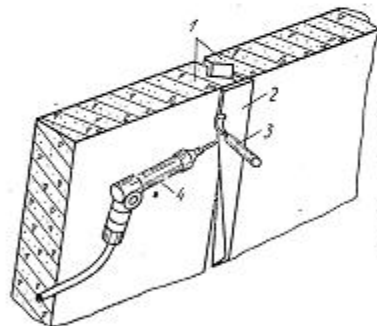


РИС. 69. ТЕРМИЧЕСКАЯ ПРИХВАТКА КРОМОК ПРИВАРИВАЕМОЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ НАКЛАДКИ ПРИ СТЫКОВАНИИ ПОЛИМЕРЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1 — стыкуемые элементы; 2 — накладка; 3 — инструмент, создающий сварочное давление; 4 — газовая горелка

сменные фторопластовые наконечники для формирования сварочного шва. Скорость сварки пистолетом 0,25—0,35 м/мин при мощности нагревателей 250—300 Вт и температуре нагретого газового теплоносителя 250—300°C.

Могут быть использованы также серийно выпускаемые газовые горелки для сварки пластмасс типа ГЭП-1А-67 или ГПП-1-56 и инструменты для контактной

сварки типа паяльников. Сварка полиэтиленовых профилированных листов в стационарных условиях выполняется на специальном сварочном столе экструдированной присадкой с помощью полуавтоматического устройства или ручным сварочным устройством. Примеры выполнения сварочных соединений в стыках между сборными элементами показаны на рис. 68.

Процесс устройства вертикального сварного стыка между панелями при помощи газовой горелки и накладки показан на рис. 69.

Для облегчения работы сварщика при сварке вертикальных швов применяют специальное инвентарно-переносное устройство, поддерживающее сварочный пистолет. Качество сварных швов в конструкциях из полимеров и железобетона проверяют переносным электрическим дефектоскопом типа ДИ-64М. Обнаруженные в швах дефекты устраняют с помощью ручного сварочного устройства.

Учитывая техническую возможность и экономическую целесообразность устройства емкостных сооружений из комплексных полимержелезобетонных сборных элементов и деталей, и особенно емкостей, контактирующих с агрессивно действующими средами (баки реагентов, смесители и т. п.). Донецкий Промстройинипроект в 1971 г. разработал техно-рабочий проект вертикальных отстойников диаметром 6 и 9 м, усреднителя емкостью 2 тыс. м<sup>3</sup> и приемной камеры очистных сооружений. Указанные сооружения из полимержелезобетонных панелей разработаны институтом в соответствии с планом экспериментального проектирования Госстроя СССР на 1971 г. и привязаны для конкретного строительства. Сооружения запроектированы полностью из сборных элементов, включая днища, так как укладывать ребристый полиэтилен непосредственно на стройплощадке при монолитном днище, как показал опыт, трудно. При конструировании сооружений в основном использованы типовые конструкции действующих серий. Однако наличие полимерной облицовки потребовало некоторых специфических конструктивных решений. Кроме того, некоторые специальные требования технологии производства работ предопределили необходимость индивидуального проектирования ряда полимержелезобетонных конструкций. Оказались неприемлемыми те конструкции стыков, где преобладает электросварка закладных дета-

ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ СМОНТИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
ОТ ПРОЕКТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

Наименование отклонения	Величина отклонения, мм
Отклонение фактических отметок от проектных:	
дна стаканов сборных фундаментов . . . . .	-20
верха колонн . . . . .	±15
верхней опорной поверхности стеновых панелей (верхней кромки или консоли) . . . . .	±15
Смещение относительно проектного положения:	
сборных фундаментов под колонны . . . . .	±10
колонн в нижней части . . . . .	±5
колонн в верхней части . . . . .	±15
Смещение наружных кромок стеновых панелей . . . . .	±5

лей и арматурных выпусков, которая может повредить полиэтилен. Нежелательными также являются электросварочные работы при монтаже элементов и большие объемы работ по замоноличиванию стыков и др.

Производство работ по устройству полимержелезобетонного усреднителя предусматривает следующие последовательно выполняемые процессы: устройство котлована и бетонной подготовки днища; устройство выравнивающего песчаного слоя толщиной 20—30 мм и монтаж сборных полимержелезобетонных плит днища; монтаж сборных полимержелезобетонных стеновых панелей; устройство монолитного железобетонного пояса; монтаж сборных балок, лотков и плит ходовых мостиков; устройство ограждений лотков и резервуаров; сварка полимерного слоя плит днища и стеновых панелей, лотков, примыканий и узлов; гидравлическое испытание сооружения; омоноличивание стыков стеновых панелей; обратная засыпка пазух котлована.

Монтаж сборных полимержелезобетонных конструкций резервуара осуществляется при помощи пневмокозла К-255. Установленные панели выверяют и закрепляют в проектном положении монтажными подкосами. Сварку полиэтиленового слоя состыкованных панелей производят при помощи накладок из того же материала ручным сварочным устройством.

#### ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ МОНТАЖНЫХ РАБОТ И ПОРЯДОК ИХ ПРИЕМКИ

Точность монтажа конструкций определяется степенью приближения фактических их размеров и положения в сооружении к проектным. Учитывая, что в условиях строительства трудно добиться абсолютной точности изготовления и монтажа конструкций, необходимо, чтобы величины фактических отступлений или погрешностей не превышали допускаемых. Величины допускаемых погрешностей или отклонений устанавливаются исходя из предельных размеров конструкций и предельных их положений в узлах сопряжений, а разность между наибольшими и наименьшими предельными размерами или положениями является допуском размера (положения). Общий суммарный допуск конструкции (конструкционный допуск) включает в себя изготовительные и монтажные допуски (табл. 3).

Высокое качество и точность монтажа сборных очистных сооружений обеспечиваются изготовлением и монтажом элементов в пределах установленных допусков, величины которых указываются в рабочих чертежах. Они обеспечивают индустриальный метод монтажа конструкций без дополнительной их обработки и пригонки. Кроме того, допуски позволяют взаимозаменять однотипные элементы конструкций.

Качество монтажных работ систематически проверяют во время их производства. Сдачу-приемку работ производят по мере их выполнения. В процессе приемки выполненных работ производят их осмотр в натуре и делают контрольные замеры. Контроль качества смонтированных конструкций сооружений осуществляют путем замера натурального их положения в сооружении и проверки соответствия между фактическим их положением и предельными допусками. Проверяют также готовность возводимого сооружения к производству остальных строительно-монтажных и отделочных работ. В ходе приемки проверяют правильность установки элементов и плотность их примыкания к опорным поверхностям в пределах допускаемых отклонений, качество сварки и заделки стыков и швов, сохранность элементов и их отделки, а также выполнение других специальных требований проекта. При этом качеству стыковых соединений уделяют особое внимание.





Непрерывную последовательность работ в сетевом графике называют путем. Длина пути определяется суммой продолжительности лежащих на нем работ. Путь наибольшей продолжительности между начальным и конечным событиями называют «критическим путем», им и определяется срок строительства сооружения. В рассматриваемом графике критический путь определяется работами 00-01, 01-02, 02-03, 03-04, 04-06, 06-07, 07-09, 09-12, 12-15, 15-20, 20-22, 22-23, 23-24, 24-27, 27-28 и продолжительность его равна 92 дням. Все работы, расположенные на этом пути, являются напряженными и их резервы времени равны нулю. Таким образом, с самого начала строительства внимание исполнителей сосредотачивается на работах, лежащих на критическом пути, т. е. проводится грань между главным и второстепенным. Сетевой график наглядно обосновывает комплекс работ, определяющий продолжительность строительства данного объекта. Сокращение общей продолжительности строительства может быть достигнуто только путем сокращения сроков работ, лежащих на критическом пути.

## **Глава V. РАБОТЫ ПО СВАРКЕ И ЗАМОНОЛИЧИВАНИЮ СТЫКОВ, НАВИВКЕ КОЛЬЦЕВОЙ АРМАТУРЫ И ТОРКРЕТИРОВАНИЮ**

### **СВАРКА АРМАТУРНЫХ ВЫПУСКОВ И ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

При монтаже емкостных сооружений для обеспечения их прочности и жесткости большое значение имеет качественная сварка арматурных выпусков и закладных деталей в стыках между сборными элементами, а также надежная их защита от коррозии. Для соединения стержней, в зависимости от их диаметра и класса стали, применяют: дуговую сварку внахлестку и встык с накладками и подкладками; дуговую ванную, ванно-шовную и электрошлаковую сварки.

Сварные соединения выполняют по заранее разработанной технологии, устанавливающей способ сварки,

порядок наложения швов, режим сварки, марку электродов и т. д. При сварке элементов, имеющих антикоррозионные покрытия, необходимо их сохранять. Стыкование стержней арматурных выпусков диаметром 20 мм и более осуществляют электрошлаковой или ванной сваркой.

К производству сварочных работ и прихваток допускаются электросварщики, прошедшие испытания и имеющие удостоверение, подтверждающие их квалификацию и допуск к работам по сварке арматуры и закладных деталей в стыках сборных конструкций емкостных сооружений. Вносить какие-либо изменения в конструкции сварных узлов без разрешения проектной организации не допускается. Нельзя также использовать подкладки, прокладки или вставки, не предусмотренные рабочими чертежами.

При ручной сварке применяют электроды по ГОСТ 9467—60. Полуавтоматическую электрошлаковую сварку стыков арматурных выпусков выполняют с применением проволоки по ГОСТ 2246—70. Типы электродов для сварки арматурных выпусков и других металлических элементов в стыках указываются в рабочих чертежах.

До начала сварочных работ проверяют правильность установки сборных элементов, положения свариваемых деталей и подготовки стыков к сварке (зазоров, углов разделки и т. п.). Затем тщательно очищают выпуски арматуры и закладные детали от наплывов бетона, краски или битума, ржавчины, влаги, снега, льда и грязи с помощью металлической щетки, скребков и растворятелей.

Дуговую сварку арматурных стержней из стали группы марок СтЗ и класса А-I можно выполнять при температуре наружного воздуха не ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , а из сталей класса А-II и А-III — не ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . При более низких температурах принимают меры по обеспечению на рабочем месте сварщика температуры воздуха не ниже указанных пределов. При температуре воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  сварку производят по обычной технологии, но при повышенном сварочном токе. Ток повышают на 1% при снижении температуры на каждые 2,5—3°.

Рабочее место сварщика, сварочное оборудование и свариваемые конструкции защищают от ветра, снега и дождя, а также хорошо освещают дневным или электро-светом.

Прихватки выполняют электродами с теми же покрытиями, что и при основной сварке. Диаметр электрода может быть меньше, чем для сварки. Прихватки накладывают в пределах расположения сварных швов.

При сварке арматурных выпусков и закладных деталей осуществляют постоянный контроль за качеством сварных швов. При внешнем осмотре сварные швы должны иметь гладкую или мелкочешуйчатую поверхность и плавный переход к основному металлу. Наплавленный металл должен быть плотным, без пор и трещин. Все кратеры необходимо заварить. Прожоги, трещины, подрезы, ноздреватость в швах, наплавление при ванной сварке и наплывы не допускаются. Размеры швов, измеряемые с помощью специальных шаблонов, должны быть в пределах допускаемых отклонений.

#### **СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ АРМАТУРНЫХ ВЫПУСКОВ И ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОТ КОРРОЗИИ**

Непосредственный и постоянный контакт конструкций очистных сооружений с водой и стоками требует защиты их закладных деталей и арматурных выпусков от коррозии.

Простейшим и доступным способом такой защиты является окраска металлических деталей масляными красками или битумом. Однако этот распространенный способ защиты малонадежен, так как при воздействии переменных температур и влажности воздуха, а также выпадении конденсата краска растрескивается, отстает и металл ржавеет. Закладные детали защищают от коррозии на заводе, при изготовлении сборных элементов, а сварные швы в стыках — после монтажа конструкций сооружений.

В заводских и построечных условиях применяют следующие основные способы защиты закладных деталей и сварных соединений от коррозии: металлизация (оцинкование); покрытие антикоррозионными пастами, лаками и др.; покрытие цинковыми протекторными грунтами; замоноличивание плотными растворами и бетонами.

В условиях строительства очистных сооружений чаще всего применяют металлизацию (оцинкование), покрытие протекторными грунтами, замоноличивание плотными растворами и бетонами. Нанесение цинка на детали и

соединения производится при помощи портативного ручного электрометаллизатора ЭМ-3А или ЭМ-9 либо газопламенного металлизатора МИ-1-57.

До нанесения цинкового слоя методом распыления закладные детали и сварные швы тщательно очищают пескоструйными аппаратами, стальными щетками, с обязательным удалением со сварных швов шлака. Перерыв между пескоструйной обработкой и нанесением покрытия не должен превышать 2—3 ч. Проверив качество сварки стыков и его зачистки, подготовив портативный аппарат-металлизатор к работе и подобрав режим, оператор-металлизатор приступает к нанесению покрытия. В качестве материала для покрытия используется чистая цинковая проволока диаметром 1—1,5 мм. Толщина слоя покрытия принимается согласно проекту.

Довольно эффективно металлизацию закладных деталей и сварных стыков выполняют с помощью переносной установки УПН-6, входящей в состав агрегата УПАГ-1. При этом для выполнения работ звено рабочих оснащают переносной лестницей с площадкой, металлическими щетками, кистями-ручниками, защитными очками и для контроля качества напыления лупой с 40-кратным увеличением. Работа выполняется рабочим-металлизатором и машинистом компрессора (оба 4-го разряда).

Технология выполнения работ следующая: щеткой зачищают детали до блеска, смахивая пыль кистью-ручником; к баллону с ацетиленом и к шлангу, идущему от компрессора, подключают распылительную горелку и загружают цинковым порошком питательный бачок; производят продувку шлангов воздухом от компрессора и ацетиленом от баллона; зажигают газовую смесь, вентилями регулируют пламя и устанавливают требуемую интенсивность подачи порошка; подносят горелку к металлизуемой детали на расстоянии 8—10 см и прогревают металл (для удаления влаги); держа головку горелки под прямым углом к поверхности детали, наносят антикоррозионное покрытие, покрывая один слой другим. Закончив работу, отключают подачу порошка, закрывают кран подачи ацетилена и редуктор у баллона и закрывают воздушный вентиль, отключают компрессор. Такая последовательность отключения должна строго соблюдаться во избежание обратного удара. Показатели режима работы следующие: давление сжатого воздуха в

рабочей смеси 0,45—0,5 МПа и ацетилену 0,49 кПа; расход сжатого воздуха 0,5 м<sup>3</sup>/мин и ацетилену 200—250 л/ч.

Цинковые протекторные грунты представляют собой смесь цинковой пыли (80—95% по массе) и лаковой основы. Протекторный грунт может быть изготовлен на основе эпоксидного лака Э-4100, эпоксидных смол ЭД-5 или перхлорвинилового лака ХСЛ. Грунт, приготовленный на эпоксидной основе, пригоден для использования в течение 2 ч и высыхает (при температуре 18—20°C) в течение 18—20 ч, а на перхлорвиниловой основе — пригоден в течение всей рабочей смены и высыхает при этой же температуре в течение 3—4 ч. При более низкой температуре воздуха продолжительность сушки увеличивается.

Стальные закладные детали и сварные соединения в построечных условиях могут быть сравнительно легко и достаточно надежно защищены антикоррозионными обмазками: цементно-полистирольной, цементно-полихлорвиниловой и цементно-казеиновой. Покртия первой обмазкой высыхают при температуре 18—20°C в течение 30 мин, второй — 2 ч и третьей — 4 ч.

#### ТЕХНОЛОГИЯ ЗАМОНОЛИЧИВАНИЯ СТЫКОВ

В водопроводных и канализационных сооружениях учитывая предъявляемые к ним повышенные требования по прочности и водонепроницаемости, надежное крепление сборных элементов и качественная заделка (замоноличивание) стыков имеют решающее значение. Практически прочность и водонепроницаемость данных сооружений полностью предопределяются качеством и надежностью заделки стыков между сборными элементами, так как сами они, изготовленные на заводе или полигоне, обычно обладают высокой прочностью, водонепроницаемостью и морозостойкостью.

Стыкуемые поверхности до замоноличивания должны быть подвергнуты гидropескоструйной обработке, а непосредственно перед бетонированием — тщательной очистке сжатым воздухом и промывке струей воды под напором.

Для заделки стыков в сборных сооружениях следует применять бетонные смеси и растворы, приготовленные

на быстротвердеющих цементах или портландцементях марки не ниже 400. Наибольший размер крупного заполнителя (щебня, гравия) в бетонной смеси не должен превышать  $\frac{1}{3}$  наименьшего размера стыка и  $\frac{3}{4}$  наименьшего расстояния между стержнями арматурных выпусков. Наименьший размер зерен песка в растворах для заделки стыков принимают до 5 мм. Подвижность бетонной смеси для заделки стыков должна составлять 6—8 см по осадке стандартного конуса, а раствора — не более 8 см по погружению конуса. Подвижность раствора для заполнения горизонтальных швов при монтаже стеновых панелей должна быть 5—7 см по погружению конуса. Растворные смеси, укладываемые в стык механизированным способом (растворонасосом и т. п.); следует готовить в соответствии с требованиями «Указаний по приготовлению и применению строительных растворов» (СН 290-64).

Замоноличивание стыков бетоном или раствором производят монтажники, ведущие установку конструкций. Замоноличивание стыков обычно производят после выверки элементов, приемки сварных соединений и выполнения антикоррозионной защиты металлических деталей. Непосредственно перед замоноличиванием проверяют правильность и надежность установки опалубки, подмоостей и других устройств, а также очищают стыкуемые поверхности проволочными щетками, струей воды или сжатым воздухом. Если при замоноличивании стыка произошло смещение опалубки, работы необходимо прекратить, опалубку снять, а уложенную в стык смесь удалить, после чего заново установить опалубку и возобновить его замоноличивание.

Замоноличивание стыков следует производить механизированным способом, с подачей и укладкой бетонной или растворной смеси путем нагнетания бетоно- или растворонасосом. В ряде случаев эти работы можно выполнять с использованием хоботов для подачи смеси и вибраторов для ее уплотнения.

В период твердения уложенного в стык бетона за ним необходимо осуществлять надлежащий уход с тем, чтобы обеспечить требуемый температурно-влажностный режим, предотвратить образование трещин, а также предохранить бетон от ударов, сотрясений и других динамических воздействий, ухудшающих качество стыка. Открытые поверхности замоноличенного стыка надо пред-



охранять от воздействия солнечных лучей и ветра поливкой или укрытием их влажными материалами.

Опалубку можно снимать после достижения бетоном (раствором) прочности 2,5 МН/см<sup>2</sup>, при которой обеспечивается сохранность поверхности и кромок забетонированного стыка при снятии опалубки. Ориентировочно продолжительность выдерживания, обеспечивающую требуемую прочность бетона (раствора) в стыках, можно принимать по данным табл. 4.

ТАБЛИЦА 4

ДАНИЕ О НАРАСТАНИИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА В СТЫКАХ.  
(ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА НА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ  
МАРОК 400 И 500 В % К ПРОЕКТОЙ ПРОЧНОСТИ — R<sub>28</sub>)

Средняя температура, °С	Сроки затвердевания бетона										
	в часах						в сутках				
	4	8	12	16	20	24	2	3	5	7	14
0	—	—	—	—	—	—	15	20	23	35	45
10	6	10	13	15	18	20	36	42	51	59	75
20	10	13	19	24	28	30	43	50	60	69	87
40	16	25	32	37	41	44	57	64	76	85	—
50	19	29	35	44	51	57	62	70	84	95	—
70	35	48	57	63	68	—	73	84	—	—	—
80	42	57	64	70	—	—	80	92	—	—	—

Распалубливание стыков между стеновыми панелями следует производить на 7-е сутки. По истечении указанного срока особый уход за стыками не требуется.

При замоноличивании стыков необходимо постоянно контролировать качество подготовки стыков (очистку стыкуемых поверхностей, правильность установки опалубки и др.), качество бетонной (растворной) смеси во время ее приготовления, транспортирования и укладки, а также прочность бетона (раствора). Обнаруженные после снятия опалубки дефекты (раковины, обнажения арматуры) расчищают и восстанавливают цементным раствором состава 1:2. Все этапы работ по замоноличиванию стыков фиксируют в специальном журнале.

Для обеспечения водонепроницаемости и повышения трещиностойкости стыков стеновых панелей емкостных сооружений между собой и с днищем НИИЖБ рекомендует замоноличивать их бетоном или раствором на напрягающем цементе нормального твердения (НЦ-Н), который твердеет на воздухе и в воде и, кроме того, способен расширяться.

Для замоноличивания стыков шпоночного типа рекомендуется применять цементно-песчаные растворы следующего состава (на 1 м<sup>3</sup> смеси): цемент НЦ-Н — 800 кг; песок речной с модулем крупности 2 по ГОСТ 8736—67 — 1200 кг; вода — 350 л. Количество воды уточняется в каждом конкретном случае с тем, чтобы была обеспечена требуемая подвижность раствора, соответствующая погружению конуса на 8—9 см. Для замоноличивания стыков панелей с днищем, а также стыков между ними шириной до 200 мм можно применять бетонную смесь следующего ориентировочного состава (на 1 м<sup>3</sup> смеси): цемент НЦ-Н — 600 кг; песок — 600 кг; щебень — 900 кг; вода — 270 л. Состав бетонной смеси уточняют применительно к имеющимся заполнителям, а количество воды — до получения подвижности смеси, соответствующей осадке стандартного конуса на 4—6 см. Бетонную смесь или раствор на бетонорастворомешалках (кроме вибросмесителей) следует готовить в такой последовательности: дозировка материалов; перемешивание и выдерживание НЦ с песком, увлажненным до 4—6% (от массы НЦ) в течение 4—5 мин; добавление крупного заполнителя (для бетонной смеси); затворение смеси водой и перемешивание в течение 3—4 мин; транспортирование и укладка смеси в стык.

Раствор, приготовленный на цементе НЦ-Н, укладывают в стык механизированным способом путем подачи его под давлением, для чего применяют смеситель С-868 производительностью 2—2,6 м<sup>3</sup>/ч, улучшающий подвижность смеси. Бетонную смесь, приготовленную на НЦ-Н, укладывают в стык обычными методами с применением для ее уплотнения глубинных или ножевых вибраторов. Смесь в вертикальные стыки укладывают ярусами высотой 1—1,5 м через закрывающиеся окна в опалубке стыка.

Распалубку стыков в зависимости от температуры окружающего воздуха производят через 1—3 суток. В целях обеспечения нормального протекания процессов твердения и расширения цемента НЦ открытые поверхности замоноличенного стыка периодически (в течение 5—10 сут) увлажняют водой или другим способом.

При замоноличивании стыков механизированным способом требуется обязательная зачистка торцов панелей пескоструйным аппаратом или металлическими щетками. Стыки заполняют раствором насосом С-885 производитель-



ностью 4 м<sup>3</sup>/ч. Могут быть использованы также растворонасосы типа С-317 производительностью 6 м<sup>3</sup>/ч, С-263 производительностью 3 м<sup>3</sup>/ч или другие насосы, проверенные в работе и обеспечивающие высокое качество

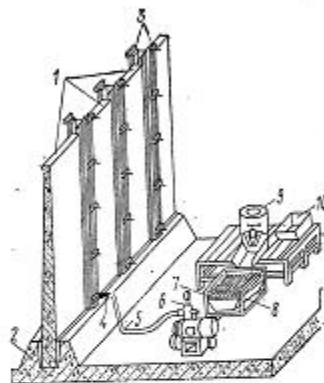


РИС. 71. УСТАНОВКА ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ЗАМОНОЛИЧИВАНИЯ СТЫКОВ МЕЖДУ СТЕНОВЫМИ ПАНЕЛЯМИ  
1 — сборные панели стен; 2 — монолитное днище; 3 — инвентарная опалубка стыков; 4 — сопло для нагнетания раствора; 5 — шланг; 6 — растворонасос; 7 — виброрито; 8 — присыпный бункер; 9 — передвижной смеситель С-868; 10 — баки для раствора

заделки стыка. Раствор в полость стыка подают снизу по резиновому шлангу, диаметр которого подбирают в зависимости от марки растворонасоса. К концу шланга прикрепляется металлическое сопло длиной 350 мм, отверстием 40 мм. Для активизации раствора и улучшения его перекачиваемости пользуются смесителем типа С-868. В целях обеспечения герметичности полости стыка при его заполнении раствором под давлением применяют специальную инвентарную опалубку шириной 300 мм с уплотнением по всей ширине щита пористой резиной (толщиной 30 мм). Перед установкой опалубки торцы панелей у стыков очищают от наплывов бетона. Для ввода инъекционного сопла в опалубку на высоте 250 мм от низа устраивают отверстие диаметром 45 мм. Щиты опалубки (нащельники) крепят к стеновым панелям при помощи инвентарных болтов, пропускаемых через зазор стыка.

Для обеспечения непрерывности работ необходимо подготавливать для заполнения одновременно максимальное количество стыков, исходя из наличия щитов инвентарной опалубки. Схема механизированной заделки стыков нагнетанием раствора приведена на рис. 71.

Раствор, применяемый для механизированного запол-

нения шпоночных стыков, должен обладать следующими свойствами: прочность в 28-дневном возрасте — не менее 30 МН/см<sup>2</sup>; подвижность раствора, определяемая путем погружения стандартного конуса, — в пределах 8—9 см; водоцементное отношение — 0,4—0,45. Для приготовления качественного раствора необходимо применять портландцемент марки не ниже 400, а в качестве заполнителя — чистый речной песок с модулем крупности 2. В целях улучшения подвижности раствора в него вводят пластифицирующие добавки, например сульфитно-спиртовую барду (ССБ). Добавки типа алюминиевой пудры способствуют расширению свежего раствора, благодаря чему уменьшается его усадка, лучше уплотняется и повышается его сцепление с торцами стыкуемых элементов. Состав раствора для механизированного замоноличивания стыков подбирают в каждом конкретном случае, однако может быть рекомендован следующий его состав (по массе в частях): цемент портландский марки 400—1; песок речной с модулем крупности 2—1,5 (ГОСТ 8735—65); вода — 0,45; алюминиевая пудра (ГОСТ 5491—50) в % от массы цемента — 0,015; сульфитно-спиртовая барда (ГОСТ 8518—57) по сухому веществу в % от массы цемента — 0,15. Раствор для заполнения готовят на растворном узле, причем перед загрузкой в бункер растворонасоса его подвергают активизации в смесителе на протяжении 1—1,5 мин. Раствор сгружают порциями через отверстие в крышке смесителя при включенном электродвигателе, заполняя при этом не более 3/4 емкости бака. Добавки ССБ, алюминиевой пудры и другие вводят в воду затворения на растворном узле. В тех случаях, когда это там сделать затруднительно, добавки вводят в процессе активизации раствора в смесителе. Раствор можно готовить также непосредственно в смесителе. При этом в смеситель при работающем электродвигателе вначале заливают воду с добавками, а затем загружают цемент и песок.

До загрузки бункера насоса раствором смачивают нагнетательный шланг, для чего прокачивают через него 1—2 ведра цементного молока. Активированный раствор загружают в бункер насоса через виброрито. Оставшееся в насосе и шланге цементное молоко сливают и при появлении из сопла густого раствора его устанавливают в инъекционное отверстие опалубки. При нормальной

работе установки давление по манометру на растворонасосе должно повышаться равномерно. Резкое увеличение давления свидетельствует о неполадках в работе установки. В этих случаях следует выключить растворонасос и устранить неполадки. Если при заполнении стыка произошла его разгерметизация, приведшая к утечке раствора из-под опалубки, следует выключить насос и подтянуть стяжные болты. При остановках до 10 мин дальнейшее заполнение стыка можно продолжать, а при более длительных остановках следует до исправления дефектов опалубки данного стыка перейти к заполнению следующих подготовленных стыков. Оставленный стык замоноличивают путем повторного нагнетания смеси, для чего на уровне первоначального заполнения устраивают новое инъекционное отверстие. Также поступают при длительной остановке насоса, вызванной нехваткой раствора или другими причинами.

Стыки заполняют до появления над верхней кромкой панелей раствора, после чего сопло нагнетательного шланга извлекают из инъекционного отверстия, которое затем закрывают деревянной пробкой. После окончания работы оставшийся раствор выкачивают из бункера насоса, затем всю систему тщательно промывают цементным молоком. Приемный бункер и смеситель очищают от остатков раствора, промывают вращающийся ротор и герметический затвор.

Стяжные болты для нарушения их сцепления с раствором через 1—1,5 ч после заполнения стыка проворачивают, а через 3 ч извлекают, после чего снимают опалубку. Отверстие от болтов сразу после снятия опалубки зачеканивают на всю глубину жестким раствором, приготовленным на расширяющемся или портландском цементе.

Для замоноличивания стыков в сборных емкостных сооружениях может быть применен также предложенный Харьковским Водоканалпроектом состав расширяющегося водонепроницаемого раствора на основе портландцемента. Раствор состава 1 : 3 (портландцемент марки 400 : песок) при водоцементном отношении 0,5 содержит специальные добавки в следующем количестве (в % от массы цемента, принятого за 100%): алюминиевый порошок — 0,01; сульфат алюминия — 2; хлористый кальций — 2; сульфатно-спиртовая барда (ССБ) — 0,15. Иногда для отделки поверхностей замоноличиваемых

стыков между стеновыми панелями, а также для отделки поверхности монолитных участков стен очистных сооружений производят их торкретирование с помощью цемент-пушки С-320А, а также затирку с железнением.

Для заделки стыков и торкретирования панелей цилиндрических емкостей иногда используют шприц-бетон. В отличие от торкрет-раствора для шприц-бетона применяют более крупный заполнитель — гравий до 25 мм. Использование шприц-бетона дает значительную экономию цемента, так как сокращает потерю раствора во время нанесения его из сопла на плоскость стен. Замоноличивание стыков стеновых панелей шприц-бетонной установкой отличается высокой производительностью и качеством работ. Шприц-бетонный слой более прочный и однородный, что обеспечивается тщательным перемешиванием сухой песчано-цементной смеси с водой. Для торкретирования наружных поверхностей стеновых панелей применяют шприц-бетонную машину типа С-630А московского завода «Специнструмент» производительностью по расходу сухих материалов — 4 м<sup>3</sup>/ч при дальности подачи: по горизонтали — до 70 и по вертикали до 30 м.

Наружные поверхности панелей цилиндрических сооружений торкретируют в два слоя. Первым слоем заполняют пустоты и зазоры между витками кольцевой арматуры или проволоки, а вторым покрывают ее и создают защитный слой 25—30 мм. Торкрет-раствор наносят при помощи передвижного автоподъемника снизу вверх (вертикальными захватками). При этом исключаются большие потери цемента от распыления, которые часто имеют место при торкретировании цемент-пушкой.

Применение крупного заполнителя в шприц-бетоне способствует меньшей подвижности смеси при укладке в сравнении с торкретированием и дает возможность за одну проходку уложить слой бетона толщиной до 50—60 мм. Набрызг бетона в стык начинают сразу и выполняют за 2—3 проходки по ярусам. Высота каждого яруса 1,5—1,6 м, а количество их зависит от высоты стеновых панелей.

Применение шприц-бетона позволяет снизить трудовые затраты и расход материалов на опалубку до 40—45%. Значительно сокращаются затраты ручного труда на транспортирование и укладку бетонной смеси и рас-

палубку конструкции. Этим методом можно также бетонировать струенаправляющие перегородки, например в камерах реакции.

#### НАВИВКА КОЛЬЦЕВОЙ АРМАТУРЫ И РАБОТЫ ПО ТОРКРЕТИРОВАНИЮ

Навивка на стены цилиндрических сооружений предварительно напряженной кольцевой арматуры повышает их прочность и водонепроницаемость. Навивку высокопрочной проволоки или арматуры на стены сооружений производят обычно при помощи специальных навивочных машин. Схема навивки кольцевой арматуры машины типа АНМ-5 приведена на рис. 72.

С помощью этой машины можно навивать высокопрочную проволоку диаметром до 5 мм на круглые стены сооружений высотой 4—8,5 м и диаметром 10—42 м. Наибольшее распространение на практике получили машины АНМ-5 и АНМ-5М (модернизированная). Для навивки арматуры на сооружения большого диаметра (13—80 м) ЭКБ Миннефтегазстрой разработана машина АНМ-12.

К навивке кольцевой арматуры приступают после достижения бетоном стыков прочности, указанной в проекте. Перед навивкой необходимо выполнить следующие подготовительные работы: для проходки колес навивочной машины выровнять цементным раствором кольцевую полосу покрытия у его края шириной 200—300 мм; устроить временное защитное ограждение вокруг сооружения, обеспечив вокруг него (на всю высоту) необходимую свободную зону; удалить с наружной поверхности стены наплывы бетона, а поверхность подвергнуть гидropескоструйной обработке. Навивку проволоки следует производить сверху вниз непрерывной спиралью в строгом соответствии с проектом, тщательно закрепляя витки.

При многослойной навивке каждый последующий ряд арматуры разрешается навивать только после приобретения защитным торкретным покрытием предыдущего слоя прочности не менее 5 МН/см<sup>2</sup>. Сила натяжения арматуры не должна отличаться от указанной в проекте более чем на ±10%. Натяжение проволоки измеряют механическим прибором конструкции ЭКБ Мин-

нефтегазстрой в начале навивки (до получения проектного натяжения) и дальше периодически через каждые пять витков в моменты остановки машины для постановки зажимов при промежуточном закреплении навитой арматуры.

В случае обрыва проволоки или арматуры необходимо сбросить ослабленные витки (до ближайших зажимов) и заново произвести навивку. Сращивать концы проволоки необходимо на специальном станке, используя стальную канатную или пружинную проволоку диаметром 0,8—1,2 мм по ГОСТ 7372—66\* и ГОСТ 9389—60\*.

Работы по торкретированию производят с применением пневморастворонасосов, реконструированных на прямоточные, или цемент-пушек. Для защиты промежуточных слоев многослойной кольцевой арматуры лучше использовать пневморастворонасосы. Торкрет-раствор следует применять состава 1 : 2 (цемент : песок) по массе, если песок с модулем крупности менее 2, и 1 : 3, если

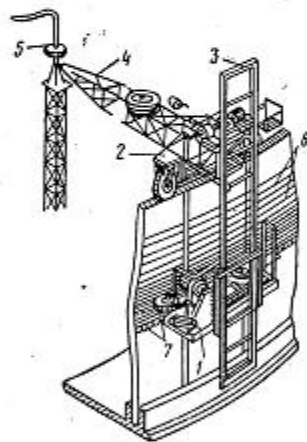


РИС. 72. НАВИВКА КОЛЬЦЕВОЙ АРМАТУРЫ НА СТЕНОВЫЕ ПАНЕЛИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ НАВИВОЧНОЙ МАШИНОЙ АНМ-5  
1 — нижняя подвесная тележка; 2 — верхняя тележка; 3 — лестница, служащая для опускания подвесной тележки; 4 — стрела, закрепленная в центре сооружения; 5 — колонна-стойка с осью для вращения стрелы; 6 — навивка арматуры; 7 — ведущая шестерня и шарнирные цепи

песок с модулем крупности более 2. При нанесении раствора пневморастворонасосом он должен иметь  $V/C = 0,4—0,47$  (с учетом влажности песка) и осадку конуса 5—6 см.

Наносить торкрет-раствор следует слоями не более 15 мм снизу вверх, во избежание забрызгивания подлежащей торкретированию поверхности. Выполненное торкретное покрытие при простукивании не должно изда-



вать глухого звука и иметь видимых усадочных трещин. Наличие глухого звука свидетельствует о плохом сцеплении торкретного слоя с основанием. Обнаруженные дефектные участки следует удалить, поверхность вновь подвергнуть гидropескоструйной обработке, после чего нанести на нее новый слой торкрет-раствора.

#### **ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА КОНСТРУКЦИЙ, ЗАМОНОЛИЧИВАНИЯ СТЫКОВ И ТОРКРЕТИРОВАНИЯ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ**

При круглогодичном монтаже конструкций очистных сооружений наиболее сложным является надежное стыкование сборных элементов между собой в зимнее время. В зимних условиях производства работ труднее осуществлять монтаж конструкций и замоноличивание стыков.

Используемые при замоноличивании стыков сооружений бетон и цементный раствор твердеют только при положительных температурах или при наличии противоморозных добавок, понижающих точку замерзания воды. Это осложняет монтажные работы, так как при заделке стыков в зимнее время бетон (раствор) быстро охлаждается и замерзает. Поэтому необходимо применять такие способы выдерживания бетона после укладки, которые обеспечивали бы достижение им к моменту замерзания требуемой прочности и плотности (водонепроницаемости). Выдерживание замоноличенного стыка обеспечивается посредством электропрогрева или пропаривания. Способ выдерживания выбирают в зависимости от температуры наружного воздуха, наличия необходимых материалов и оборудования на стройке. Если сооружения заполняют водой в зимнее время, то ответственные водонапорные стыки следует обогревать до достижения бетоном 100% проектной прочности, а остальные до 70%. Данные об относительной прочности бетона (раствора) в зависимости от температуры и сроков твердения см. в табл. 4.

Для обеспечения должного качества стыков и соответственно качества сборных очистных сооружений, возводимых в зимнее время, большое значение имеет быстрота и точность монтажа сборных элементов. Произведенные производственные наблюдения показывают, что горизонтальный стык в крупнопанельных сооружениях

получается зимой хорошего качества в том случае, если панель устанавливают на пластичный раствор, который обжимает ее и равномерно заполняет шов. При температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  уложенный раствор через 5—7 мин замерзает, и, если в течение этого времени элемент не будет установлен, необходимое обжатие раствора не будет достигнуто. Это снижает его водонепроницаемость, а при оттаивании раствора панель получает повышенную осадку, что приводит к появлению трещин в вертикальных стыках между смежными элементами.

Недоброкачественный горизонтальный шов получается также, если панель устанавливают в проектное положение неточно, вследствие чего ее приходится снимать и ставить заново. Между тем при сильных морозах на нижней поверхности монтируемой панели или на постели раствор замерзает быстро и должного обжатия не получает. Поэтому при повторной установке панели раствор с ее нижней поверхности следует полностью удалить, а растворный слой на постели заменить. Указанных трудностей можно избежать, если применять растворы, которые твердеют на морозе медленно и не замерзают. Это растворы с небольшим количеством противоморозных добавок: поташа или нитрата натрия. Растворы с этими добавками при тех же температурах сохраняют пластичное состояние на протяжении 10—20 мин, а этого вполне достаточно для установки панели в проектное положение.

Монтаж сборных конструкций затрудняется, если сборные элементы загрязнены снегом, промерзшим мусором или имеют обледенелые стыкуемые поверхности. Монтировать такие элементы нельзя, ибо не будет обеспечено их надежное сцепление с бетоном замоноличивания. Необходимо поэтому тщательно очистить стыкуемые поверхности элементов, пристывший к ним лед следует удалить, учитывая, что если до установки элемента в проектное положение очистку стыкуемых поверхностей можно выполнить довольно легко, то после установки это сделать часто бывает очень трудно.

При замоноличивании стыков в зимнее время особое внимание следует обращать на подбор состава и технологию приготовления бетона или раствора. Практика показывает, что в стык легко и быстро можно уложить только пластичную смесь. Поэтому смесь для заделки стыков в зимнее время следует готовить из высокопроч-



ных портландцементов и качественных заполнителей. Такие бетонные смеси за 28 сут при температуре 0°C набирают прочность, равную 70—80% проектной, между тем как бетоны, приготовленные из некоторых видов шлакомагнезитового или шлакопортландцемента, при аналогичной температуре за 28 сут не набирают и 20% проектной прочности.

Причиной неудовлетворительной заделки стыка в зимнее время часто является плохое качество бетона или раствора в момент укладки. При отрицательных температурах ухудшаются некоторые показатели даже у тщательно отдозированной и хорошо приготовленной бетонной смеси. Происходит это по различным причинам, в том числе из-за попадания в смесь большого количества снега или излишне долгого хранения ее в закрытом ящике, вследствие чего смесь начинает схватываться до укладки в стык.

Много трудностей при монтаже сборных очистных сооружений зимой возникает при выдерживании бетона в стыках. При сильных морозах небольшой объем бетона (раствора) в стыках быстро остывает, поэтому необходимо в начальный период выдерживания начать прогрев до достижения смесью температуры 0°C. Учитывая, что преждевременное охлаждение бетона в стыках значительно затрудняет его электропрогрев, следует предусматривать мероприятия, способствующие поддержанию необходимой температуры смеси (регулирование напряжения при электропрогреве, утепление стыка, повышение марки бетона и т. п.).

Если температура наружного воздуха ниже расчетной, т. е. ниже температуры, на которую рассчитана дозировка противоморозных добавок, стыки необходимо утеплять и, кроме того, предохранять неопалубленную поверхность бетона от потерь влаги. Проведение этих мероприятий несколько усложняет производство работ, но оно необходимо для обеспечения надлежащего качества бетона заделки в стыках.

Для обеспечения высокого качества стыков сборных железобетонных элементов емкостей, заделываемых в любых температурных условиях и в особенности на морозе, необходимо тщательно продумывать организацию и производство работ на всех этапах, начиная с момента приготовления бетонной смеси и заканчивая распалубкой стыка.

Замоноличивание стыков зимой можно производить следующими основными способами их заделки: с обогревом различными способами; с разогревом смеси; с замораживанием в раннем возрасте. Каждый из указанных способов имеет свои достоинства и недостатки и применим для заделки определенного вида стыков. Универсального способа заделки стыков на морозе не существует. Поэтому при выборе способа в каждом конкретном случае учитывают тип стыка, объем его полости, конфигурацию, насыщенность арматурой и характер ее расположения, условия работы стыка, требования к бетону в период эксплуатации сооружения и, наконец, производственные возможности и температурные условия района строительства сооружений.

В связи с тем что стыки в очистных сооружениях работают часто в агрессивных средах и почти всегда в условиях повышенной влажности, применять для их замоноличивания бетоны или растворы с противоморозными добавками не рекомендуется. Бетоны и растворы с противоморозными добавками можно использовать только для заделки неответственных «сухих» стыков, причем при условии, если отсутствуют арматурные выпуски и закладные детали, ибо такие добавки, как, например, хлористые кальций и натрий, вызывают их интенсивную коррозию.

Для обогрева бетона в стыках применяют нагревательные устройства и приборы, источником тепла в которых является спираль из нихромовой или железной проволоки, по которой пропускают переменный электрический ток напряжением 36—110 В. Используют трубчатые теплоэлектронагреватели (ТЭНы), электроцилиндры, отражательные печи или печи сопротивления, жесткие и мягкие греющие опалубки. Во избежание пересушивания бетона его поверхность укрывают слоем пароизоляции с применением полиэтиленовой пленки, прорезиненной ткани, тонкого стального листа и т. п. Температура нагревателей может быть достигнута практически любая, однако их следует размещать на таком расстоянии от стыка или же помещать в специальные кожухи-отражатели, чтобы температура поверхностного слоя бетона не превышала 80°C.

Способ замоноличивания стыков на морозе с обогревом стыкуемых элементов наиболее эффективен при заделке вертикальных стыков с замкнутой полостью, на-

пример, стыков шпуночного типа между стеновыми панелями в емкостях. При таких стыках значительно легче прогреть их полости, чем потом бетон заделки. Обычно стыкуемые поверхности прогревают с помощью электронагревателей или воздушных калориферов.

При обогреве бетона стыкуемых элементов нельзя допускать резкого повышения температуры, так как это может привести к образованию в них трещин. Максимально допустимая температура не должна превышать 105°C. Применение этого способа при заделке стыков в зимнее время обеспечивает, как показывает опыт, благоприятные условия в зоне контакта для надежного сцепления бетона заделки с поверхностью стыкуемых элементов.

Способ электрообогрева бетона в стыках основан на том, что свежесуложенный бетон является проводником электрического тока. Будучи включенным в электрическую сеть и обладая сопротивлением, он нагревается при прохождении через него тока. Ток к бетону стыка подводят с помощью различного типа электродов, устанавливаемых непосредственно в бетон или на его поверхность. Во избежание пересушивания бетона в стыках и особенно в непосредственной близости от электродов, температуру прогрева ограничивают пределами 70—80°C. Необходимые мощности для прогрева бетона и рациональную схему расстановки электродов подбирают в соответствии с указаниями «Руководства по

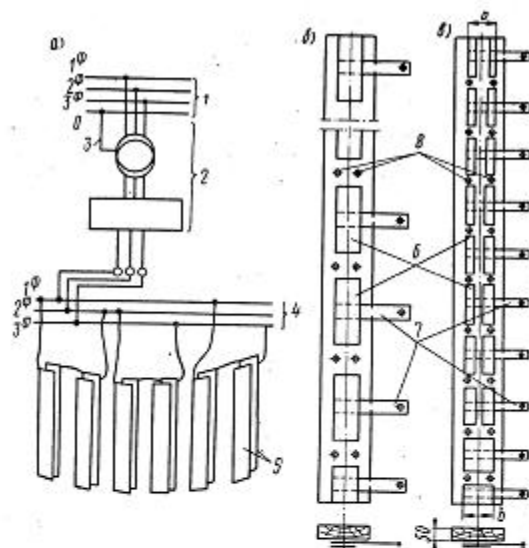


РИС. 73. ЭЛЕКТРОНАГРЕВ БЕТОНА В СТЫКАХ МЕЖДУ СТЕНОВЫМИ ПАНЕЛЯМИ СООРУЖЕНИИ

*a* — схема коммутации электродов при прогреве бетона в стыках; *б* — схема размещения пластинчатых электродов на опалубке для панелей постоянной толщины; *в* — то же, для панелей переменной толщины; 1 — силовая сеть напряжением 380 В; 2 — понижающий трансформатор с распределительным щитом; 3 — заземление корпуса; 4 — шины софитов; 5 — электроды на опалубке; 6 — электроды из кровельной стали; 7 — токоподводящие полосы из кровельной стали; 8 — отверстия для крепления к опалубке

электропрогреву бетонных и железобетонных конструкций и изделий» (Стройиздат, 1964 г.). Практический опыт электропрогрева бетона в стыках показывает, что этот способ обеспечивает наилучшее качество прогрева и наиболее экономичен по расходу электроэнергии. Электропрогрев бетона в вертикальных стыках выполняется с помощью стержневых электродов диаметром 4—6 мм, нашивных электродов и стальной сетки, а также струнных плоских электродов.

Схема электропрогрева бетона в стыках между стеновыми панелями приведена на рис. 73.

Примерные величины силы тока, требуемой мощности и расхода электроэнергии при электропрогреве бетона дна и стыков приведены в табл. 5.

Скорость подъема температуры бетона при электропрогреве не должна превышать 15°C в ч. В процессе прогрева температура в верхних слоях бетона должна

ТАБЛИЦА 5  
ПАРАМЕТРЫ СИЛЫ ТОКА, МОЩНОСТИ И РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ  
ПРИ ПРОГРЕВЕ 1 м<sup>3</sup> БЕТОНА

Параметры	Единица измерения	Бетонная подготовка или дна	Стыки между стеновыми панелями (постоянной и переменной толщины)	Стыки прямо-угольного сечения между плоскими панелями покрытия и стыки дна	Стыки между ребристыми панелями покрытия, азора между стеновыми панелями и стеном паз фундамента
*Сила тока . . . . .	А	135	150	170	185
Мощность . . . . .	кВт	13	14,5	16	13
Расход электроэнергии . . . . .	кВт·ч	350	400	340	375

составлять 65—75°C, а в нижних 50—60°C. При температуре нижних слоев бетона 60°C продолжительность прогрева равна 10 ч, а при температуре 50°C — 14 ч. По окончании прогрева по указанному режиму прочность бетона составляет 65—70% проектной, а через 28 сут твердения при положительной температуре — 100% проектной прочности.

Замоноличивать стыки методом замораживания можно лишь при заделке неотчетственных стыков, к которым не предъявляются повышенные требования по прочности и водонепроницаемости.

На качество стыков сборных элементов очистных сооружений большое влияние оказывает точность монтажа конструкций и чистота стыкуемых поверхностей. В свою очередь точность монтажа во многом зависит от качества сборных элементов и соответствия их размеров проекту. Чистоту стыкуемых поверхностей обеспечивают правильным хранением элементов, при котором не допускается их загрязнение и обледенение.

При выдерживании уложенного бетона наиболее ответственным является контроль за его температурой, которую обычно измеряют через каждый час техническими термометрами или термометрами сопротивления и термопарами. Прочность бетона в несущих стыках проверяют испытанием контрольных кубиков, приготовленных из того же замеса, что и бетон стыка, и прогретых по аналогичному с ним температурному режиму.

Работы по торкретированию поверхностей зимой разрешается производить при температуре наружного воздуха не ниже —20°C. Цемент-пушка или пневморастворонасосы, приемные бункера для сухой смеси или раствора, расходный бак для подогрева воды следует размещать на специально оборудованных утепленных установках на колесах или санях. Все трубы и шланги также должны быть утеплены. «Сухой» торкрет-раствор цемент-пушкой можно наносить при температуре воды в расходном баке 50—70°C, а «мокрый» — пневморастворонасосом при температуре раствора не ниже 20°C.

Перед нанесением торкрет-раствора поверхность должна быть очищена и нагрета до температуры не менее 10°C, а в дальнейшем при торкретировании температура ее должна быть не ниже 50°C. Прогрев поверхности, а также торкрет-штукатурки лучше всего производить в сборно-разборных или передвижных тепляках

теплым воздухом. При производстве работ внутри сооружения можно применять газовые горелки инфракрасного излучения. Температура воздуха в тепляке у поверхности торкрет-штукатурки не должна превышать 20°C, а при использовании газовых горелок 35°C. Прогрев должен обеспечить приобретение торкрет-раствором прочности не менее 5 МН/см<sup>2</sup>. При прогреве его газовыми горелками необходимо измерять температуру каждые 30 мин, а при прогреве в тепляках — два раза в смену. В случае, если в зимнее время не будет производиться торкретирование стен сооружения, навивку кольцевой арматуры выполнять запрещается.

При производстве работ в зимний период строящиеся сооружения должны быть утеплены подручными недорогими материалами (необрезные доски, шлак, опилки и т. п.). Утепление сооружений позволяет, во-первых, предохранить уже возведенные конструкции от повреждения и, во-вторых, создать необходимые условия для продолжения работ.

## Глава VI. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

### ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Травматизм при монтаже конструкций очистных сооружений в большинстве случаев происходит из-за нарушения технологии монтажа, отступлений от обязательных правил техники безопасности, недостаточного знания этих правил. Несчастный случай из-за отступления от правил техники безопасности может произойти: на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах; при строповке, подаче и расстроповке сборных элементов; при неправильном выборе монтажного крана, неправильной его установке и эксплуатации; на сварочных работах; при использовании монтажного инструмента и приспособлений, не соответствующих технологии монтажа, предусмотренной проектом; при производстве работ по навивке высокопрочной проволоки и арматуры; заделке стыков и торкретированию поверхности.



Поэтому до начала монтажа сооружений должен быть тщательно изучен проект производства работ (ППР), в котором приводятся мероприятия и решения, обеспечивающие безопасные методы труда на монтажных работах. В ППР даются конкретные указания о правилах строповки и грузозахватных приспособлениях, об опасных зонах, границах передвижения монтажного крана, об очередности и совмещении работ, о личных средствах защиты и спецодежде, режиме работающих, о специальных требованиях при монтаже в зимнее время, об освещенности рабочих мест во вторую и третью смены и об обеспеченности санитарно-бытовыми помещениями. Поскольку при возведении очистных сооружений монтажные работы ведутся на высоте более 1,5 м, они считаются высотными и к ним предъявляются все требования техники безопасности при высотных работах: обеспечение поясами, веревками, канатами, ограждением, защитными настилами.

Рабочие с признаками заболевания нервной системы, психическими расстройствами, так называемой «боязнью высоты» к монтажным работам на высоте не допускаются, поэтому ежегодно они должны проходить медицинские осмотры. Машинисты кранов, строповщики, сигнальщики и сварщики (профессии номенклатуры Госгортехнадзора) обязаны пройти обучение по специальной программе и сдать экзамен, после чего они получают специальное удостоверение, устанавливающее их квалификацию и вид работ, которые они могут выполнять. Монтажники со стажем работы менее года и имеющие разряд ниже 3-го к работе не допускаются.

Вновь поступающие на монтажный участок рабочие должны пройти общий инструктаж по технике безопасности и инструктаж непосредственно на рабочем месте. Монтажная организация обеспечивает рабочих спецодеждой и спецобувью необходимых размеров, а также средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых монтажных работ.

Установка и эксплуатация монтажных кранов, тельферов, полиспастов, блоков, лебедок, а также грузозахватных приспособлений (строп, траверс, захватов) должны производиться в соответствии с требованиями действующих Правил Госгортехнадзора.

## ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ КОНСТРУКЦИЙ СООРУЖЕНИЙ

В целях безопасности ведения монтажных работ очень важно правильно подобрать и расположить монтажный кран. В случае его расположения на откосе котлована обязательно следует проверить степень его устойчивости в зависимости от характеристик грунта, глубины котлована и схемы передачи давления краном на грунт. Откос при этом должен быть абсолютно устойчив при воздействии наибольших нагрузок от крана. Если в откосах котлована возникли трещины, угрожающие обвалом, необходимо до начала монтажа ликвидировать опасное положение.

Подачу конструкций к месту установки следует производить навстречу основному направлению перемещения монтажников, а зона передвижения стрелы крана не должна покрывать рабочие места монтажников. Перемещение кранов с грузом над работающими категорически запрещается. Рабочую зону крана необходимо оградить с установкой предупреждающих щитов. Принятая технология монтажа не должна допускать нахождения работающих в зоне стрелы крана. Наиболее удачна технология монтажа при постоянном вылете стрелы и по возможности минимальном числе передвижек крана. Для этого необходимо тщательно продумать места расположения механизма, места разгрузки транспорта, организацию складов и т. д.

При подъеме элементов большое значение имеет правильное определение мест строповки. Стropовку стеновых панелей и других элементов необходимо производить за монтажные петли и так, чтобы они подавались к месту установки в положении, близком к проектному. Для строповки следует использовать инвентарные стропы, оборудованные коушами и крюками с запирающимися приспособлениями.

К строповке сборных элементов допускаются рабочие старше 18 лет, прошедшие медосмотр и специальное обучение, сдавшие экзамены и получившие удостоверение. Нельзя допускать кого-либо вместо себя к строповке элементов без разрешения бригадира или мастера. Следует немедленно сообщать мастеру или прорабу о всех замеченных неисправностях, представляющих опасность для монтажников.



Для подъема стеновых панелей и других элементов, имеющих монтажные петли, следует применять двухконцевой захват. При монтаже плит покрытия больших размеров и больших тонких перегородок необходимо применять траверсы. Однако при этом следует учитывать, что использование траверс требует повышенного внимания монтажников, особенно при монтаже емкостных сооружений, имеющих выступающие части в виде колонн, консолей и т. д.

При монтаже элементов должны применяться полуавтоматические стропы, стропы с замком или других типов, позволяющие производить расстроповку с земли или рабочего места монтажников. Применение универсальных облегченных и других строп, при снятии которых монтажники должны находиться на месте зацепления, может быть допущено лишь временно, до замены их полуавтоматическими.

Монтируемое сооружение или его часть ограждают предупредительными знаками. В пределах ограждений не допускаются никакие другие работы, кроме монтажных. При производстве монтажных работ двумя кранами, расположенными с одной или с двух сторон емкостного сооружения, принимают меры к предотвращению столкновения кранов или ударов стрелами при поворотах.

Монтажники, принимающие или устанавливающие балки, ригели и плиты покрытий сооружений, работают с предохранительными поясами. Пояса и веревки должны быть испытаны и ежедневно перед работой осматриваться. Подачу перечисленных элементов покрытий следует производить так, чтобы не было необходимости при этом монтажникам переходить на стенку. Работа монтажников стоя на стене сооружения запрещается.

Перед подъемом элементы очищают от грязи, снега, наледи. Подъем сборных элементов и конструкций, засыпанных землей, снегом или примерзших к земле, не допускается. Конструкции, перемещаемые краном, необходимо удерживать от раскачивания оттяжками. При подъеме элементов в горизонтальном положении (плиты, балки, ригели, лотки и т. п.) применяют парные оттяжки, прикрепляемые к обоим концам элемента.

Подъем элементов, имеющих массу, близкую к предельной грузоподъемности крана для данного вылета крюка, должен производиться в два приема: вначале эле-

мент поднимают на высоту 10 см, а затем (после проверки в таком положении устойчивости и надежности тормозов крана) — на полную высоту. Запрещается подтаскивать и волочить сборные элементы кранами или же оставлять элементы на продолжительное время подвешенными на крюке крана. Изменять вылет стрелы с подвешенным грузом разрешается только в пределах грузоподъемности крана при данном вылете крюка. При горизонтальном перемещении элемент должен быть поднят не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути препятствий.

В случае неправильного положения поднятого элемента его следует опустить и перестропить. Нельзя восстанавливать равновесие при помощи оттяжек или массы своего тела. Подъем и опускание элемента надо производить плавно, без рывков. При опускании его необходимо следить, чтобы тросы не защемлялись грузом и легко снимались. Перед подъемом надо проверить габариты и массу устанавливаемых конструкций. При подъеме и установке элементов следует находиться в том месте и выполнять те операции, которые указаны бригадиром или мастером.

При монтаже сооружений башенным краном необходимо обеспечить правильное устройство и постоянную исправность подкрановых путей. Расстояние от подкранового пути до бровок котлованов и траншей определяют расчетом. На концах подкрановых путей обязательно устраивают упоры, рассчитанные на восприятие удара крана, движущегося с предельным грузом. Работа кранов при ветре силой более шести баллов (скорость от 10 до 12 м/с) должна быть прекращена, а кран закреплен противоугонными приспособлениями. При более сильном ветре (более 15 м/с) необходимо дополнительно закрепить кран в соответствии с инструкцией для данного типа кранов.

При монтаже элементов захватные приспособления не следует снимать до тех пор, пока элемент не будет установлен на место окончательно с полной его выверкой. Разрешение на снятие захватных приспособлений дает руководящий работами — старший монтажник. Передвижка элементов после их установки запрещается. Раствор под устанавливаемый элемент расстилают до подачи последнего.

При подъеме элементов следует организовать соот-

ветствующую сигнализацию — звуковую (голосом) или знаковую (сигнал рукой или флажками).

Все сигналы машинисту крана, а также рабочим на оттяжках подаются только одним лицом — бригадиром монтажников. Рабочие, монтирующие конструкции, могут подавать только один сигнал — немедленного прекращения работы крана, если продолжение работы может привести к аварии. Крановщик каждый не понятый им сигнал должен считать сигналом для остановки крана.

На монтажной площадке заранее устанавливают порядок обмена сигналами между монтажниками и крановщиком.

Монтаж стеновых панелей с опорной «пятой» может производиться без особого временного их крепления. После установки первых 4—5 плоских стеновых панелей в цилиндрических сооружениях, а также 4—5 таких панелей после каждого проема в стене их обязательно следует временно раскреплять при помощи инвентарных устройств (струбцин, подкосов и т. п.). Следующие панели после выверки следует раскреплять приваркой выпусков или закладных деталей к соседним ранее установленным панелям. При монтаже плоских панелей прямоугольных сооружений, а также колонн необходимо раскреплять каждый элемент. Временные связи, расчалки, кондукторы, подкосы, струбцины и т. п. разрешается снимать только после закрепления стеновых панелей и колонн постоянными (проектными) связями и достижения бетоном замоноличивания стыков не менее 70% проектной прочности.

#### **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СВАРКЕ И ЗАМОНОЛИЧИВАНИИ СТЫКОВ, НАВИВКЕ КОЛЬЦЕВОЙ АРМАТУРЫ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТАХ**

К производству сварочных работ могут быть допущены сварщики, прошедшие специальные испытания. Рабочее место сварщика должно быть хорошо организовано, т. е. устроены прочные подмости и люльки, обеспечена подача электродов, предусмотрена защита от дождя, ветра, снега. При работе на высоте следует особое внимание обратить на то, чтобы подмости не перегру-

жались вспомогательными материалами и имели сплошной настил с бортовым ограждением досками, исключая падения вниз инструментов и электродов.

Во время сварки необходимо защитить глаза как самого сварщика, так и рядом работающих от действия яркого света электрической дуги, а также искр. Для этого применяют специальные шлемы и щитки и не допускают к рабочему месту сварщика посторонних лиц. Сварочный кабель должен быть хорошо изолирован. Особо опасно расположение плохо изолированного кабеля около рабочих тросов. При коротких замыканиях может произойти перегрев троса и падение удерживаемой им конструкции.

При работе с электрическим сварочным инструментом на сварке полимержелезобетонных конструкций в емкостях необходимо соблюдать основные правила электробезопасности (сварочный инструмент должен быть заземлен). При сварке в сырых местах сварщик должен пользоваться полиэтиленовым или резиновым ковриком. Питание электроинструментов, требующих напряжения 36 В, необходимо осуществлять при помощи понижающих трансформаторов или от сети пониженного напряжения, питаемой стационарным трансформатором. Запрещается применять дроссельные катушки и реостаты. Инструменты напряжением более 36 В следует присоединять к цепи при помощи шланговых проводов, а все токоведущие провода должны быть заключены в общий резиновый шланг. Подводку к нагревателям осуществляют теплостойкими проводами.

В процессе полимерной сварки стыков в полимержелезобетонных конструкциях нельзя заглядывать в канал нагревательной трубки, так как в случае нарушения теплового режима сварки возможен выброс расплавленной массы давлением газа, выделяемого при деструкции полиэтилена. Во избежание ожогов рук при работе со сварочным инструментом следует надевать рукавицы, предохраняющие сварщика от случайных соприкосновений с нагретыми деталями инструментов и расплавленным полиэтиленом.

Машинисты и рабочие, обслуживающие механизмы и выполняющие работы по замоноличиванию стыков, должны пройти специальный инструктаж. При подключении растворонасоса и смесителя к электросети необходимо руководствоваться «Правилами устройства элект-

роустановок» и «Правилами безопасности при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий».

Рабочее место и проходы вокруг нагнетательных механизмов должны быть свободны от посторонних предметов. При работе механизмов запрещается производить их очистку и смазку, а также ремонт при включенном двигателе. Запрещается начинать и продолжать работу в случае обнаружения неисправности. Все механизмы необходимо надежно заземлить.

Механизмы и трубопроводы для транспортирования раствора под давлением следует после монтажа установки и в последующем не ранее чем через каждые три месяца подвергать гидравлическому испытанию давлением, превышающим в 1,5 раза рабочее. Запрещается удалять пробку из шланга без защитных очков. Перед началом смены необходимо ежедневно проверять на растворонасосе исправность манометров. Пробки, образовавшиеся в растворонасосе, трубопроводах и шлангах, можно удалять только после снятия давления в системе. Перед продувкой трубопроводов сжатым воздухом рабочие, не занятые непосредственно этой работой, удаляются из рабочей зоны на расстояние не менее 10 м.

Перегибать шланги, по которым транспортируется раствор, запрещается. Для прохода рабочих над трубопроводами следует устраивать мостики. Не допускается разбирать и ремонтировать растворонасосы и трубопроводы, находящиеся под давлением, а также затягивать их сальники и фланцевые соединения. Закреплять гибкие трубопроводы (шланги) на штуцерах растворонасосов следует хомутами на болтах. Запрещается применять для этой цели проволоку. Моторист, обслуживающий растворонасос, должен быть связан звуковой или световой сигнализацией с рабочими местами, где замоналичиваются стыки.

Для безопасного производства работ при навивке кольцевой арматуры и защите ее торкрет-раствором необходимо установить временное ограждение опасной зоны, в пределах которой может произойти травмирование рабочих в результате обрыва навивной арматуры. Ограждение, высота которого устанавливается в зависимости от ширины опасной зоны, устраивают из стандартной рулонной сетки с ячейками 200×200 мм при диаметре стержней не менее 5 мм. Ограждение делают высотой не менее 2,5 м при ширине зоны более 3 м. На ограж-

дении вывешивают плакаты: «Опасная зона! Проход и проезд запрещен».

Всех работающих на стройплощадке предупреждают об опасности поражения при обрыве проволоки и о запрещении прохода в опасную зону. В нее могут входить только оператор арматурно-навивочной машины, его помощники и только те рабочие, которые после навивки выполняют торкретные работы и вспомогательные операции. Все они должны пройти специальный инструктаж. В опасной зоне запрещается размещать временные сооружения, механизмы, кроме предусмотренных проектом производства работ (ППР), а также воздушные электролинии. К работам по навивке кольцевой арматуры допускаются лица, обученные профессии оператора навивочной машины или его помощника.

До начала монтажа машины в покрытии резервуара необходимо закрыть все отверстия деревянными щитами. Бухты проволоки к машине разрешается подавать на покрытие только в периоды остановки машины и после закрепления ранее навитых витков.

Перед началом навивки машину следует обязательно откатить несколько раз вхолостую. В процессе движения машины обслуживающий персонал должен находиться на своих рабочих местах. При работе машин марок АНМ-5М; АНМ-5; АНМ-7 запрещается находиться на лестнице или нижней тележке и производить осмотр либо регулировку машины на ходу.

Замеры натяжения выполняются одним лицом, находящимся на нижней тележке, а все остальные рабочие в это время находятся на покрытии резервуара или вне опасной зоны. Это же требование выполняют и при закреплении витков зажимами. Витки закрепляются одним лицом, находящимся в люльке нижней тележки неработающей машины или на земле у резервуара. При прохождении стыка двух концов проволоки необходимо снижать скорость движения машины и внимательно следить за проходом стыка через механизмы машины.

Площадку и сооружение, на котором производится навивочные работы, необходимо хорошо осветить. Проход или проезд через опасную зону разрешает только машинист навивочной машины во время ее остановки и после закрепления витков ранее навитой арматуры. В случае производства сварочных работ вблизи резер-



вуара необходимо защитить проволоку от попадания на нее брызг металла и искр.

Места варки и разогревания мастики следует удалить от временных деревянных строений в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Котлы для варки мастики устраивают с уклоном в сторону, противоположную топке, оборудуют металлическими, плотно закрывающимися крышками. Возле котлов должны находиться пенные огнетушители, сухой песок и металлические совковые лопаты. Рабочие, занятые на работах по варке, разогреванию и переноске горячих мастик, до начала работ проходят соответствующий медицинский осмотр, а также инструктаж мастера: о способах разгрузки котлов; об опасности попадания воды в котел (что может привести к выбросу горячей массы из котла); о способах варки, разогревания и порядке выгрузки; о мерах предосторожности против воспламенения мастики и способах ее тушения.

Рабочие настилы и проходы, по которым доставляется мастика, а также рабочие места изоляторов должны поддерживаться в чистоте и ежедневно осматриваться мастером перед началом работ. При производстве изоляционных работ необходимо принимать меры против попадания горячей мастики на кожу лица и рук, используя для их защиты маски с очками и рукавицы.

## **Глава VII. ИСПЫТАНИЕ И ПРИЕМКА ПОСТРОЕННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

### **ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СООРУЖЕНИЙ К ПУСКУ, ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИХ ИСПЫТАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ**

Период пуска и наладки комплекса водопроводных и канализационных очистных сооружений чрезвычайно сложный, ответственный и трудоемкий, он требует безукоризненной четкости действий обслуживающего персонала, хорошего знания проекта станции и технологии очистки питьевой воды или поступающих стоков.

До начала пусконаладочных работ очень важно правильно разбить комплекс очистных сооружений на очереди пуска. Пуск сооружений производится по мере их

готовности, чаще всего по очередям строительства, предусмотренным проектом организации строительства.

После определения состава пускового комплекса сооружений водоочистой станции приступают к пусконаладочным работам, в процессе которых выявляются и устраняются строительные-монтажные дефекты, загружаются фильтры, если они не были загружены в период их строительства, осуществляется поверочный расчет сооружений, технологическая наладка отдельных объектов и всего комплекса.

Строительная или техническая готовность водоочистой станции или ее очереди к пуску устанавливается в натуре проверкой параметров, заданных рабочими чертежами, и требований, предъявляемых к качеству строительства и монтажа. При этом производят: детальный осмотр сооружений и проверку их характерных размеров и отметок; поверочный расчет сооружений исходя из фактических замеров; гидравлическое испытание сооружений; выявление и устранение строительных-монтажных и проектных дефектов и недоделок.

Проверку соответствия высотного расположения сооружений и их размеров рабочим чертежам необходимо производить постоянно, на протяжении всего строительства станции. К основным параметрам, подлежащим предпусковым замерам, относятся: габариты сооружений; размеры, отметки и уклоны важнейших коммуникаций станции; отметки всех характерных точек высотной технологической схемы и всех ее элементов; горизонтальность устройств, предназначенных для распределения и сбора воды, удаления осадка и т. д.

На основе данных, полученных в результате замеров, выполняют поверочный расчет станции, главной целью которого является определение ее фактической производительности, скоростей технологических процессов и сравнение их с нормативными.

Если поверочные замеры показали, что допущенные в ходе строительства станции те или иные отклонения от проекта могут повлечь за собой увеличение или уменьшение ее пропускной способности, то поверочным расчетом определяют новые технологические возможности сооружений, пересчитывая расчетные параметры на новую возможную производительность станции.

Качественное соответствие построенных сооружений и коммуникаций предъявляемым требованиям определя-



ется гидравлическим испытанием. Водонепроницаемость бетонных и железобетонных емкостных сооружений и каналов, металлических баков и трубопроводов является непременным условием, обеспечивающим надежную эксплуатацию станции.

Гидравлическое испытание бетонных и железобетонных емкостных сооружений производится после завершения всех строительно-монтажных работ, за исключением оклеечной гидроизоляции (если она предусмотрена проектом) и обратной засыпки (обваливания), которые следует выполнять только после успешного испытания и устранения всех замеченных дефектов. Указанные сооружения следует испытывать водой не ранее чем через 28 сут после окончания бетонных работ. В некоторых случаях, при использовании быстротвердеющих цементов, испытание может быть произведено и раньше, однако при условии, что бетон в конструкциях сооружений к этому времени достиг проектной прочности.

Гидравлическое испытание сборных железобетонных емкостных сооружений разрешается производить только после достижения бетоном монолитичивания ответственных стыков проектной прочности и не ранее 5 сут после их полного заполнения водой.

Перед испытанием емкостей производят тщательный визуальный осмотр сооружений. Если нет дефектов и отступлений от проекта, составляют акт о готовности сооружения к испытаниям. Акт подписывают представители заказчика и строительно-монтажной организации. К заполнению сооружения водой разрешается приступать только после подписания акта о готовности его к гидравлическим испытаниям.

Заполнять сооружение водой следует после устройства временной системы слива воды. Перед заполнением необходимо плотно закрыть клапаны на вводах и задвижки в камерах управления. После начала заполнения следует убедиться в отсутствии просачивания воды через задвижки. Во время испытания люки на перекрытии должны быть закрыты и запломбированы. В период испытания необходимо осуществлять постоянное дежурство технического персонала.

Заполнение сооружений водой производят сначала на высоту 1 м и выдерживают в течение суток с целью испытания днища, а затем заполняют до проектной отметки. Во время заполнения дежурный должен следить

за уровнем воды и состоянием строительных ограждающих конструкций. Для наблюдения за уровнем воды устанавливают на всю высоту сооружения деревянную рейку с разметкой через 0,5 м. Замер уровня воды при определении ее потерь должен производиться поплавками, подвешенными на прогибомеры системы Максимова (или другими равноценными методами) не менее чем в двух точках поверхности воды. В период заполнения емкости водой должен быть прекращен доступ людей и проезд транспорта на расстоянии до 12 м от сооружения. На наружных бетонных поверхностях заполненной водой сооружения допускается только потемнение отдельных мест. Если обнаружены струйные течи или потеки воды на стене, даже если количественно потери воды не превышают нормы, сооружение считается не выдержавшим испытание.

Признается выдержавшим испытание сооружение, если убыль в нем воды за сутки не превышает 3 л на 1 м<sup>2</sup> смоченной поверхности стен и днища, через стеновые панели и особенно через стыки не наблюдается выхода струек воды, температурные или деформационные швы не обнаруживают признаков течи, а также не обнаружено увлажнение грунта в основании.

Вода из емкостных сооружений, в случае обнаружения течи через стенки, стыки и температурно-деформационные швы, или увлажненный грунт в основании должны быть немедленно удалены. Замеченные дефекты конструкций фиксируют путем составления картограммы и затем устраняют. Испытание сооружения после этого повторяется до достижения требуемой нормами водонепроницаемости.

Емкостные сооружения предъявляют рабочей комиссии к сдаче после успешных гидравлических испытаний (устранения дефектов) или окончания обратной засыпки. Сооружения предъявляются к сдаче группами или каждое в отдельности в зависимости от состава комплекса станций. При приемке сооружений рабочей комиссией генподрядная строительная организация должна представить заказчику акты на скрытые работы; на устройство грунтового основания с указанием о сохранении естественной плотности грунта, об устройстве водоотвода, бетонной подготовки, слоя скольжения, гидроизоляции днища; на устройство днища и фундамента (башмаков) стен с указанием об отсутствии де-

фектов (трещин, раковин, обнаженной арматуры и т. п.); на монтаж сборных элементов, замоноличивание стыков, навивку кольцевой арматуры, торкретные работы; акты на монтаж технологического оборудования и его испытание; справку строительной лаборатории о содержании в примененном для бетона цементе трехкальциевого алюмината и четырехкальциевого алюмоферрита, введении в бетон специальных добавок, а также о специальных свойствах бетона, если они требуются по условиям агрессивности грунта или грунтовых вод; журналы производства всех видов работ, а в случае выполнения работ в зимнее время — температурные листы электропрогрева бетона и тепловой обработки торкретного покрытия.

Напорные трубопроводы на прочность и плотность испытывают в основном гидравлическим способом. В соответствии с главой СНиП III-Г.4-62 напорные трубопроводы, прокладываемые в траншеях или непроходных туннелях и каналах, испытывают дважды.

Предварительное испытание (на прочность) производится до засыпки траншей и установки арматуры (гидрантов, предохранительных клапанов, вантузов) и окончательное испытание (на плотность) — после засыпки траншей и завершения всех работ на данном участке трубопровода, но до установки гидрантов, предохранительных клапанов и вантузов, вместо которых на время испытания устанавливаются заглушки.

Если трубопровод в процессе эксплуатации будет допущен для осмотра, его испытывают один раз (на прочность). Прочность напорных трубопроводов проверяется внутренним давлением, равным испытательному. Величина рабочего и испытательного давления напорных трубопроводов обычно устанавливается проектом. В случае же отсутствия в проекте величины испытательного давления последняя принимается, исходя из величины рабочего давления в соответствии с данными главы СНиП III-Г.4-62.

Длину испытательных участков стальных, чугунных, железобетонных и асбестоцементных напорных трубопроводов рекомендуется принимать не более 1 км, а трубопроводов из полиэтиленовых труб — 0,5 км.

Предварительное испытание металлических, асбестоцементных и железобетонных трубопроводов, согласно СНиП III-Г.4-62, должно продолжаться под испытатель-

ным давлением не менее 10 мин, а полиэтиленовых — 30 мин, после чего давление снижают до рабочего и производят осмотр трубопровода. Трубопровод считается выдержавшим предварительное испытание, если в нем под испытательным давлением не произошло разрыва труб, фасонных частей и нарушение заделки стыковых соединений, а под рабочим давлением не обнаружено утечки воды.

Окончательное испытание засыпных напорных трубопроводов может быть начато, если с момента засыпки траншей и заполнения трубопровода прошло для труб металлических, асбестоцементных и полиэтиленовых не менее 24 ч, железобетонных — 72 ч. Утечка воды при окончательном испытании трубопроводов не должна превышать величин, указанных в главе СНиП III-Г.4-62.

Участок трубопровода, полностью доступный осмотру в рабочем состоянии (например, в здании фильтров), считается выдержавшим испытание, если под испытательным давлением не будет нарушена его целостность, а под рабочим давлением не будет обнаружено утечки воды. При испытании трубопроводов, полностью доступных осмотру в рабочем состоянии, специального определения величин утечек не производится.

Считается выдержавшим окончательное испытание участок трубопровода при условии, если не обнаружено нарушений целостности трубопровода и если утечка из него не превышает допускаемую.

Гидравлическое испытание металлических безнапорных трубопроводов производится так же, как и напорных. Величина испытательного давления принимается равной 0,5 кПа.

Распределительные системы фильтров, а также коммуникации для отбора воды, удаления осадка и другие испытывают, подавая через эти системы максимальное расчетное количество воды под требуемым напором. В ходе их испытания проверяется пропускная способность трубопроводов, качество соединений и креплений.

Все сооружения и трубопроводы реагентного хозяйства, включая эжекторные линии газообразных реагентов, должны быть до пуска станции также испытаны водой.

Проведение поверочных замеров и расчетов, гидравлического испытания сооружений и трубопроводов, а также тщательный осмотр деталей и конструкций пус-

каемого комплекса позволяют выявить целый ряд строительно-монтажных дефектов, отступлений от проекта, недоделок, на которые представители заказчика совместно с работниками станции и представителями строящих организаций составляют акт, содержащий перечень дефектов и недоделок, которые должны быть ликвидированы до ввода станции в эксплуатацию.

Дефекты и недоделки общестроительного характера устраняются общезвестными способами и особых трудностей не вызывают. Вместе с этим в практике строительства водоочистных сооружений часто имеют место специфические для них дефекты, устранение которых на практике сопряжено с рядом трудностей.

Наиболее трудоемким при этом является ликвидация утечек воды в железобетонных емкостях. Места течей определяют в процессе гидравлического испытания сооружения и обозначают на бетоне мелом или краской. Бетон в этих местах (после опорожнения емкости) простукивают, определяя площадь пустоты (раковины) или длину и направление трещины. Затем поверхность бетона в местах замеченных дефектов расчищают до арматуры и высушивают, после чего заделывают цементным раствором, тщательно его уплотняя и строго следя за режимом твердения. Предпочтительнее в таких случаях является торкретирование поверхности с железнением. Это относится также к устранению дефектов в железобетонных отводных желобах и лотках. Повторное гидравлическое испытание сооружений следует производить только после достижения цементным раствором проектной прочности. При устранении течей применяют быстротвердеющие цементы, учитывая, что канализационные очистные сооружения в конструктивно-технологическом отношении во многом идентичны водопроводным, приведенные рекомендации, особенно в части испытания трубопроводов и емкостей, полностью применимы при испытании и приемке канализационных очистных сооружений.

#### **ПОДГОТОВКА ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ К ПУСКУ**

В период пусконаладочных работ необходимо провести прием и подготовку эксплуатационного персонала, осуществить загрузку фильтров, если они не были

загружены ранее, заказ и приемку реагентов, дезинфекционную обработку сооружений, установку регулирующих и контрольно-измерительной аппаратуры, озеленение (создание зоны санитарной охраны) и благоустройство территории станции.

Из всех работ по подготовке станции к пуску наиболее трудоемкой и ответственной является загрузка фильтров. Качество осветления воды на фильтрах почти полностью зависит от технологических характеристик загрузочных материалов и правильности их укладки. Поэтому загрузка фильтров должна быть, как правило, выполнена в строгом соответствии с проектом. Отклонение от заданных параметров может привести к ухудшению качества обрабатываемой воды и (что особенно опасно) к смешению слоев загрузки, что в свою очередь может вызвать необходимость перегрузки фильтров. Правильно же загруженные фильтры могут нормально эксплуатироваться на протяжении ряда лет, требуя лишь периодической догрузки вследствие частичного износа (истирания) фильтрующего материала либо его выноса в процессе промывки фильтров.

Загрузке фильтров должны предшествовать подготовительные работы, включающие выбор и заготовку поддерживающих и фильтрующих материалов, а также устройство временных или постоянных приспособлений для их транспортирования от места сортировки к загрузаемым ячейкам фильтров.

В качестве фильтрующих материалов самое широкое применение получили кварцевый песок и антрацитовая крошка. Иногда применяются также дробленый кварц, керамиковая и мраморная крошка.

Если фильтрующий материал удовлетворяет по своим физико-химическим свойствам предъявляемым требованиям, но не подходит по гранулометрическому составу, его сортируют, удаляя мелкие или крупные фракции. Ряд фильтрующих материалов поставляется централизованно.

После того как поддерживающие и фильтрующие материалы подготовлены и рассортированы на необходимые фракции, их промывают и подают к месту загрузки. Фильтрующие материалы доставляются к ячейкам в большинстве случаев гидромеханическим способом при помощи специальных устройств, позволяющих



одновременно с транспортировкой материала производить его сортировку и промывку.

К загрузке фильтров следует приступать только после выполнения поверочных замеров и расчетов, гидравлических испытаний ячеек и устранения всех замеченных дефектов и недоделок.

Поддерживающие слои крупного гравия или щебня подают на дно ячеек фильтров и укладывают при помощи тельфера с саморазгружающей бадьей или вручную. Сыпать эти материалы с высоты, даже при использовании наклонных лотков, не разрешается во избежание повреждения торкретного слоя и бетона днища, а также колосниковой решетки и крепления труб распределительной системы. После укладки каждого слоя фильтр заполняют водой до верха этого слоя для проверки горизонтальности расположения слоя «по воде». Затем фильтр в течение 5—10 мин промывают водой, после чего опорожняют и укладывают следующий слой. Гравий легких фракций (2—8 мм) и фильтрующие материалы разрешается спускать вниз по наклонным лоткам. Проверка высоты и горизонтальности каждого нового слоя и его последующая промывка обязательны для всех фракций. Толщину укладываемых слоев контролируют по соответствующим меткам, нанесенным на стенки ячеек (при их небольшой площади), или при помощи специальных мерных рам, вынимаемых из загрузки после окончания работ. Загрузку двухслойных фильтров обычно осуществляют в два этапа.

Закончив дезинфекцию сооружений и коммуникаций, переходят к установке регулирующей и контрольно-измерительной аппаратуры.

Водоочистная станция является объектом строгого санитарного режима, а ее основные сооружения относятся к первому поясу охраны. Поэтому работам по созданию зоны санитарной охраны и благоустройству территории ВДС необходимо уделять должное внимание.

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАЛАДКА ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРОБНЫЙ ИХ ПУСК**

Технологическая наладка станции включает пуск сооружений в пробную эксплуатацию, выявление техно-

логических параметров работы отдельных сооружений и отработку режима очистки воды.

Первый этап наладки (пробный пуск) состоит в рабочем испытании пускового комплекса сооружений, коммуникаций и оборудования, проверке их взаимодействия при общей оценке результатов испытания.

Во время пробного пуска необходимо обеспечить бесперебойную подачу на сооружения расчетного количества воды; ввод в эксплуатацию объектов реагентного хозяйства и дозировку реагентов; опробование в работе всех основных и вспомогательных сооружений станции. В зависимости от производительности станции, комплекса ее основных сооружений, качества исходной воды и полноты устранения ранее выявленных дефектов и недоделок рабочее испытание станции может длиться от 2—3 сут до нескольких недель при круглосуточном дежурстве обслуживающего персонала. Во время пробного пуска сооружений до достижения требуемого качества очищенной воды станция работает в сток или подает воду для промышленных нужд.

При заполнении сооружений расходы воды необходимо постоянно контролировать с помощью расходомеров. Перед их заполнением должны быть закрыты все задвижки на сточных коммуникациях и проверена работа переливных труб. Фильтры следует заполнять снизу, через промывную систему, во избежание размыва слоев загрузки. При заполнении растворных баков кусковым коагулянтом последние целесообразно вначале залить водой до половины глубины, что позволит предотвратить повреждение дренажной решетки.

В ходе рабочего испытания сооружений могут быть выявлены некоторые дефекты, препятствующие технологической наладке станции. Такие дефекты необходимо заблаговременно ликвидировать.

К основным технологическим параметрам работы сооружений относятся: допустимые скорости движения воды по отдельным сооружениям; необходимые дозы реагентов; время, требующееся для контакта реагентов с обрабатываемой водой; расходы воды для собственных нужд станции и др. Часть этих параметров может быть выявлена в период пробного пуска станции, а некоторые из них, как, например, зависящие от качества исходной воды, могут быть уточнены при более длительных сроках работы сооружений, исчисляемых меся-



цами и сезонами. Детали определения вышеуказанных чисто технологических параметров здесь не приводятся, ибо он достаточно полно освещены в специальной литературе.

#### **СДАЧА ВОДОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ПОСТОЯННУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

После технологической наладки станции водоочистные сооружения могут быть введены в постоянную эксплуатацию.

Водоочистная станция переключается полностью на подачу воды населению после получения удовлетворительных результатов пробной эксплуатации в течение 24 ч и только после выдачи разрешения органов госсанинспекции. При отрицательных результатах пробной эксплуатации должны быть определены и устранены причины неудовлетворительного качества воды, после чего вновь производится анализ проб питьевой воды органами санинспекции.

Сдача и приемка построенного комплекса водоочистой станции производится в соответствии с общими правилами приемки строительно-монтажных работ по отдельным объектам и всему комплексу в целом. Различают промежуточную и окончательную приемку видов работ, сетей и сооружений. Промежуточную приемку производят в процессе производства работ.

Окончательная приемка сооружений и коммуникаций производится по окончании всех работ и имеет целью сдачу комплекса в эксплуатацию. При этом производят приемку всего комплекса в целом, а в случае организации его строительства — по частям, т. е. отдельными счередями, приемку лишь части комплекса с полностью законченными на этой части всеми сооружениями и трубопроводами.

При сдаче в эксплуатацию по мере готовности отдельных сооружений или участков трубопроводов их приемку производит рабочая комиссия заказчика.

При приемке сооружений и трубопроводов рабочей комиссии представляют следующую техническую документацию: список строительно-монтажных организаций с указанием выполненных ими видов работ и список инженерно-технических работников, непосредственно ответственных за каждый вид работ; комплект рабочих

чертежей на строительство предъявляемого к приемке объекта; акты приемки скрытых работ; акты испытания систем внутреннего и наружного водопровода, канализации, горячего водоснабжения, газоснабжения, центрального отопления и котлов, аппаратуры, а также акты индивидуального испытания оборудования и др.; журналы производства работ, в том числе сварочных и изоляционных; акты на отвод земельного участка и разбивку сооружений; паспорт заводов-поставщиков на трубы, арматуру, оборудование и материалы; акты гидравлического испытания сооружений и трубопроводов, а также акты их санитарной (дезинфекционной) обработки.

Заключив приемку сооружений и коммуникаций, рабочие комиссии составляют соответствующие приемные акты и подготавливают заключение о готовности сооружений к приемке в эксплуатацию государственной комиссией.

Государственной приемочной комиссией, помимо выше перечисленных материалов, представляют: акты рабочей комиссии о приемке зданий и сооружений, смонтированного оборудования (механизмов) и т. д.; утвержденную проектно-сметную документацию и справку об основных технико-экономических показателях принимаемого комплекса; перечень проектных организаций, участвовавших в проектировании станции; данные о геологии и гидрогеологии; утвержденный генеральный план строительства объекта; справку об обеспеченности станции ресурсами (водой, электроэнергией и др.); справку о наличии оформленных и зарегистрированных в органах Госгортехнадзора СССР журналов и паспортов на котельное оборудование, сосуды работающие под давлением, подъемно-транспортное и другое оборудование и др.

Законченные строительством сооружения на основании актов на скрытые работы и внешнего их осмотра рабочими комиссиями проверяются на соответствие выполненных работ и конструкций утвержденным проектам, Строительным нормам и правилам, а также техническим условиям и другим нормативным документам по строительству. Предъявленные к сдаче сооружения станции должны быть полностью закончены, включая монтаж технологического и гидромеханического оборудования.

Установленное на вводимых в эксплуатацию сооружений оборудование, кроме индивидуальных испытаний, должно пройти комплексное опробование при работе его вхолостую и под нагрузкой.

Промывку и дезинфекцию трубопровода и сооружений производят в присутствии рабочей комиссии либо комиссия ограничивается просмотром актов на промывку и дезинфекцию.

По результатам приемки сооружений и трубопроводов рабочие комиссии составляют соответствующие акты.

Окончательная приемка комплекса водоочистной станции в эксплуатацию, независимо от того, производилась ли приемка его отдельных сооружений и коммуникации рабочими комиссиями или нет, производится Государственной приемочной комиссией.

В состав Государственной приемочной комиссии входят представители заказчика, генерального подрядчика, генерального проектировщика, органа государственного санитарного надзора, органа государственного пожарного надзора, технической инспекции советов профсоюзов, профсоюзной организации заказчика и конторы финансирующего банка. Государственная приемочная комиссия рассматривает заключение рабочих комиссий о готовности комплекса станции к приемке в эксплуатацию; проверяет наличие необходимых документов и материалов; устанавливает соответствие предъявленному комплексу сооружений утвержденному проекту; определяет качество выполненных работ и дает оценку им, а также установленному оборудованию и комплексу (станции) в целом. В заключение Государственная приемочная комиссия подписывает акт приемки станции в постоянную эксплуатацию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин И. В. Технология и организация строительства водопроводно-канализационных сооружений. М., Стройиздат, 1969.
2. Бородин И. В. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений. М., Стройиздат, 1972.
3. Бороздин И. Г., Коломиец А. В. и др. Техничко-экономическое обоснование выбора монтажных кранов и приспособлений. М., Стройиздат, 1973.
4. Белецкий Б. Ф. Типизация и унификация проектных решений на сооружениях фильтровальных станций. «Промышленное строительство и инженерные сооружения», 1960, № 6.
5. Белецкий Б. Ф. Резервуары для воды из сборного железобетона. «Бетон и железобетон», 1962, № 3.
6. Березинский А. Р., Ротина О. Д. Применение сборного железобетона в водопроводных и канализационных сооружениях. Издательство Минкоммухоза РСФСР, М., 1958.
7. Белецкий Б. Ф. Вопросы организации строительства очистных сооружений водопроводов. «Водоснабжение и санитарная техника», 1965, № 4.
8. Белецкий Б. Ф. Экономическая эффективность сборного железобетона в строительстве водоочистных сооружений. Известия высших учебных заведений, серия «Строительство и архитектура», 1968, № 9.
9. Білецький Б. Ф. Індустріалізація будівництва водоочисних споруд. Київ, «Будівельник», 1969.
10. Белецкий Б. Ф. Монтаж железобетонных резервуаров и емкостных сооружений для воды. М., Стройиздат, 1973.
11. Госстрой СССР. Союзводоканалпроект. Унифицированные сборные железобетонные конструкции водопроводных и канализационных емкостных сооружений (серия 3.900-2). М., 1968.
12. Волков В. Н., Хайт Ю. А., Белецкий Б. Ф., Литвин А. Н. Полимержелезобетонные емкости для промышленных стоков. «Промышленное строительство», 1972, № 11.
13. Сычев В. И., Спиридонов В. М., Приходько И. С. Унификация железобетонных инженерных сооружений. М., Стройиздат, 1971.
14. ЦНИИОМТП. Машины для монтажных работ и вертикального транспорта. Справочное пособие. М., Стройиздат, 1972.
15. Чумаков И. С., Зинов И. Т., Белецкий Б. Ф. Резервуары и отстойники для воды из сборного железобетона. М., Госстройиздат, 1961.
16. Швиденко В. И. Монтаж строительных конструкций. Киев, «Будівельник», 1973.
17. Яковлев Г. И., Шальнов А. П. Технология и организация строительного производства. М., «Высшая школа», 1967.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение . . . . .	3
Глава I. Краткие сведения о современных комплексах очистных сооружений . . . . .	5
Типы и назначение очистных сооружений . . . . .	5
Компоновка очистных сооружений . . . . .	8
Глава II. Индустриализация строительства очистных сооружений . . . . .	12
Внедрение индустриальных методов строительства сооружений из унифицированных сборных элементов . . . . .	12
Прямоугольные сборные сооружения . . . . .	19
Цилиндрические сборные сооружения . . . . .	42
Сборные конструкции надземных зданий и павильонов очистных сооружений . . . . .	46
Специальные требования к конструкциям сборных емкостных сооружений . . . . .	48
Типовые проекты современных комплексов водопроводных и канализационных очистных сооружений . . . . .	50
Глава III. Методы монтажа очистных сооружений. Механизмы, машины, инвентарь и приспособления, используемые при их возведении . . . . .	56
Методы монтажа строительных конструкций сооружений . . . . .	56
Простейшие монтажные механизмы . . . . .	60
Монтажные краны . . . . .	61

Монтажные приспособления, инвентарь и инструменты . . . . .	64
Выбор оптимальных методов монтажа, комплектов машин (кранов) и приспособлений . . . . .	72
Глава IV. Организация и технология монтажа основных очистных сооружений . . . . .	87
Подготовка к монтажу очистных сооружений . . . . .	87
Доставка сборных элементов к месту монтажа, правила их приемки и складирования . . . . .	93
Монтаж прямоугольных сооружений . . . . .	98
Монтаж цилиндрических сооружений . . . . .	150
Особенности монтажа сооружений из комплексных полимержелезобетонных конструкций . . . . .	164
Требования к качеству монтажных работ и порядок их приемки . . . . .	172
Применение сетевых графиков при организации монтажа сооружений . . . . .	174
Глава V. Работы по сварке и замоноличиванию стыков, навивке кольцевой арматуры и торкретированию . . . . .	176
Сварка арматурных выпусков и закладных деталей . . . . .	176
Способы защиты арматурных выпусков и закладных деталей от коррозии . . . . .	178
Технология замоноличивания стыков . . . . .	180
Навивка кольцевой арматуры и работы по торкретированию . . . . .	188
Особенности монтажа конструкций, замоноличивания стыков и торкретирования в зимнее время . . . . .	190
Глава VI. Основные правила техники безопасности при монтаже очистных сооружений . . . . .	197
Общие требования . . . . .	197
Правила техники безопасности при монтаже конструкций сооружений . . . . .	199
Правила техники безопасности при сварке и замоноличивании стыков, навивке кольцевой арматуры и гидроизоляционных работах . . . . .	202

Глава VII. Испытание и приемка построенных очистных сооружений в эксплуатацию . . . . .	206
Проверка технической готовности сооружений к пуску, гидравлическое их испытание и устранение дефектов . . . . .	206
Подготовка водоочистных сооружений к пуску . . . . .	212
Технологическая наладка водоочистных сооружений и пробный их пуск . . . . .	214
Сдача водоочистных сооружений в постоянную эксплуатацию . . . . .	216
Список литературы . . . . .	219

БОРИС ФЕДОРОВИЧ БЕЛЕЦКИЙ

**Монтаж сборных конструкций очистных сооружений**

Редакция литературы по технологии строительных работ

Зав. редакцией *Е. А. Ларина*

Редактор *Я. Т. Нижник*

Мл. редактор *М. В. Смирнова*

Внешнее оформление художника *А. А. Бекназарова*

Технические редакторы *И. В. Панова, Ю. Л. Циханкова*

Корректоры *Н. О. Родионова, В. А. Быкова*

---

Сдано в набор 3/II—1975 г. Подписано к печати 1/VI—1975 г.  
 Т-12219 Формат 84×108<sup>1/2</sup> л. л. Бумага тип. № 2. 10,92 усл. печ. л.  
 (уч. изд. 11,28 л.) Тираж 10.000 экз. Изд. № AVI—4449 Зак. № 448.  
 Цена 56 коп.

---

*Стройиздат*  
 103006, Москва, Калевская ул., д. 23а.

Московская типография № 32 Союзполиграфпрома  
 при Государственном комитете Совета Министров СССР  
 по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.  
 Москва, К-51, Цветной бульвар, д. 26.



**Имеются в наличии и высылаются наложенным  
платежом (без задатка)**

Глебов А. М. Расчетные таблицы в помощь строителям. Изд. 3-е, перераб. и доп. 1973, ц. 1 р. 38 к.

Годес Э. Г. Строительные подводно-технические работы. Справочник. 1974, ц. 55 коп.

Данилов П. П. Машинист дорожных бетоноукладочных и бетоноотделочных машин. 1970, ц. 13 коп.

Мандригин В. Б. и др. Индустриализация сельского строительства. (из опыта Латвийской ССР). 1971, ц. 37 коп.

Матвеев В. В. Примеры расчета такелажной оснастки (учебное пособие для техникумов.) 1974, ц. 53 коп.

Первые годы строительства в СССР. 1968, ц. 70 коп.  
Рекомендации по капитальному ремонту машин, занятых в строительстве. Вып. XXIV. Экскаваторы Э-1252. 1973, ц. 1 р. 22 к.

Тарасова И. В. Герой Социалистического Труда, бригадир отделочников К. П. Ляшенко. Неугасимый труженик. 1971, ц. 08 коп.

Указания по капитальному ремонту машин, занятых в строительстве. У5—69. Вып. XXIII. Технические условия на капитальный ремонт автогрейдеров Д-265, Д-446, Д-446Б. 1972, ц. 58 коп.

Цыганков Г. Ф. Модельщик. Серия «Моя профессия». 1968, ц. 09 коп.

Шкундин Б. М. Справочное пособие по строительным машинам. Вып. 3. Машины для гидромеханизации земляных работ. 1974, ц. 59 коп.

Заказы направлять по адресу: 117334. Москва, В-334, Ленинский проспект, д. 40, магазин № 115 Москниги, отдел «Книга — почтой».

5