



Э. И. Батяновский

Технология производства железобетонных изделий

**Для студентов
учреждений
высшего образования**

УДК 666.97.03(075.8)
ББК 38.626.1я73
Б28

Рецензенты: кафедра «Промышленные и гражданские сооружения» Белорусского государственного университета транспорта (заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент *А.А. Васильев*); заведующий кафедрой «Строительные конструкции, здания и сооружения» Белорусско-Российского университета доктор технических наук, профессор *С.Д. Семенюк*

Батяновский, Э. И.

Б28 Технология производства железобетонных изделий : учебное пособие / Э. И. Батяновский. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 319 с. : ил.

ISBN 978-985-06-3015-5.

Изложены основы современных технологий цементных конструкционных бетонов и заводского производства бетонных и железобетонных изделий. Приведены примеры компоновочных решений и технического оснащения технологических линий изготовления бетонных и железобетонных изделий. Рассмотрены особенности технологий стандового, конвейерного, агрегатно-поточного и смешанного способов производства, включая производство преднапряженных изделий (конструкций) и расчет параметров преднапряжения арматуры механическим, электротермическим и термомеханическим способами.

Для студентов учреждений высшего образования по специальности «Производство строительных изделий и конструкций» и других специальностей строительного профиля, преподавателей учреждений высшего и среднего специального образования. Может быть полезно инженерно-техническим работникам строительной отрасли.

УДК 666.97.03(075.8)
ББК 38.626.1я73

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

ISBN 978-985-06-3015-5

© Батяновский Э.И., 2019
© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа”», 2019

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

1.1. Структура технологического процесса

Технологический процесс изготовления сборных бетонных и железобетонных изделий представляет собой совокупность отдельных технологических «элементных» процессов, состоящих из отдельных операций, начиная от приема исходных материалов и заканчивая контролем качества, приемкой и отгрузкой готовых изделий потребителю. Эта общая последовательность выполнения всей совокупности технологических операций практически не зависит от принятого способа (технологии) производства и присуща всем практикуемым способам: стендовому, конвейерному, агрегатно-поточному и смешаным, реализуемым на соответствующих технологических линиях. Конкретика выполнения элементных циклов и составляющих их технологических операций (например, цикла армирования или формования) зависит от принятого способа (технологии) производства. Одни и те же операции (например, напряжение арматуры или укладка и уплотнение бетона) могут выполняться с использованием разного оборудования, способов и приемов реализации, присущих принятой технологии производства и соответствующего оснащения (оборудования) технологических линий.

На рис. 1.1 представлена общая принципиальная технологическая схема производственного процесса изготовления сборных железобетонных и бетонных изделий. Указанные элементные циклы выполняются в приведенной последовательности, составляя общий технологический цикл. Некоторые из них (в частности, подготовка форм (бортоснастки), армирование) осуществляются преимущественно предварительно, а в отдельных случаях параллельно с приготовлением бетона и транспортированием его к месту формования изделий. Эти особенности технологического процесса изготовления изделий рассмотрены далее в разделе, относящемся к особенностям разных способов его организации и реализации.

Каждый элементный цикл принципиальной технологической схемы включает подразделы, которые отражают либо основные способы и приемы его осуществления (например, виды транспортных средств при доставке материалов), либо основные вопросы, касающиеся данного элементного цикла и подлежащие подробному рассмотрению и изучению в процессе обучения. Совокупность элементных циклов и относящихся к ним подразделов (вопросов), отраженных в принципиальной технологической схеме, составляют основное содержание настоящего раздела учебного пособия.



Рис. 1.1. Принципиальная технологическая схема производства бетонных и железобетонных изделий

1.2. Генеральный план и общие компоновочные решения производственных корпусов

Проектирование генерального плана (далее – генплан). Генплан – графическое изображение всех зданий и сооружений завода сборного железобетона, а также складов, инженерно-технических коммуникаций, сети организации обслуживания и охраны предприятия, элементов благоустройства территории (рис. 1.2–1.4).

Комплекс работ по проектированию генплана можно разделить на следующие основные этапы: сбор данных по территории участка; учет общих требований, предъявляемых к генплану промышленных предприятий; размещение зданий и сооружений и общая компоновка генплана; технико-экономические показатели генплана.

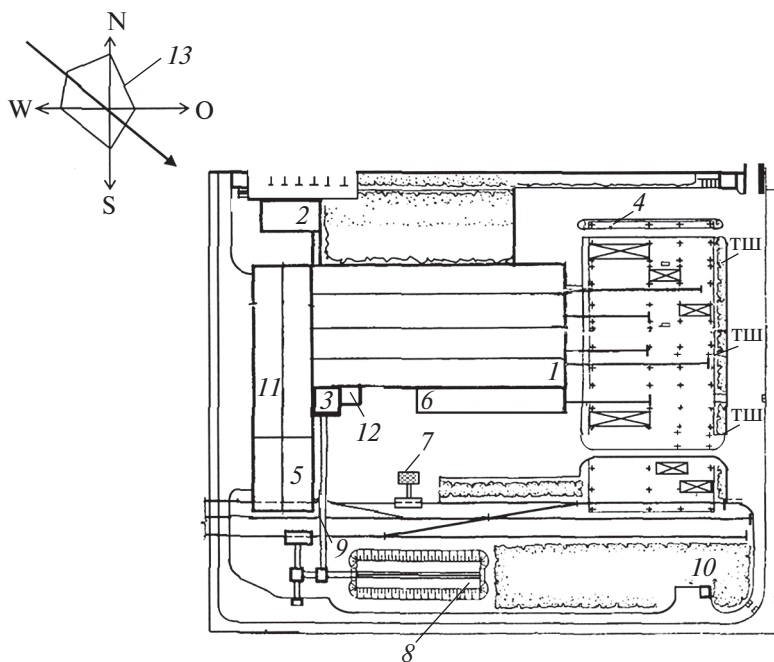


Рис. 1.2. Принципиальное компоновочное решение генплана завода ЖБИ общественного назначения:

1 – производственный корпус; 2 – административно-бытовой корпус; 3 – БСЦ; 4 – склад готовой продукции; 5 – арматурный цех со складом металла; 6 – ремонтно-механический цех (РМЦ) с блоком вспомогательных служб; 7 – склад цемента; 8 – склад заполнителей; 9 – галерея подачи заполнителей; 10 – склад горючесмазочных материалов; 11 – материально-технический склад и вспомогательные производства; 12 – участок приготовления растворов химических добавок; 13 – роза ветров

Сбор данных по территории участка для проектирования генплана осуществляют с целью определения пригодности территории для строи-

тельства предприятия сборного железобетона и подготовки материалов по обоснованию выбора площадки строительства. Это производят после технико-экономических изысканий, изучения сырьевой и энергетической баз района, топливных и водных ресурсов, строения грунтов, метеорологических и других данных с учетом схемы районной планировки, составленной на основе перспективных планов развития народного хозяйства.

Учет общих требований, обязательных для проектирования генерального плана, производят в соответствии с действующими строительными нормами. Основным условием производственного процесса является обеспечение поточности, исключение встречных технологических потоков. Производят анализ состава зданий и сооружений предприятия для рационального размещения всех производств согласно принятой технологии производства изделий и конструкций. При этом за основу принимают выбранную технологическую схему и соответствующую ей последовательность технологических процессов (от поступления материалов до выпуска продукции), а также ориентировочный состав предприятия: 1) здания цехов основного производства (формовочный, арматурный, бетоносмесительные цеха и другие производства); 2) здания вспомогательных цехов (ремонтно-механический, материальной комплектации и т.д.); 3) энергетическое хозяйство для снабжения паром, электроэнергией, теплотой (ТЭЦ, трансформаторы, котельные); 4) складское хозяйство (сырье, топливо, оборудование и т.д.); 5) объекты административно-хозяйственного и бытового назначения (управление, столовая, проходная, здравпункт); 6) транспортные и инженерно-технические коммуникации (гаражи, дороги, линии газо-, водопровода, электроснабжения и т.д.); 7) элементы благоустройства (озеленение, тротуары, скверы, киоски, павильоны и т.д.).

Расположение зданий должно обеспечивать санитарно-технические и противопожарные требования: 1) здания, где выделяются газ, дым и пыль, располагают к прочим зданиям и населенным пунктам с подветренной стороны (господствующие ветры) либо предусматривают защитные зоны шириной 50 м; 2) здания с шумным производством отделяют защитной зоной от общих и жилых зданий; 3) нельзя возводить на территории предприятия жилые здания и сооружения при расстоянии до открытых складов с пылью не менее 20 м, до административно-конторских зданий – не менее 50 м; 4) пожароопасные сооружения необходимо располагать с подветренной стороны, ко всем зданиям предусматривают удобный подъезд; устраивают пожарные гидранты, минимальные размеры между зданиями устанавливают по пожароопасности и степени огнестойкости зданий, противопожарные разрывы колеблются от 10 до 30 м, а санитарные разрывы между зданиями должны быть не менее наибольшей высоты одного из них; 5) обеспечивают общие архитектурно-строительные требования благоустройства и озеленения территории; увязывают с соседними районами и предприятиями.

Приведенные на рис. 1.2–1.4 варианты принципиальных компоновочных решений заводов ЖБИ разного назначения разработаны на основе унифицированных типовых пролетов УТП-1, УТП-2 (рис. 1.5).

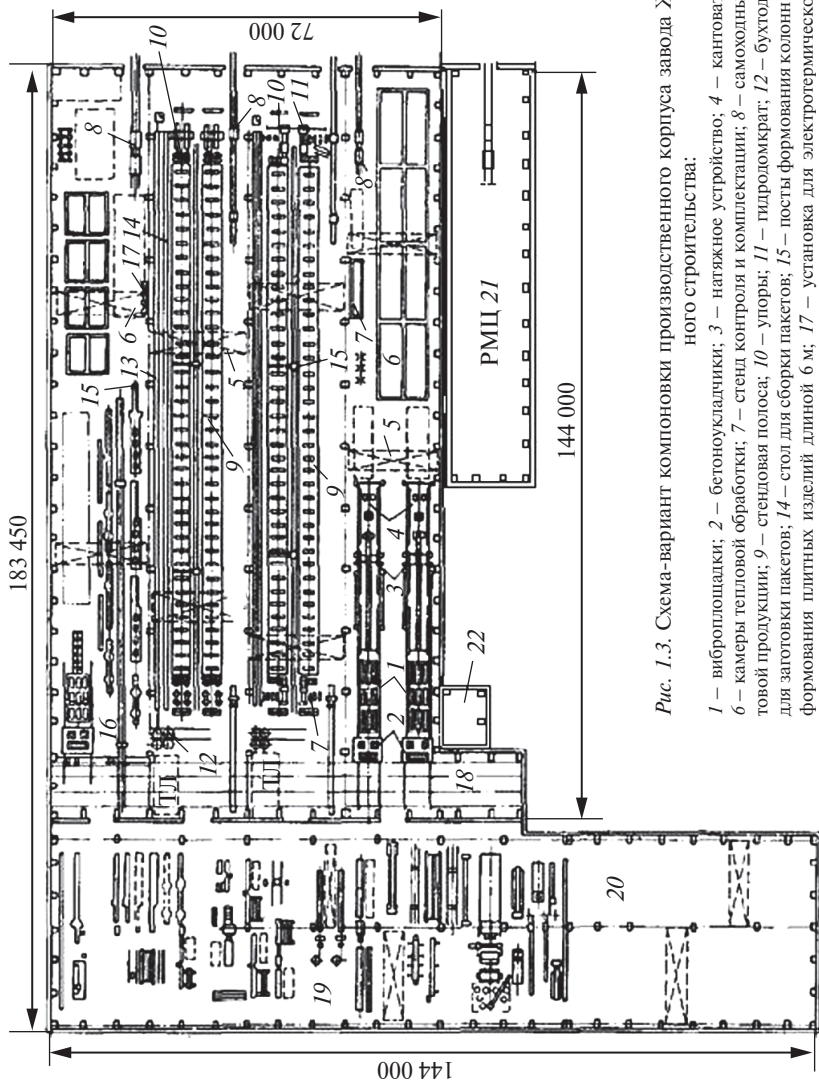


Рис. 1.3. Схема-вариант компоновки производственного корпуса завода ЖБИ для промышленного строительства:

1 — виброплотщадки; 2 — бетоноукладчики; 3 — натяжное устройство; 4 — кантователь; 5 — мостовой кран; 6 — камеры тепловой обработки; 7 — стенд контроля и комплектации; 8 — самоходные тележки для вывоза готовой продукции; 9 — стелловая полоса; 10 — опоры; 11 — гидродомкрат; 12 — бухтодержатель; 13 — установка для заготовки пакетов; 14 — стол для сборки пакетов; 15 — посты формирования колонн; 16 — виброплотщадка для формирования плитных изделий длиной 6 м; 17 — установка для электротермического натяжения арматуры; 18 — эстакада подачи бетонной смеси; 19 — арматурный цех; 20 — склад металла; 21 — РМЦ; 22 — участок приготовления растворов химических добавок

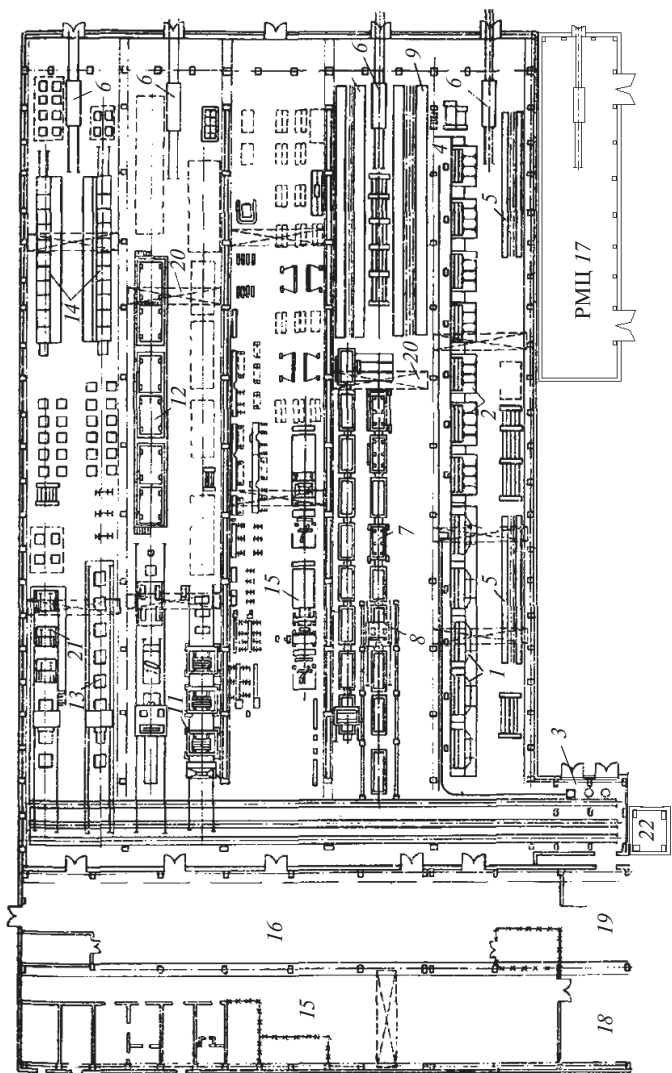


Рис. 1.4. Схема-вариант компоновки производственного корпуса завода крупнопанельного домостроения (КПД):

1 – кассеты для производства панелей перекрытий; 2 – кассеты для производства внутренних стен; 3 – кассеты для производства внутренних стен; 4 – передвижной гаситель; 5 – конвейер отделки панелей перекрытий и внутренних стен; 6 – тележка для вывозки готовой продукции; 7 – конвейерная линия с термомодами по производству панелей наружных стен; 8 – виброформовочный агрегат; 9 – конвейер отделки панелей наружных стен; 10 – агрегатно-поточная линия доборных изделий; 11 – формы для заготовок санитарно-технического и электротехнического оборудования; 12 – ямные камеры; 13 – посты формирования санитарно-технических кабин; 14 – конвейер отделки санитарно-технических кабин; 15, 16 – арматурный цех; 17 – РМЦ; 18 – склад металла; 19 – материально-техническое производство и склад; 20 – краны мостовые; 21 – участок изготовления подлонов для санитарно-технических кабин; 22 – участок приготовления растворов химических добавок

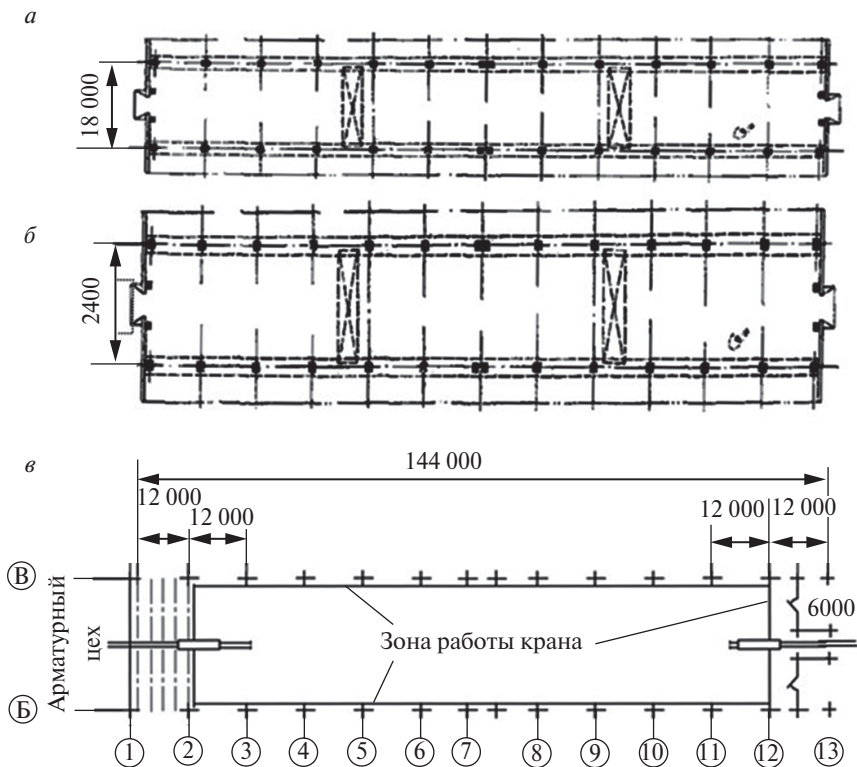


Рис. 1.5. Унифицированные типовые пролеты:

a – 18×144 м (УТП-1); *б* – 24×144 м (УТП-2); *в* – общая компоновочная схема типового проекта

Технико-экономические показатели, которые учитываются при разработке генпланов проектируемых предприятий и характеризуют их соответствие устоявшейся практике проектирования, представлены в табл. 1.1.

Как следует из рис. 1.2–1.4 производственные корпуса заводов сборного железобетона состоят из расчетного количества типовых унифицированных пролетов «УТП-1» и (или) «УТП-2» (рис. 1.5), в которых располагается оборудование производственных технологических линий.

Таблица 1.1. Технико-экономические показатели генерального плана предприятия

| Наименование показателей | Рекомендуемые показатели | |
|--------------------------|--------------------------|----------|
| | Единица измерения | Величина |
| 1 | 2 | 3 |
| Площадь территории | м ² | По факту |
| Площадь застройки | м ² | По факту |

| 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; перемена форм, изделий и других грузов). Компонентные 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 формируют 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, резе – 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 натягаться с помощью полиспастов. В этом случае арматурный элемент сматывается с бухты (при необходимости «сращивается» (соединяется) для обеспечения необходимой длины) через неподвижный полиспаст-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 натягать арматуру групповым (по количеству арматурных элементов) захватом. Несмотря на очевидную сложность данного приема и несколько повышенный расход арматуры (за счет запасовки в полиспастах), 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.

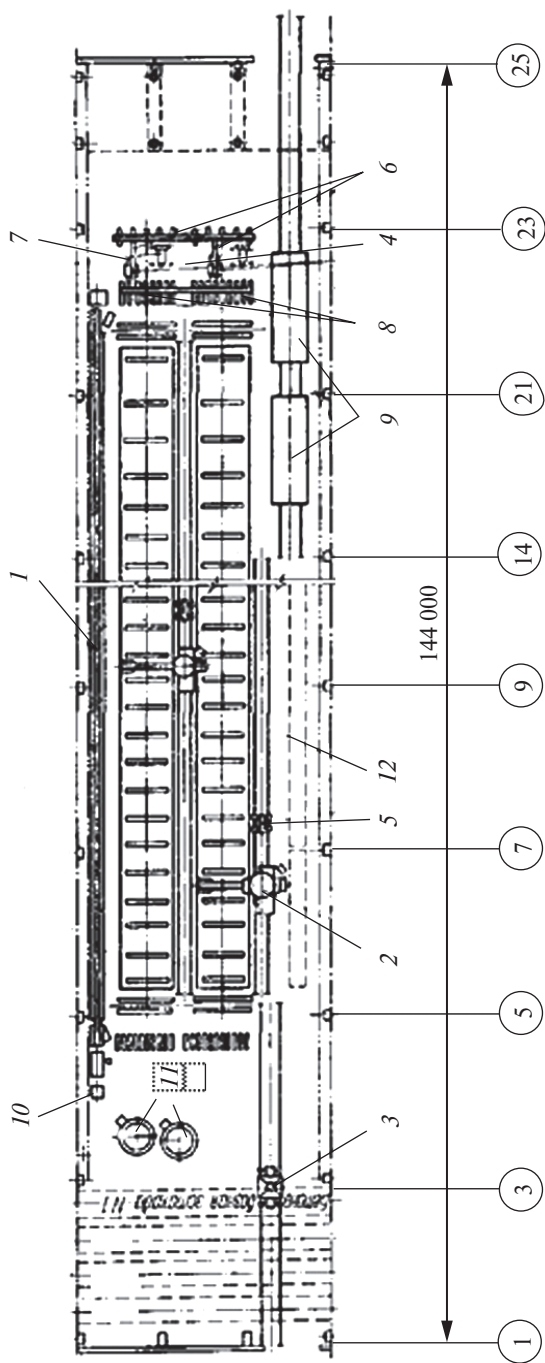


Рис. 2.1. Схема длинного (пакетного) стенда:

1 — линия заготовки пакетов напрягаемой арматуры; 2 — бетонораздатчик; 3 — балка самоходная; 4 — гидроломкрат; 5 — гидроломкрат; 6 — тележка питания виброинструмента; 7 — насосная станция; 8 — насосная станция; 9 — самоходная тележка с прицепом для вывоза готовой продукции; 10 — бухтодержатели; 11 — пост хранения запаса арматуры; 12 — посты (участок) выдержки, ремонта (доводки), контроля изделий

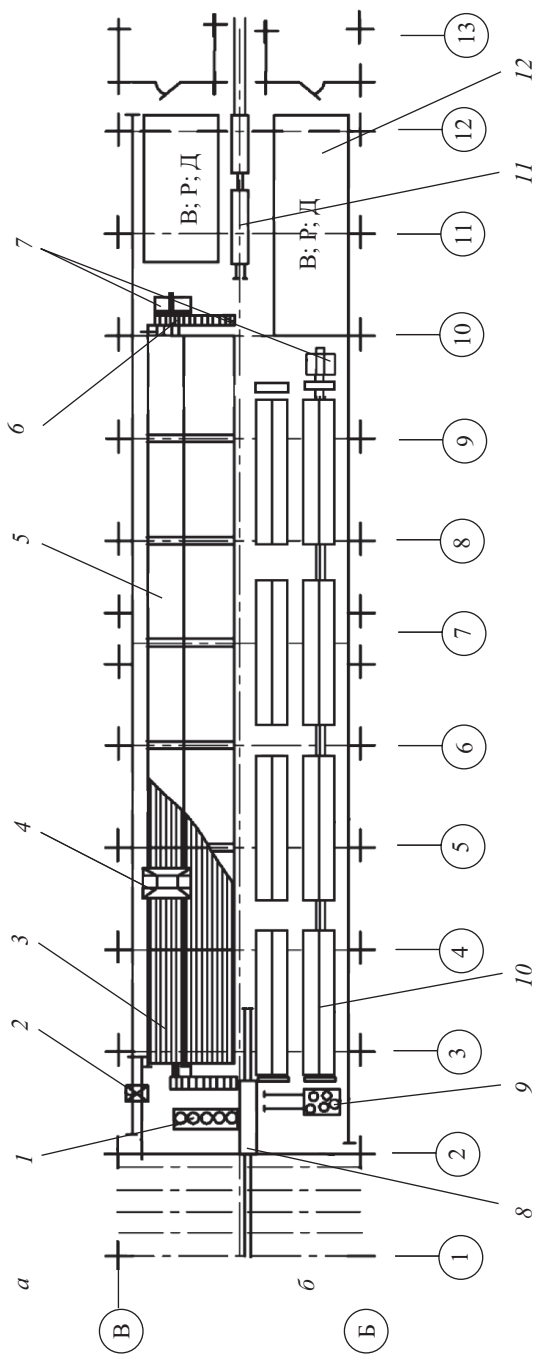


Рис. 2.2. Принципиальная схема длинного протяжного створа:

a – вариант изготовления предварительно-армированных свай (без поперечного армирования створа); *б* – вариант двукратных железобетонных предварительно напряженных балок; 1 – бухтодержатели (неподвижные); 2 – балка самоходная; 3 – стэнд свай; 4 – бетоноукладчик (раздатчик); 5 – крышка(и) камеры; 6 – опоры; 7 – станции и гидромомкраты для натяжения арматуры; 8 – телега заезда бухт арматуры; 9 – бухтодержатель (перемещаемый); 10 – стэнд-форма (2 балки); 11 – телега вывоза продукции; 12 – пост (участок) выдержки, ремонта (доводки), контроля изделий; В – пост выдержки; Р – пост ремонта; Д – пост доводки изделий

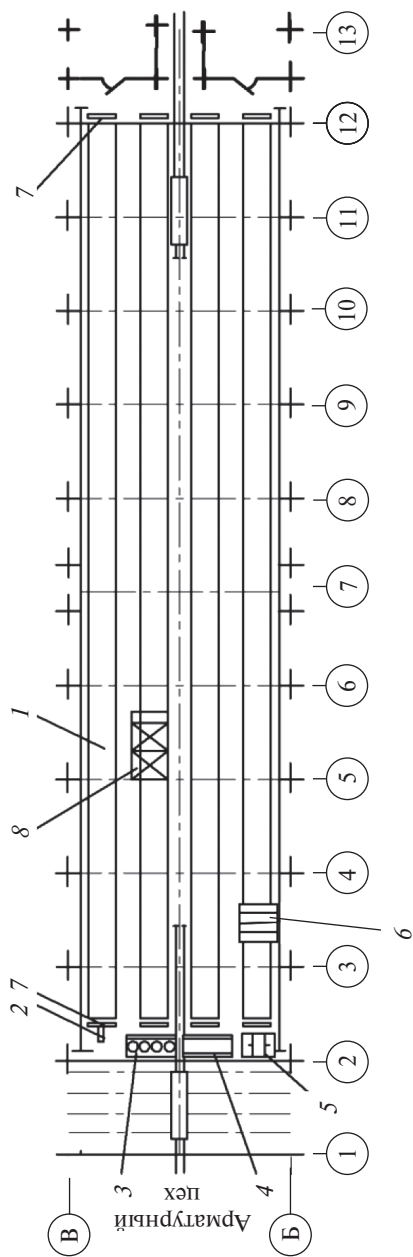


Рис. 2.3. Принципиальная схема длинного протяжного стенда с греющим поддоном:

I — греющий поддон — стенд; 2 — установка для натяжения арматуры; 3 — машина для раскладки арматуры; 4 — машина для раскладки арматуры; 5 — машина для раскладки арматуры; 6 — установка для очистки массы; 7 — упоры стенда; 8 — формующий агрегат; 1 — (13) — оборудование для 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 формируемого «пласта» с уплотнением за счет прессующего 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 формирования.

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;
- бады 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, формующие 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 формующую «пару» и обеспечивают вариант безопалубочного формования изделий «на поддон».

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Список сокращений | 3 |
| Предисловие | 5 |
| 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗО-БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ | 6 |
| 1.1. Структура технологического процесса | 6 |
| 1.2. Генеральный план и общие компоновочные решения производственных корпусов | 8 |
| 2. СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ, КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ | 13 |
| 2.1. Стендовый способ производства: сущность, область применения, типы технологических линий | 13 |
| 2.2. Конвейерный способ производства | 30 |
| 2.2.1. Общая характеристика способа | 30 |
| 2.2.2. Типы и компоновочные решения конвейерных линий | 32 |
| 2.3. Агрегатно-поточный способ производства | 46 |
| 2.3.1. Сущность способа и рациональная область применения | 46 |
| 2.3.2. Основные типы технологических линий агрегатно-поточного способа производства | 47 |
| 2.4. Смешанные способы производства | 63 |
| 3. ДОСТАВКА, ХРАНЕНИЕ И ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БЕТОНА | 69 |
| 3.1. Цемент и минеральные добавки | 69 |
| 3.1.1. Дополнительная обработка, принципы выбора (назначения) вяжущего | 75 |
| 3.2. Крупный и мелкий заполнители | 81 |
| 3.2.1. Доставка и разгрузка заполнителей | 81 |
| 3.2.2. Типы складов для хранения заполнителей | 83 |
| 3.3. Минеральные и химические добавки | 92 |
| 3.4. Вода для бетона | 95 |
| 4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ К МЕСТУ ФОРМОВАНИЯ | 98 |
| 4.1. Компоновочные решения бетоносмесительных узлов (установок) .. | 98 |
| 4.2. Бетоносмесители, дозирование, приготовление бетонных смесей .. | 102 |
| 4.3. Транспортирование бетонной смеси к формовочным постам | 108 |
| 4.4. Особенности приготовления бетонных смесей с химическими добавками | 112 |
| 4.4.1. Химические добавки в бетон | 112 |
| 4.4.2. Приготовление, контроль качества и введение в бетон растворов добавок | 121 |
| | 317 |

| | |
|--|-----|
| 5. ФОРМЫ, БОРТОСНАСТКА И ПОДГОТОВКА ИХ К ФОРМОВАНИЮ ИЗДЕЛИЙ | 125 |
| 5.1. Классификационные отличия форм и требования к ним | 125 |
| 5.2. Разновидности форм. | 128 |
| 5.3. Подготовка форм к формированию изделий | 134 |
| 5.4. Смазка форм. | 135 |
| 6. АРМАТУРА И АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ .. | 138 |
| 6.1. Назначение, сортамент и свойства стальной арматуры | 138 |
| 6.2. Характеристики классов и марок стальной арматуры. | 145 |
| 6.3. Упрочнение стали | 149 |
| 6.4. Преднапряжение арматуры | 151 |
| 6.5. Неметаллическая арматура, фибробетон. | 159 |
| 7. ФОРМОВАНИЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ .. | 162 |
| 7.1. Формуемость (удобоукладываемость) бетонной смеси | 162 |
| 7.2. Общая характеристика способов формования. | 164 |
| 7.3. Вибрационный способ формования и уплотнения бетона | 168 |
| 7.4. Прессование и вибропрессование | 178 |
| 7.5. Безвибрационные способы формования. | 188 |
| 8. ТЕПЛОВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА И ЕГО СТРУКТУРА. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ | 193 |
| 8.1. Структура (пористость) цементного камня и бетона | 193 |
| 8.2. Основные технологические факторы, влияющие на плотность (пористость) бетона | 199 |
| 8.3. Тепловая обработка и структура цементного камня и бетона. | 201 |
| 8.3.1. Активность цемента. | 201 |
| 8.3.2. Влияние режима тепловой обработки на формирование структуры цементного камня и бетона | 203 |
| 8.4. Энергосберегающие технологии. | 208 |
| 8.5. Особенности контроля прочности бетона при низкотемпературной тепловой обработке | 213 |
| 9. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАВОДСКОЙ ОТДЕЛКИ, ДОВОДКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ | 215 |
| 9.1. Понятие первичной и вторичной отделки, требования к качеству поверхности | 215 |
| 9.2. Отделка «лицом вниз». Основные способы и технология выполнения работ | 218 |
| 9.3. Отделка «лицом вверх». Основные способы и технология выполнения работ | 221 |
| 9.4. Вторичная отделка поверхности. | 222 |
| 9.5. Понятие заводской готовности и доводка изделий | 224 |
| 9.6. Контроль качества продукции | 227 |

| | |
|--|-----|
| 10. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ И ОБЪЕМНО-БЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ | 230 |
| 10.1. Разновидности и изготовление объемных и объемно-блочных изделий | 230 |
| 10.2. Особенности технологии изготовления трубчатых изделий кольцевого сечения | 238 |
| 11. ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМОВАНИЯ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С НЕМЕДЛЕННОЙ РАСПАЛУБКой | 244 |
| 11.1. Общие положения | 244 |
| 11.2. Особенности технологии формования изделий разных видов | 252 |
| 11.3. Особенности формования стеновых блоков | 254 |
| Приложения | 256 |
| Литература | 316 |