

1	2	3
Коэффициент застройки территории	%	40...55
Коэффициент использованной территории	%	70...75
Протяженность железнодорожных путей	м/м ²	0,012...0,014
Площадь под железнодорожными путями	%	5...6
Протяженность автодорог	м/м ²	0,012...0,014
Площадь автодорог и площадок	%	10...14
Площадь озеленения	%	≤5
Протяженность ограды	м	По факту

На рис. 1.5, в показана в общем виде схема рабочей зоны мостовых кранов, обслуживающих пролет и обеспечивающих выполнение подъемно-транспортных операций технологического процесса изготовления изделий, а также иных работ (монтаж-демонтаж оборудования; перемещение форм, изделий и других грузов). Компановочные решения производственных технологических линий различного назначения (частично представлены на рис. 1.2–1.4) подробно будут рассмотрены в следующих разделах.

2. СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ, КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

2.1. Стендовый способ производства: сущность, область применения, типы технологических линий

Сущность и рациональная область применения. Стендовый способ (или технология) характеризуется тем, что формы (стенды, бортоснастка, поддоны) неподвижны, а при реализации технологического процесса перемещаются исполнители и оборудование. Подготовительные операции (чистка, смазка), армирование (преимущественно с преднапряжением арматуры), формование (подача, укладка и уплотнение бетона), дополнительные операции (например, гидро-, теплоизоляция бетона отформованных изделий и др.) и тепловая обработка (ТО) осуществляются в стационарном положении на стенде, т.е. без перемещения до момента распалубки изделий.

В этом случае все операции технологического цикла выполняют последовательно, начиная от распалубки изделий и включая ТО. В резуль-

тате этот способ характеризуется наибольшей (по сравнению с конвейерным или агрегатно-поточным способами) продолжительностью технологического цикла. Одновременно с этим стендовый способ наименее энерго- и металлоемок при эксплуатации, ниже его ремонтная сложность, начальные затраты на строительство и техническое оснащение технологических линий.

В этой связи наиболее рационально применение стендового способа при изготовлении крупногабаритных, многотоннажных изделий (конструкций) с преднапрягаемой арматурой: преднапряженных железобетонных ферм, балок, длинномерных ригелей, различных панелей-оболочек, центрально-армированных (без поперечного армирования ствола) преднапряженных свай в многоместных стендах-формах и других изделий.

Также получила развитие стендовая технология изготовления преднапряженных многопустотных плит перекрытий, которые формуют в виде длинномерного цельноизготавливаемого изделия с нарезкой по требуемой длине по окончании твердения (ТО) бетона. По такому варианту возможно изготовление полнотелых (сплошного сечения) изделий, в частности, внутренних стеновых панелей, перегородок и др.

Вместе с тем в современных условиях эти изделия, а также плиты балконов и лоджий, лестничные марши, плиты парапетов и другие подобные изделия преимущественно изготавливают в многоместных стендах-кассетах при формировании в вертикальном положении.

На специализированных стендовых установках разного типа изготавливают (формируют, проводят полную или частичную (первую ступень из двух) ТО) объемные железобетонные изделия: блок-комнаты объемно-блочных зданий, элементы шахт лифтов, санитарно-технические кабины, крупногабаритные кольца и элементы силосов-хранилищ и другие подобные изделия.

Типы стендов. Различают *длинные стенды* (в технической литературе их называют линейными), на которых изготавливают два и более изделий по продольной оси и к которым по действующим на территории Беларуси нормативным документам относят стенды длиной более 25 м; а также *короткие стенды*, на которых изготавливают до двух изделий по продольной оси, при общей длине стенда до 25 м.

Длинные стендовые технологические линии, которые располагают в типовых унифицированных пролетах (УТП-1 и УТП-2, см. рис. 1.5), имеющих длину 144 м, обычно характеризуются длиной до 110 м. Конкретные габариты стенда зависят от типажа изготавливаемых изделий, соответствующего технологического оборудования, особенностей технологии и контроля качества готовой продукции (например, наличия в цеху испытательных стендов), требуемого времени выдержки изделий в цеху после ТО в зимний период (т.е. площади поста (участка) выдержки) и других факторов. Наибольшая длина стендов на территории Беларуси составляет 154 м (завод строительных конструкций ОАО «Минскжелезобетон»). Известны примеры функционирования в условиях полигонов на территории США стендов длиной 200 м и более.

Длинные стенды подразделяют на пакетные, протяжные и безопалубочного формования преднапряженных изделий, а также стенды для изготовления изделий с ненапрягаемой арматурой.

Пакетные стенды характеризуются тем, что оснащены специализированными линиями с соответствующим оборудованием, предназначенными для заготовки преднапрягаемой арматуры непосредственно в формовочном цехе. Например, пакетов (пучков) или прядей из проволоки; арматурных элементов из стержневой арматуры, заготавливаемых в «плеть» мерной длины; арматурных элементов из канатов и т.п.

Эти линии располагаются параллельно продольной оси стенда (рис. 2.1), и подготовленные на них арматурные элементы перемещают в процессе армирования (специальными устройствами или с помощью кранов) в рабочую зону (формы или формообразующие элементы) стендов, в конструктив упоров стенда.

Протяжные стенды (рис. 2.2, 2.3) характеризуются тем, что напрягаемая арматура заводится в формы стенда и на его упоры с одного торца технологической линии, протягивается (с помощью самоходных устройств, лебедок, реже — кранов) по всей длине стендовой линии и фиксируется на упорах противоположной стороны для последующего напряжения.

В этом случае используется «гибкий» сортамент напрягаемой арматуры на основе проволоки. Преимущественно это индивидуальные арматурные элементы из проволоки и канатов, в отдельных случаях — из прядей.

На практике реализуются в основном два варианта: арматура сматывается с зафиксированных в торце стенда бухтодержателей или концы арматурных элементов фиксируются в зажимах упоров; арматура сматывается с бухтодержателей, размещенных на самоходной установке — тележке.

Известен вариант, при котором проволочная и канатная арматура может раскладываться и напрягаться с помощью полиспастов. В этом случае арматурный элемент сматывается с бухты (при необходимости «сращивается» (соединяется) для обеспечения необходимой длины) через неподвижный полиспасть-упор с помощью подвижного полиспаста. Последний перемещается вдоль стенда либо специальной тележкой, либо удерживается на весу перемещающимся краном и протягивается тяговой лебедкой. Полиспастная система позволяет напрягать арматуру групповым (по количеству арматурных элементов) захватом. Несмотря на очевидную сложность данного приема и несколько повышенный расход арматуры (за счет запасовки в полиспадах), есть и существенное достоинство — равномерность усилия натяжения в напрягаемых групповым захватом арматурных элементах и отсутствие необходимости выверки их длин, что снижает трудоемкость и затраты времени при армировании напрягаемой арматурой.

Стенды безопалубочного формования классификационно относятся к группе длинных протяжных стендов. Их особенностью является отсутствие стационарных форм, образующих конфигурацию изделий.

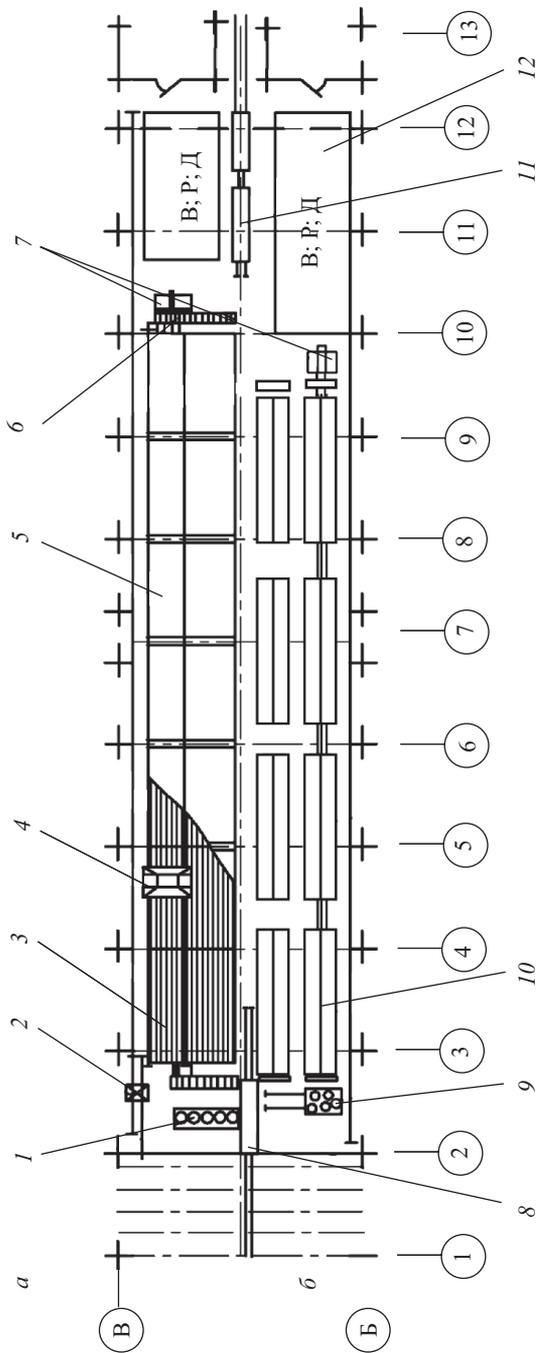


Рис. 2.2. Принципиальная схема длинного протяжного стнда:

а — вариант изготовления предварительно-армированных свай (без поперечного армирования ствло); б — вариант двускатных железобетонных предварительнонапряженных балок; 1 — бухтодержатели (неподвижные); 2 — балка самоходная; 3 — стнд свай; 4 — бетоноукладчик (раздатчик); 5 — крышка(и) камеры; 6 — упоры; 7 — станция и гидродомкраты для натяжения арматуры; 8 — телета завода бухт арматуры; 9 — бухтодержатель (перемещаемый); 10 — стнд-форма (2 балки); 11 — телета вывоза продукции; 12 — пост (участок) выдержки, ремонта (ловодки), контроля изделий; В — пост выдержки; Р — пост ремонта; Д — пост ловодки изделий

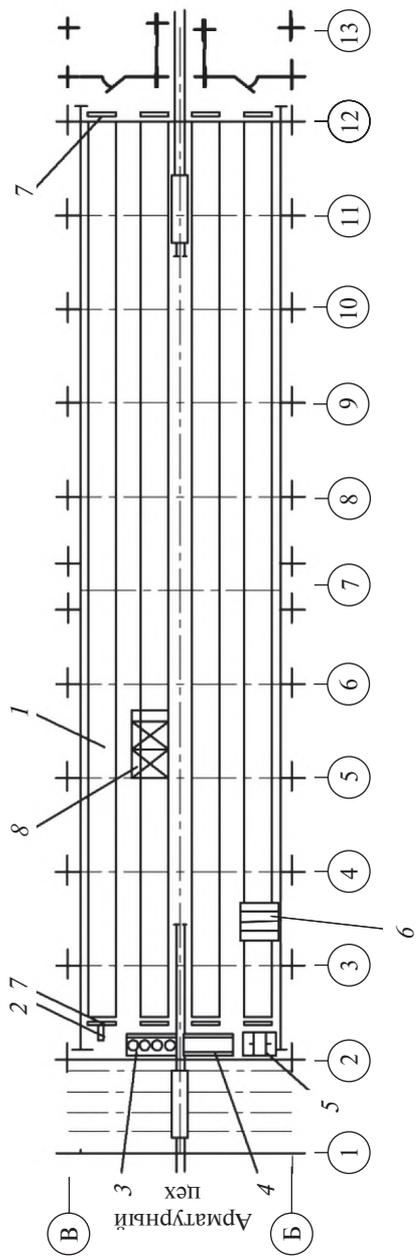


Рис. 2.3. Принципиальная схема длинного протяжного стенда с греющим подлоном:

1 — греющий подлон — стенд; 2 — установка для натяжения арматуры; 3 — машина для раскладки арматуры; 4 — машина для раскладки-сборки гидро- и теплоизолирующего покрытия; 5 — машина для чистки-смазки подлона; 6 — машина для чистки-смазки подлона; 7 — упоры стенда; 8 — формующий агрегат; 1 — 13 — обозначение осей задания по длине; Б ... — то же в поперечном направлении

Требуемые размеры сечения (ширину и высоту) изделию придает формирующая пара: стационарный неподвижный стенд-поддон и подвижный формирующий агрегат, перемещающийся вдоль поддона. Необходимая длина изделия обеспечивается разрезкой отформованного «пласта» после твердения бетона (достижения прочности, достаточной для передачи усилия преднапряжения арматуры на бетон и съема изделий).

Для ускорения твердения бетона на стендах такого типа используют односторонний подвод тепла: снизу, через нагреваемый металл поддона. Варианты подвода тепла включают «змеевиковую» разводку по трубам подогретого масла, воды, водяного пара либо электрические греющие провода, кабели, ТЭНы. Поверхность отформованного бетона на период ТО укрывают паро-, теплоизолирующим покрывалом, которое разматывают и сматывают с помощью соответствующего специализированного устройства.

Формование (укладку и уплотнение) бетона осуществляют с помощью специализированных формирующих агрегатов, с использованием вибрационного и ударно-вибрационного, а также экструзионного способов уплотнения.

Формующие агрегаты с вибрационным уплотнением бетона характеризуются либо однослойной его укладкой по габаритам сечения «пласта» и соответственно наличием одного бункера для бетонной смеси (например, формирующие агрегаты фирмы «ТЭНСИЛАНД» (Испания), ОАО «Полоцкжелезобетон»), либо последовательной укладкой в три слоя и оснащением тремя бункерами (фирма «МАКС-РОТ» (Германия), ОАО «Минскжелезобетон»).

Наибольшее распространение в Беларуси получили формирующие агрегаты фирмы «ВЕЙЛЕР» (Италия) оснащенные двумя бункерами для бетонной смеси при двухслойной укладке бетона с совмещенным ударно-вибрационным способом уплотнения (завод эффективных промышленных конструкций (Минск) и др.).

Формующие агрегаты-экструдеры реализуют однослойный вариант укладки бетона по сечению формуемого «пласта» с уплотнением за счет прессирующего динамического воздействия нагнетающих шнеков. Дополнительное вибрационное воздействие на бетон на входе в формообразующий участок агрегата и высокочастотное вибровоздействие на шнеки (вibrаторы — в полости их приводных валов) осуществляются с целью кратковременной «пластификации» смеси и повышения качества формования.

Длинные стенды для изготовления изделий с ненапрягаемой арматурой характеризуются наличием (кроме общего металлического стенда-поддона с подогревом по аналогии с ранее изложенным) съемной бортоснастки, которая фиксируется на поддоне магнитами, встроенными в конструкцию бортов. Конфигурация бортов, их расположение на поддоне подбирается в соответствии с назначенным к изготовлению изде-

лием (или изделиями) и образует с поддоном соответствующую форму-матрицу. После формования, твердения и распалубки данного изделия (или изделий) набор съемных бортов и их конфигурация на поддоне может (при необходимости) изменяться для изготовления иных видов (типоразмеров) изделий.

Технология работ. Технологическая последовательность выполнения операций на длинных стендах в общем случае включает:

- подготовку стенда (чистка, смазка, включая формообразующие элементы), сборка форм – частичная или полная);
- заготовку напрягаемой и ненапрягаемой арматуры;
- раскладку преднапрягаемой арматуры и выравнивание (при групповых захватах), фиксацию в захватах (зажимах);
- первую ступень до 40...50% от расчетного натяжения;
- установку фиксаторов защитных слоев ненапрягаемой арматуры и выполнение других сопутствующих работ;
- натяжение арматуры до 105...110%, выдержку и фиксацию в зажимах упоров при 100% расчетного натяжения;
- бетонирование, укрытие (покрывала, крышки и др.), твердение бетона до $f_{cm} \geq 70\%$ от уровня прочности проектного (28 сут) возраста (но не менее 14 МПа);
- частичную распалубку: открытие бортов, извлечение всех (внутренних и внешних) формообразующих элементов, которые могут препятствовать свободным деформациям изделия(ий) при передаче усилия преднапряжения на бетон;
- передачу напряжения на бетон;
- обрезку концов арматуры;
- распалубку, съем изделий, доводку (включая антикоррозионную защиту торцов арматуры), ремонт (при необходимости), контроль качества, вывоз на склад готовой продукции.

При бетонировании в процессе изготовления изделий (конструкций) используют:

- бетонораздатчики консольного типа;
- бетонораздатчики с неподвижным и подвижным бункерами;
- бетоноукладчики с разравнивающими, уплотняющими и заглаживающими устройствами;
- бабды самоходные съемные (как для загрузки бетона в бетонораздатчики (укладчики), так и для бетонирования);
- вибраторы: навесные (изготовление балок, объемных изделий и т.п.); глубинные (фермы, сваи и т.п.); виброрейки и вибронасадки (плитные изделия, сваи в многорядных стенд-формах и т.п.);
- бетонизирующие агрегаты (комбайны, формирующие устройства) для загрузки, укладки, уплотнения и калибровки поперечных размеров изделий, с одновременной отделкой (заглаживанием) боковых и верхней сторон (поверхностей). Эти устройства в сочетании с металлическими поддонами образуют формирующую «пару» и обеспечивают вариант безопалубочного формования изделий «на поддон».

Короткие стенды для изготовления длинномерных (большепролетных) преднапряженных изделий (ферм, балок и т.п.) могут быть одинарными и сдвоенными (на два изделия по длине и ширине). Для изготовления изделий с ненапрягаемой арматурой преимущественно используют стенды многоотсечные (кассеты), а также в варианте стенд-поддонов со съёмной бортоснасткой.

В производственной практике применяются следующие разновидности коротких стендов.

Стенд-формы силовые используются для изготовления балок, ферм и других изделий. Их конструкция обеспечивает восприятие усилий от напрягаемой арматуры, которая натягивается с фиксацией на упоры формы. В зависимости от типажа изготавливаемых изделий силовые стенд-формы могут оснащаться паровыми рубашками для осуществления ТО бетона (изготовление балок и т.п.) либо осуществлять функцию формообразующих элементов (например, при изготовлении ферм и других изделий, изготавливаемых плашмя) и располагаться в пропарочных устройствах (в ямных камерах или под съёмными (откидывающимися) колпаками).

Конструкция **стенд-формы с выносными упорами** (рис. 2.4) менее металлоёмка в сравнении с силовыми формами, так как усилие натяжения арматуры воспринимают независимые от нее упоры, а элементы формы являются формообразующей оснасткой; но в этом случае увеличивается расход напрягаемой арматуры за счет удлинения арматурных элементов, фиксируемых на выносных упорах.

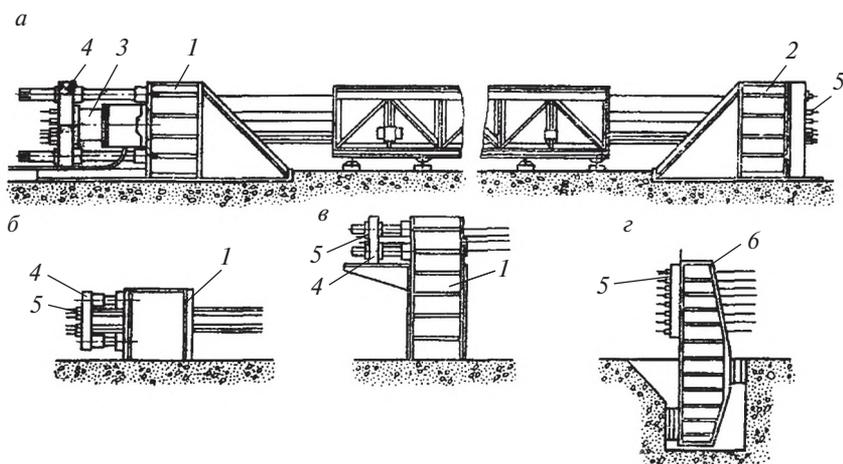


Рис. 2.4. Схемы упоров стендов для усилий до 3000 кН:

a – схема стенда с упорами из двух стоек для группового натяжения арматуры, расположенной на высоте не более 800 мм; *б* – упор стенда для натяжения арматуры нижней зоны изделия; *в* – упор стенда для натяжения верхней зоны изделия; *г* – переставляемый упор, используемый как промежуточный или вместо торцевого; *1* – головной упор; *2* – хвостовой упор; *3* – гидродомкрат; *4* – анкерная плита с винтовым устройством для отпуска натяжения; *5* – зажим; *6* – переставляемый упор

Стенд-камеры — конструкции, предусматривающие расположение формы (например, для изготовления ферм) в напольной ямной камере, а упорами служат стенки камеры; это своеобразная разновидность предыдущего варианта стенд-форм с тем же недостатком — увеличенным расходом напрягаемой арматуры.

Стенд-колпаки — напольная или приподнятая для удобства работ стендовая площадка-форма, которая закрывается-открывается откидывающимися колпаками — крышками, предназначенными для осуществления ТО (пропаривания) изделия(ий). Для герметизации объема под колпаком по контуру площадки стенда предусматривается гидравлический затвор, в который опускается нижняя часть конструктива колпака. Данный тип стенда в основном используется для изготовления изделий с ненапрягаемой арматурой высокой трудоемкости, разноплановой конструкционно и при относительно небольшой потребности в ней, в частности многослойных наружных стеновых панелей сельскохозяйственных зданий, других изделий, изготавливаемых относительно малыми сериями.

Многоотсечные стенд-формы — кассеты, конструктивное решение которых предполагает одновременное изготовление от двух (комплексные лестничные марши) до 12...14 изделий (внутренние стеновые панели и перегородки, резе — плиты перекрытий сплошного сечения). Кассеты включают формовочные отсеки и паровые (при одно-, либо двухстороннем подводе тепла), оснащаются системой навесных вибраторов, конденсатоотвода и пр. Характерной особенностью кассет является возможность разнонаправленного перемещения (с помощью гидроавтоматического или механического привода) в горизонтальном направлении каждого из составляющих ее вертикально расположенных отсеков. Таким образом обеспечивается доступ в отсек для выполнения распалубочных, подготовительных работ и армирования кассеты. Формование изделий и их ТО осуществляется на собранной кассете.

Объемные стенд-формы предназначены для изготовления блок-комнат зданий объемно-блочного строительства, санитарно-технических кабин, элементов шахт лифтов, силосов, коллекторов, разнообразных хранилищ и т.п. Характеризуются наличием стационарного (в ряде случаев смешанного по вертикальной или горизонтальной оси) сердечника, конфигурация и размеры которого соответствуют внутренней части (полости) изготавливаемого изделия, а также наличием разборной внешней бортоснастки — бортов откидных (съемных) для изделий прямоугольного сечения в плане или разъемных форм (преимущественно полуформ с шарниром и стыком-разъемом) для изделий кольцевого сечения. Для облегчения распалубки изделий конструкция сердечника имеет технологический уклон с сужением в верхней части, кроме этого в большинстве установок предусмотрены устройства «подрыва» изделий (первоначального смещения по вертикальной оси в сторону сужения сердечника) путем либо подъема опорной рамы с изделием (при открытых бортах

или вместе с внешней частью формы), либо (в отдельных случаях) опусканием сердечника. Далее изделия снимают и транспортируют краном с помощью специальных траверс, конфигурация и размеры которых обеспечивают вертикальную передачу усилия от массы изделия на его монтажные петли. В конструкциях объемных стенд-форм предусмотрен либо односторонний (преимущественно) подвод тепла (чаще — паровые рубашки и подвод по трубопроводам горячего масла, пара, воды, реже — электронагреватели в виде греющих проводов, кабелей, ТЭНов) со стороны сердечника, либо двухсторонний — со стороны внешней формы, в частности для ТО наружной стены объемной блок-комнаты, изготавливаемой со слоем утеплителя по варианту «колпака» (при отдельном изготовлении плиты пола).

Стенд-поддоны с набором бортов на магнитах позволяют «составлять» определенные сочетания (для изготовления) однотипных или отличающихся изделий. Подача бетона и формование изделий осуществляется с помощью бетонораздатчиков, бетоноукладчиков и переносных бункеров (бадей), глубинных вибраторов, виброреек (вибронасадок). Тепловая обработка изделий осуществляется преимущественно с односторонним подводом тепла от греющего поддона. При изготовлении трехслойных изделий с утеплителем для прогрева верхнего слоя бетона целесообразно дополнительно использовать термоактивные гибкие покрытия (ТАГП), выполненные с использованием греющих проводов или на токопроводящих лентах из графитосодержащих тканей.

Варианты компоновочных решений технологических линий с короткими стендами представлены на рис. 2.5–2.8.

Для приведенных на рис. 2.5, *а, б* вариантов изготовления безраскосных ферм заготовка напрягаемой и ненапрягаемой арматуры осуществляется в арматурном цеху, и затем доставляется в формовочный цех самоходной телегой 13.

По варианту рис. 2.5, *а* напряжение арматуры осуществляют на упоры-стенки пропарочной камеры, по варианту рис. 2.5, *б* — на конструкции силовой формы. В результате в первом случае форма менее металлоемка, так как служит в качестве формообразующей бортоснастки, но увеличивается расход напрягаемой арматуры за счет увеличения длины напрягаемых арматурных элементов. При проектировании новых и реконструкции действующих подобных производств следует учитывать эти особенности с позиции как первоначальных затрат, так и с учетом затрат эксплуатационных, в частности на арматурную сталь, используемую для преднапряжения изделий.

На рис. 2.6 приведен вариант компоновочного решения стендовой технологической линии со стенд-камерами для изготовления раскосных ферм пролетами 18 и 24 м. В этом случае заготовка преднапрягаемой арматуры в виде пакетов (арматурных элементов в виде пучков, прядей из проволоки или индивидуальные элементы из канатов) осуществляется в формовочном цеху. Ненапрягаемая арматура (каркасы, сетки,

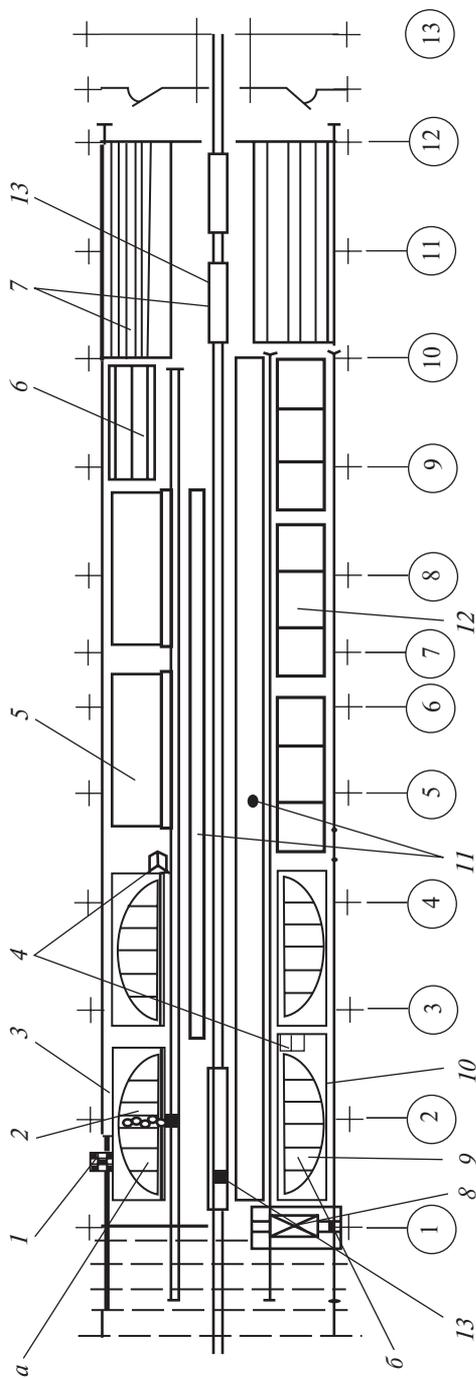


Рис. 2.5. Принципиальные компоновочные решения линий с короткими стеллами:

a — для изготовления ферм в стелл-камерах; *б* — в силовых формах под составными крышками-коллаками; 1 — балка самоходная (съемная) для подачи бетонной смеси; 2 — бетонораздатчик консольный; 3 — стелл-камера; 4 — станции и гидромомкраты для натяжения арматуры; 5 — крышка(и) камеры; 6 — пост ремонта-доводки изделий; 7 — пост выдержки; 8 — бетонораздатчик с подвижным бункером; 9 — силовая форма; 10 — стелл с гидрозатвором (по контуру); 11 — места складирования арматуры и др.; 12 — сборная крышка-коллак (теплоизолированный); 13 — телеги самоходные (для доставки арматуры и вывоза готовой продукции)

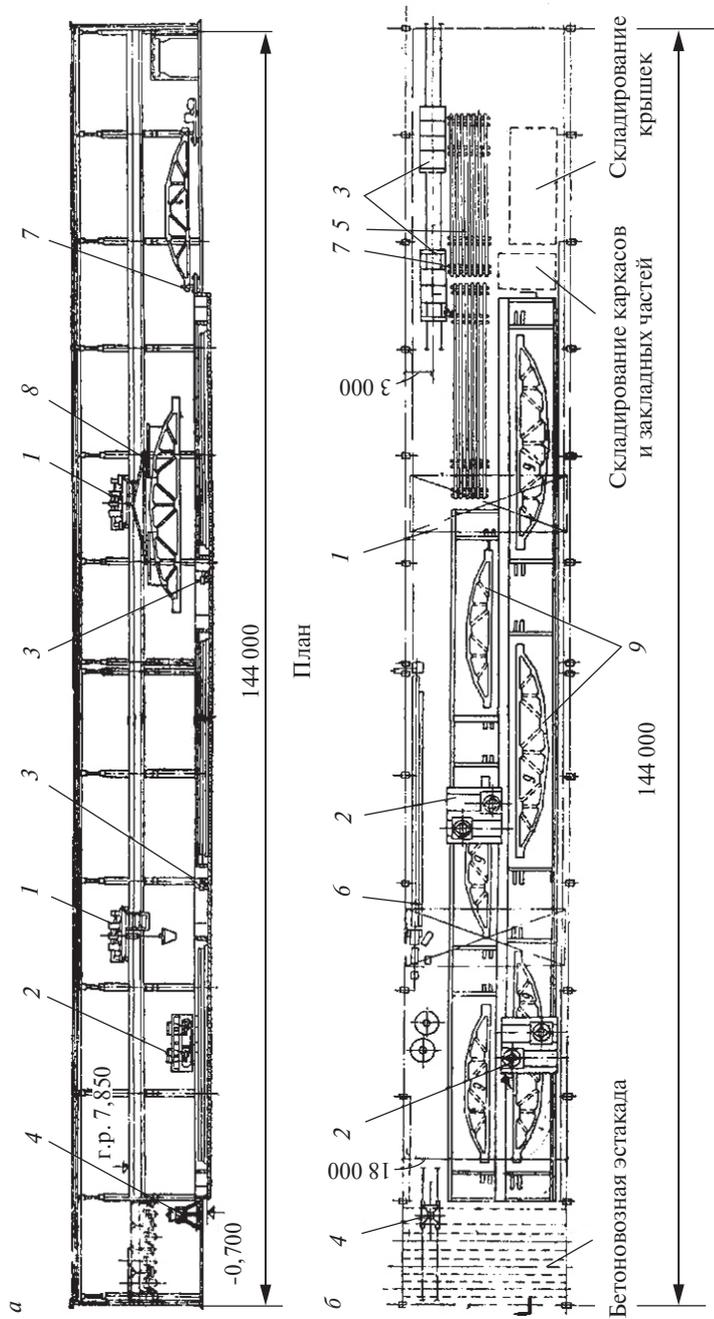


Рис. 2.6. Вариант линии коротких пакетных стенов со стенов-камерами для изготовления раскосных ферм пролетом 18 и 24 м (продольный разрез и план) (а, б):

1 – мостовой кран; 2 – бетоноукладчик; 3 – бетоноукладчик; 4 – балка для подачи бетонной смеси; 5 – тележка с прицепом для вывоза готовой продукции; 6 – установка для заготовки напряженной арматуры; 7 – кассеты для складирования ферм; 8 – траверса; 9 – формы

закладные детали и др.) в данном варианте компоновки технологической линии завозится из арматурного цеха электрокарами (отсутствует телега доставки арматуры).

На рис. 2.7, 2.8 приведены вариант компоновки стендовой технологической линии, оснащенной кассетами для изготовления внутренних стеновых и перегородочных панелей (реже плит перекрытий) сплошного сечения для зданий крупнопанельного (и иного) строительства, и схема устройства кассетной формовочной установки.

Учитывая, что в кассетах вертикально формируют изделия, высота которых может достигать 3 м и более, их располагают с заглублением относительно уровня пола производственного помещения (цеха). В кассете одновременно изготавливают до 12...14 изделий. Обычно формовочные отсеки каждой кассеты (или нескольких) оборудуются под выпуск изделий необходимых типоразмеров, конфигурации, особенностей (например, того или иного варианта устройства скрытой электропроводки, ее «выходов» на поверхность стены (потолка) и др.).

В этой связи для каждой кассеты в арматурном цеху изготавливают и собирают «индивидуальный» набор арматурных каркасов для каждого из отсеков (формируемых изделий). Этот набор комплектуют, доставляют к кассете (перед каждой из них предусмотрено место вертикального расположения арматурных элементов данного набора) и располагают в порядке, чтобы арматурный каркас последнего отсека был первым, а каркас первого отсека — последним в этом наборе. Связано это с тем, что при выполнении операций армирования кассеты вначале устанавливают арматуру, элементы скрытой электропроводки (при необходимости) и пр., относящиеся к последнему формовочному отсеку, фиксируют его в собранном виде, а затем последовательно армируют и фиксируют остальные отсеки, заканчивая армирование и сборку кассеты работой с ее первым отсеком.

Устройство кассетной установки (рис. 2.8) включает силовой пространственный каркас (названный на схеме распалубочной машиной), который выполняет несущую функцию, обеспечивая жесткость конструкции кассеты. На нем расположены перемещаемые стенки (отсеки) кассеты, силовой привод ее сборки-разборки, элементы разводки пара, слива конденсата, навесные вибраторы и другие элементы оснащения кассеты.

При распалубке кассеты по окончании ТО работы начинают с первого отсека (отодвигая его после расфиксации замковых устройств подвижной передней стенки, при зафиксированных остальных отсеках), завершая последним. Чистка отсеков осуществляется по ходу распалубки кассеты, смазка — отдельно по отсекам по ходу распалубки или очищенной кассеты в целом. Армирование и сборку осуществляют поотсечно, начиная с последнего и заканчивая первым отсеком.

Формование кассеты должно осуществляться с послойной укладкой по высоте и уплотнении бетона при равномерном распределении бетон-

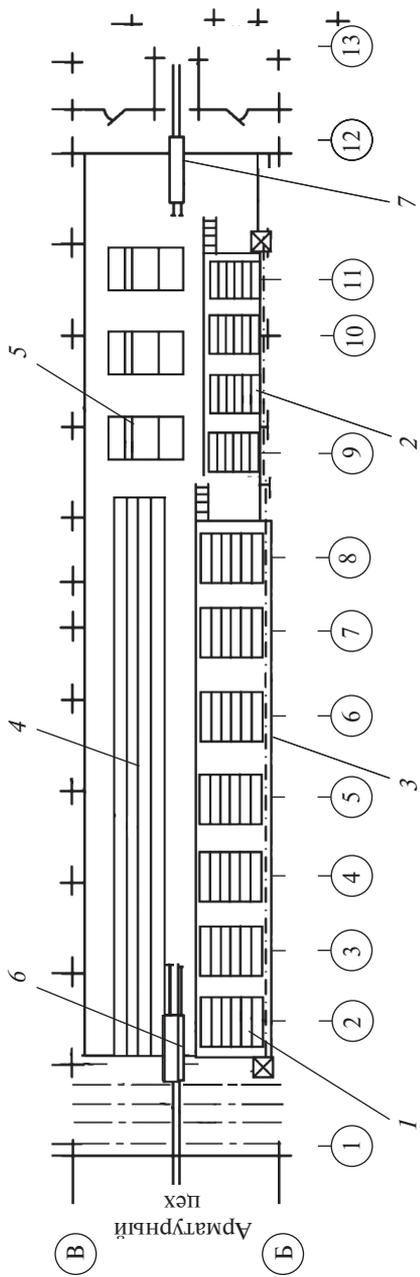


Рис. 2.7. Вариант компоновки линии кассетного производства изделий:

1 – кассетные установки основного производства; 2 – кассетные установки для изготовления элементов добора (лестничные марши, плиты и экраны лоджий (балконов), плиты парапета и др.); 3 – линия подачи бетонной смеси; 4 – конвейерные элементы добора, ремонта, выдержки изделий; 5 – посты доводки, ремонта, выдержки изделий; 6, 7 – телеги завоза арматуры и вывоза готовой продукции

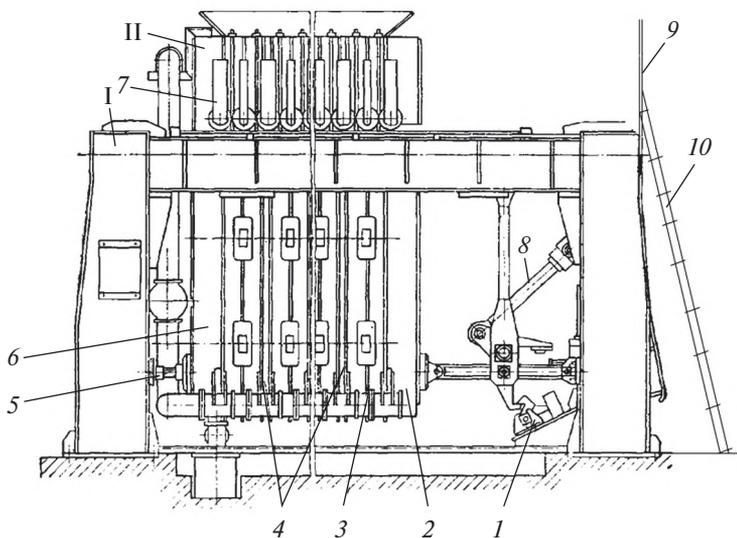


Рис. 2.8. Схема кассетной формовочной установки:

I – распалубочная машина; II – кассета; 1 – фиксатор; 2, 3, 4, 6 – стенки отсеков кассеты; 5 – регулировочный винт; 7 – роlikопора; 8 – гидроцилиндр с системой рычагов для сборки-разборки кассеты; 9 – ограждение; 10 – арматурные элементы

ной смеси в плане конструкции в соответствии с требованиями технологического регламента на изготовление изделий.

Распалубленные изделия из кассет подают краном на линии доводки (отделки). Они могут быть в варианте конвейерных линий (подвесных либо рольганговых (опорных), либо стационарными постами на одно изделие (см. рис. 2.7). Выполняемые на линиях (постах) операции доводки в основном включают шпатлевание отделяемых поверхностей изделий (придание им надлежащего качества), обработку элементов скрытой электропроводки, очистку закладных деталей и др. Одновременно эти линии (посты) обеспечивают необходимое время выдерживания (остывания) изделий в зимний период работ, т.е. выполняют функции постов выдержки. Кроме этого (по завершении доводки-отделки), здесь могут осуществляться операционный контроль качества и приемка изделий отделом технического контроля.

Сравнительная характеристика длинных и коротких стендов. Продолжительность технологического цикла ($T_{ц}$, ч) изготовления одинаковых изделий на линиях длинных стендов существенно (в 1,5...2 раза и более) превышает время цикла (или оборота) коротких стендов. Связано это в первую очередь с тем, что технологические операции преимущественно выполняются последовательно от момента окончания ТО и начала распалубки изделий из всех форм длинного стенда, до начала очередной ТО, которую осуществляют одновременно для всех стенд-форм (изделий).

При этом наибольшей трудоемкостью и продолжительностью характеризуются операции армирования предварительно напряженной арматурой, включающие раскладку арматурных элементов, их фиксацию в зажимах, упорах, фиксацию их расположения в соответствии с проектным положением, толщин защитных слоев, выравнивание при групповом натяжении, натяжение (1-й и 2-й ступени) и другие сопутствующие операции.

Для сокращения времени технологического цикла длинных стендов по мере возможности стремятся использовать прием параллельного выполнения ряда операций, в частности при чистке-смазке стэнд-форм, армировании ненапрягаемой арматурой, при бетонировании, отделке поверхности изделий и других операциях.

Вместе с тем по показателю $T_{ц}$, ч длинные стенды уступают коротким.

Переналаживаемость, т.е. возможность переоснащения технологической линии для организации выпуска продукции изменяющейся номенклатуры (разных типоразмеров, схем армирования, конструктивных особенностей, а зачастую — иного вида). Это понятие имеет название *гибкость технологии*, т.е. ее приспособленность к изготовлению изделий широкой номенклатуры по мере необходимости.

В большей степени к изменениям номенклатуры подходят технологические линии коротких стендов. Особенно, если выпуск изделий осуществляется малыми партиями. На линиях коротких стендов принципиально возможен вариант постоянного изготовления разнотипных изделий. В частности, именно для такого варианта производства приспособлены линии стэнд-поддонов, оснащаемые (укомплектованные) соответствующими наборами съемной бортоснастки с магнитами для фиксации на поддонах.

Расход напрягаемой арматуры при изготовлении изделий одного типа существенно меньше при их производстве на длинных стендах, как и удельные затраты времени на операции, связанные с процессом предварительного напряжения арматуры. В этом случае напряжение осуществляется на всю длину стенда, включающего ряд форм. При этом в компоновочных решениях длинных стендов уменьшается расстояние между формами, что позволяет уменьшить длину арматурных элементов и снизить расход преднапрягаемой арматуры (высокопрочной проволоки, прядей и пучков на ее основе, канатов, стержневой арматуры), стоимость которой весьма высока и существенно влияет на себестоимость продукции.

Особенности компоновки технологических линий длинных и коротких стендов для изготовления длинномерных преднапряженных железобетонных изделий (ферм, балок и других пролетом более 12 м) характеризуются тем, что за счет уменьшенного расстояния между формами длинные стенды позволяют располагать большее количество стэнд-форм на одной технологической линии. В частности, линии длинных стендов для изготовления 18-метровых ферм, размещенные в типовом (144 м)

пролете «УТП-1», комплектуются пятью стенд-формами, в то время как линии коротких стендов – четыремя. Менее металлоемки и сами формы, так как выполняют функцию формообразующей бортоснастки, а натяжение арматуры осуществляется на упоры стенда.

Рациональная область применения технологических линий длинных или коротких стендов при проектировании новых или реконструкции действующих производств на основании изложенного может быть определена следующим образом.

Длинные стенды рациональны при изготовлении однотипных изделий большими сериями постоянной (редко изменяемой) номенклатуры, включая возможное изменение схем армирования напрягаемой арматурой (количество напрягаемых элементов, их вид и расположение (например, в рабочих поясах ферм, балок и др.), с учетом того обстоятельства, что за один оборот стендовой линии изготавливают изделия одного типа.

Стендовые технологические линии, *оснащенные короткими стендами*, целесообразны к использованию при выпуске изделий относительно небольшими партиями (сериями), с перспективой перехода (переналадки) на выпуск продукции иной номенклатуры.

Вместе с тем следует учитывать существенную роль типажа изделий, т.е. специализации бортоснастки (форм) и оборудования. Например, стенды для изготовления балок, ферм, большепролетных плит-оболочек и других изделий не могут быть взаимозаменяемыми.

В большей мере для напрягаемых изделий обеспечивается возможность переналадки (переоснащения) при изготовлении их в стенд-камерах (или иных вариантах с выносными упорами (см. рис. 2.8)). В этих случаях конструкции форм облегчены, так как обеспечивают только формообразующую функцию.

При изготовлении ненапрягаемых изделий этим критериям в большей мере соответствуют стенд-поддоны с наборами бортов на магнитах.

Во всех случаях проектирования стендовых линий (как, впрочем, и любых иных) необходим анализ и оценки вариантов с позиции экономичности, учета текущей потребности в производимой продукции и перспектив ее изменения.

2.2. Конвейерный способ производства

2.2.1. Общая характеристика способа

Сущность конвейерного способа производства бетонных и железобетонных изделий заключается в том, что технологический процесс их изготовления разделяется на элементные циклы, которые выполняются на соответствующих постах (распалубки, подготовки форм, армирования и т.д.) одновременно.