

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЧАСТЬ 1

ПОТОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

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

Пенза 2016

УДК 69:658.527(075.8)

ББК 65.31+ 30.666 я73

О-75

Рецензенты: кафедра «Экономика, организация и управление производством» (кандидат экономических наук, доцент Е.В.Духанина) (ПГУАС);
генеральный директор ООО «Засечное» А.Н.Сафьянов (г.Пенза)

Основы организации и управления в строительстве. Ч.1.
Поточная организация производства на предприятиях строительного комплекса: учеб. пособие по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» / Н.М. Бемянская, Н.А. Шлапакова, С.Ю. Глазкова, Б.Б. Хрусталеv. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 224 с.

Рассмотрены технологии различных по характеру строительных процессов, специфика их организации, представлены способы проектирования процессов в пространстве и во времени, расчеты основных экономических параметров, дано обоснование эффективности организации поточного производства.

Содержатся формы необходимых таблиц, расчетные формулы, перечень нормативной и справочной литературы, на основании которой должны проводиться расчеты (могут быть использованы в НИР и ВКР).

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Экономика, организация и управление производством» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016

© Бемянская Н.М., Шлапакова Н.А.,
Глазкова С.Ю., Хрусталеv Б.Б., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Основы организации и управления в строительстве» состоит из двух частей:

Часть 1 – «Поточная организация производства на предприятиях строительного комплекса»;

Часть 2 – «Организация строительного производства».

Первая часть пособия, в свою очередь, состоит из двух разделов.

В первом разделе подробно представлены существующие технологии производства строительных изделий, сущность производственных процессов при изготовлении продукции в условиях заводов, различные формы их организации, расчеты при проектировании заводских поточных линий.

Технология и организация выполнения различных видов работ по строительству объектов жилого комплекса, оптимизация очередности их возведения, проектирование стройгенпланов, расчеты технико-экономических показателей строительства жилого комплекса описаны во втором разделе данного пособия.

Кроме того, в пособии представлена последовательность и порядок выполнения расчетов, которые могут быть использованы в НИР, самостоятельной работе, а также для выполнения технико-экономических расчетов в организационно-экономическом разделе выпускной квалификационной работы.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности капитального строительства зависит от комплексной подготовки производства, которая включает в себя не только технический, технологический, конструкционный, но и организационно-экономический компоненты. При этом следует иметь в виду, что подготовка должна охватывать также предприятия по производству строительных материалов, инженерных сетей и сооружений, организации по строительству дорог и ряд других предприятий, входящих в состав строительного комплекса.

В соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования направления подготовки 080301 «Строительство» при изучении дисциплины «Основы организации и управления в строительстве» у студентов должны быть сформированы следующие компетенции:

- знание основ российской правовой системы и законодательства, организации судебных и иных правоприменительных правоохранительных органов, правовых и нравственно-этических норм в сфере профессиональной деятельности;

- знание основных понятий и категорий экономики, экономических законов и закономерностей, экономических систем, а также основных этапов развития экономической теории;

- знание основных положений и задач строительного производства, видов и особенностей основных строительных процессов при возведении зданий и сооружений и их оборудовании, технологии их выполнения, включая методику выбора и документирования технологических решений на стадии проектирования и стадии реализации, специальные средства и методы обеспечения качества строительства, охраны труда, выполнения работ в экстремальных условиях;

- знание основ логистики, организации и управления в строительстве, формирование трудовых коллективов специалистов в зависимости от поставленных задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия и категории организации производства;
- законы и закономерности организации производственных систем;
- формы и методы организации процесса создания новой продукции;
- методику обоснования инженерных решений, принимаемых в процессе проектирования производственных систем;
- виды производственных структур;
- структуру производственного цикла, методы и пути сокращения длительности производственного цикла;

- принципы организации производственного процесса;
- методы разработки календарного плана цеха, участка;
- методы контроля и регулирования хода производства;
- методы управления производственными ресурсами предприятия;
- методы комплексного обеспечения функционирования производства, качества продукции и производственных процессов;
- методы оценки состояния и уровня организации производства;
- методы выявления организационных резервов;
- методы межфирменной организации производства;
- стратегии совершенствования производственной системы;

уметь:

– правильно организовывать рабочие места, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;

– уметь устанавливать состав рабочих операций и строительных процессов, обоснованно выбирать методы их выполнения, определить объемы, трудоемкость строительных процессов и потребное количество работников, специализированных машин, оборудования, материалов, полуфабрикатов и изделий, разрабатывать технологическую карту строительного процесса, оформлять производственные задания бригадам (рабочим), осуществлять контроль и приемку работ;

владеть:

– методами осуществления контроля над соблюдением технологической дисциплины и экологической безопасности;

– основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов;

иметь представление:

– о системе анализа моделей организованных систем, адаптации моделей к конкретным задачам управления;

– о методах принятия стратегических, тактических и оперативных решений в управлении производственной деятельностью организации;

– о методике определения показателей, характеризующих управленческую и финансовую деятельность предприятий с учетом отраслевой принадлежности;

– о современных подходах к системам управления и планирования предприятием (организацией).

1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОЙИНДУСТРИИ

1.1. Существующие технологии производства строительных изделий

1.1.1. Конвейерный способ производства

Различают три принципиально различных технологических способа производства сборных железобетонных изделий: конвейерный, агрегатный и стендовый. Целесообразность применения каждого способа производства железобетонных изделий определяется:

- характером и объемом производства;
- габаритами и технологичностью;
- общими условиями организации производства.

На рис. 1.1 представлены основные способы производства изделий.

В зависимости от принятой технологии изготовления сборных железобетонных изделий существует несколько разновидностей технологии конвейерного производства: 1) в горизонтальных формах; 2) на конвейерных линиях в кассетах (способ «подвижных щитов»); 3) на вибропрокатных станах; 4) виброштампованием.

При конвейерной технологии операции по изготовлению конструкции осуществляются на нескольких сложных рабочих местах (постах), а обрабатываемый материал, деталь (предмет труда) в процессе производства непрерывно перемещаются механически или автоматически от одного рабочего места к другому. Этот метод характеризуется принудительным шагом (ритмом) работы, т. е. перемещением формируемых изделий в строгой последовательности друг за другом через одни и те же посты и с определенной заданной скоростью передвижения. Внедрение конвейерного метода производства требует комплексной механизации всех операций и автоматического специализированного технологического оборудования. Важнейшим фактором в организации этого метода производства является механизация межоперационных передач, связывающих звенья технологического процесса в единую цепь. При этом транспортные средства должны служить не только для перемещения изделий, полуфабрикатов и других материалов с одного рабочего места на другое, но и для поддержания шага (ритма) поточной линии.

При конвейерном методе производственный процесс расчленяется на отдельные операции.

На каждой производственной линии изготавливается лишь один вид изделия. Управление механизмами осуществляется, как правило, дистанционно с определенных пунктов с элементами автоматики.

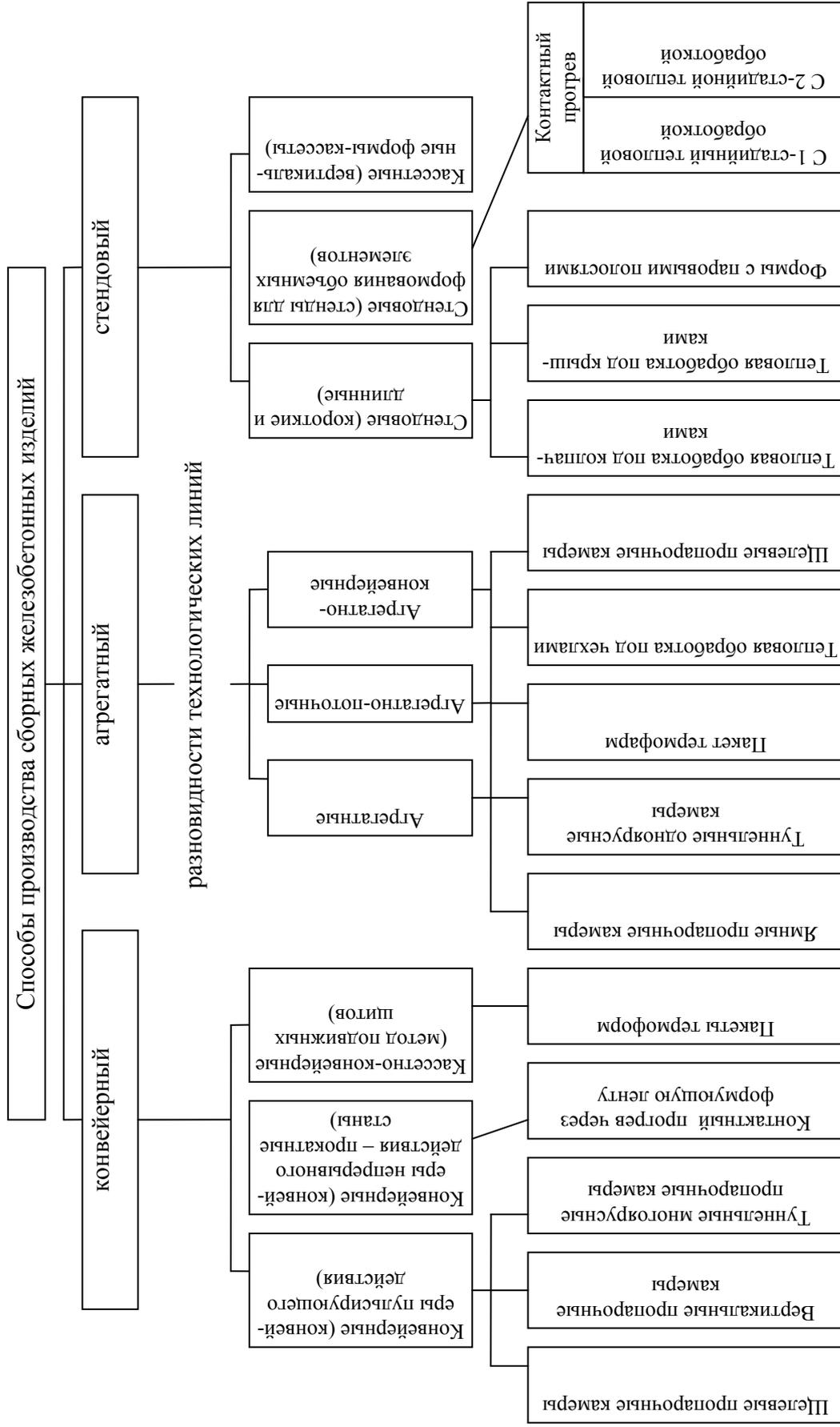


Рис. 1.1. Основные способы производства изделий

Процесс изготовления изделий состоит из следующих операций, которые выполняются на определенных постах: очистка и смазка форм, укладка арматурных каркасов, заполнение формы бетонной смесью и вибрирование, разглаживание поверхности изделия, выдержка перед тепловлажностной обработкой (ТВО).

На рис. 1.2 показана технологическая схема производства.

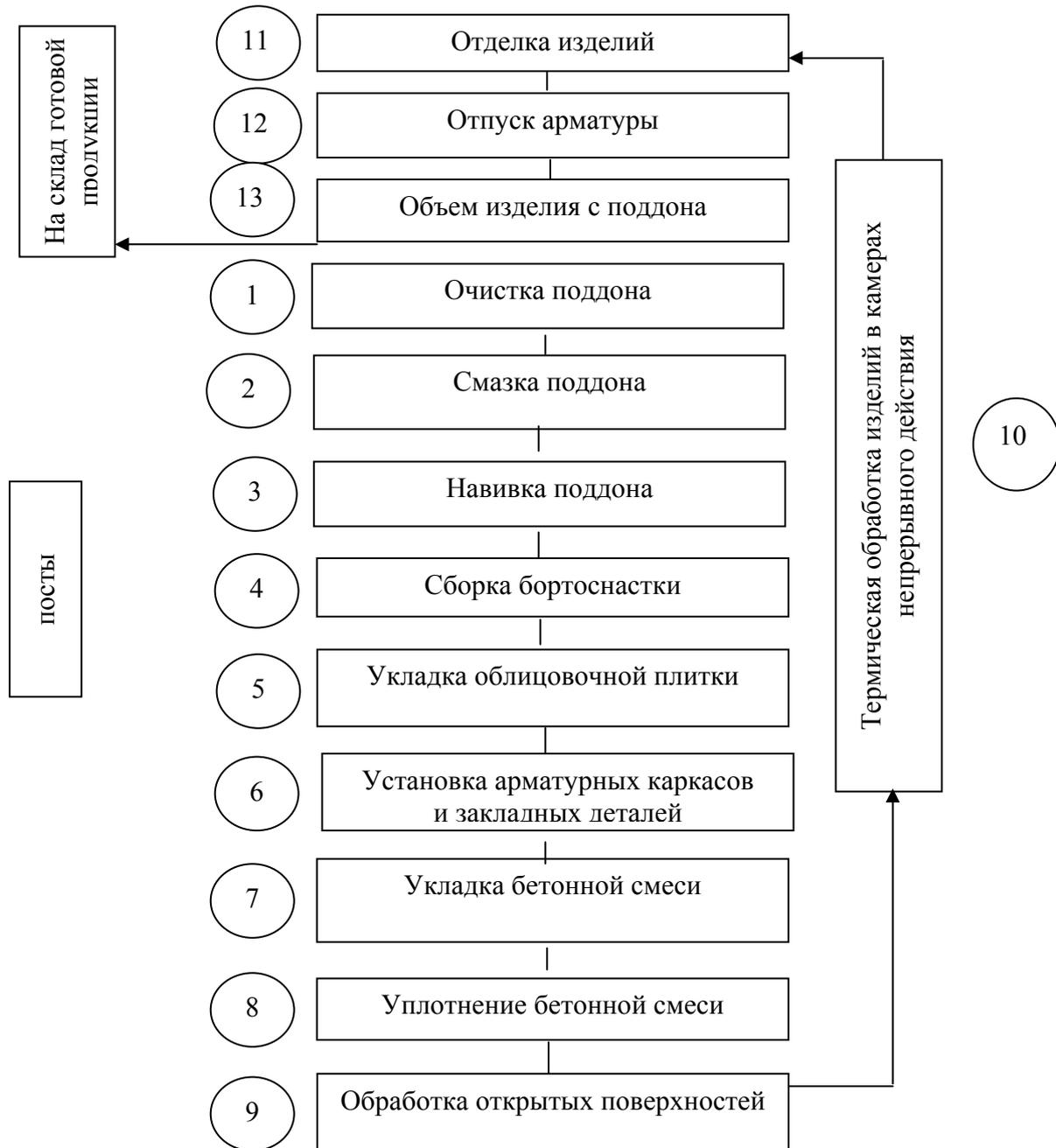


Рис. 1.2. Схема организации производства конвейерным способом

В качестве примера приведена компоновка технологической линии по производству керамзитобетонных панелей конвейерным способом (рис. 1.3) [7].

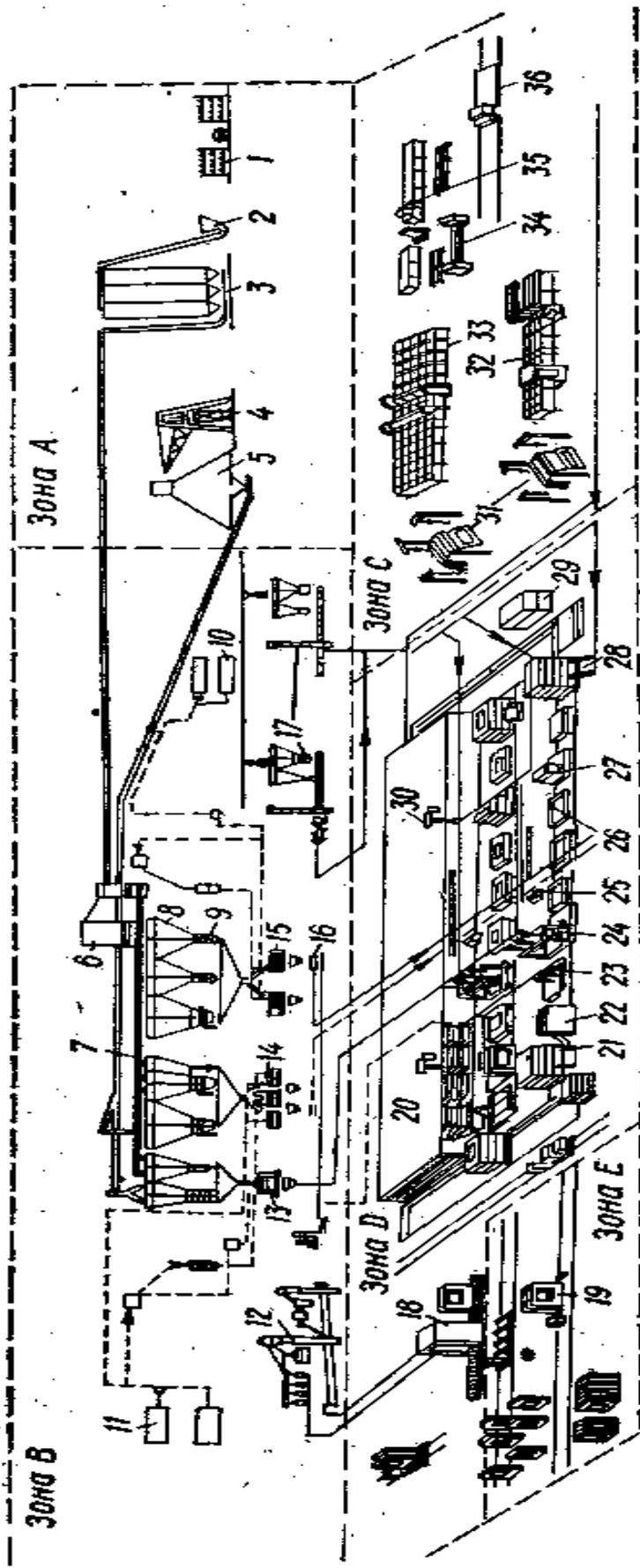


Рис. 1.3. Технологическая схема производства керамзитобетонных панелей конвейерным способом:

- 1 — склад арматуры; 2 — бункер для приема цемента; 3 — силосные банки; 4 — разгрузчик щебня и песка; 5 — склад заполнителей; 6 — циклон для приема вяжущих; 7 — шнек; 8 — аккумулялирующие бункера; 9 — дозаторы; 10 — емкости для поверхностноактивных добавок; 11 — система водоснабжения; 12 — отделение подготовки песка; 13 — растворосмеситель; 14 — смесительные роторные бегуны; 15 — бетоносмеситель; 16 — раздаточная тележка; 17 — отделение подготовки фактуры; 18 — камера обработки фактурного слоя; 19 — тележка для вывоза изделий; 20 — тоннельная камера твердения; 21 — распакеiroвщик; 22 — кантователь; 23 — механизм сборки и смазки форм; 24 — фактуроукладчик; 25 — бетоноукладчик; 26 — вибростол; 27 — раствороукладчик; 28 — установка для изготовления плоских каркасов; 29 — пульта управления; 30 — кран-балка; 31 — установка для сварки пространственных каркасов; 32 — установка для изготовления плоских каркасов; 33 — машина для сварки сеток; 34 — установка антикоррозийной защиты; 35 — машина для чистки и резки арматуры; 36 — самоходная тележка

Кроме описанной конвейерной технологии применяются виброштамповые линии, на которых уплотнение бетонной смеси производится виброштампованием. При виброштамповании рабочий орган одновременно выполняет вибрирование, пригруз и формообразование, благодаря чему сокращается цикл формования. Виброштамповая производственная линия отличается от описанной только операциями по армированию и формованию изделий.

Напряженное армирование изделий производится в следующей последовательности: очищенные и смазанные формы-вагонетки перемещаются на пост, оборудованный двумя арматурно-намоточными машинами, которые навивают высокопрочную проволоку в двух взаимно перпендикулярных направлениях на штыри формы-вагонетки. На рис. 1.4 показан процесс виброштампования.

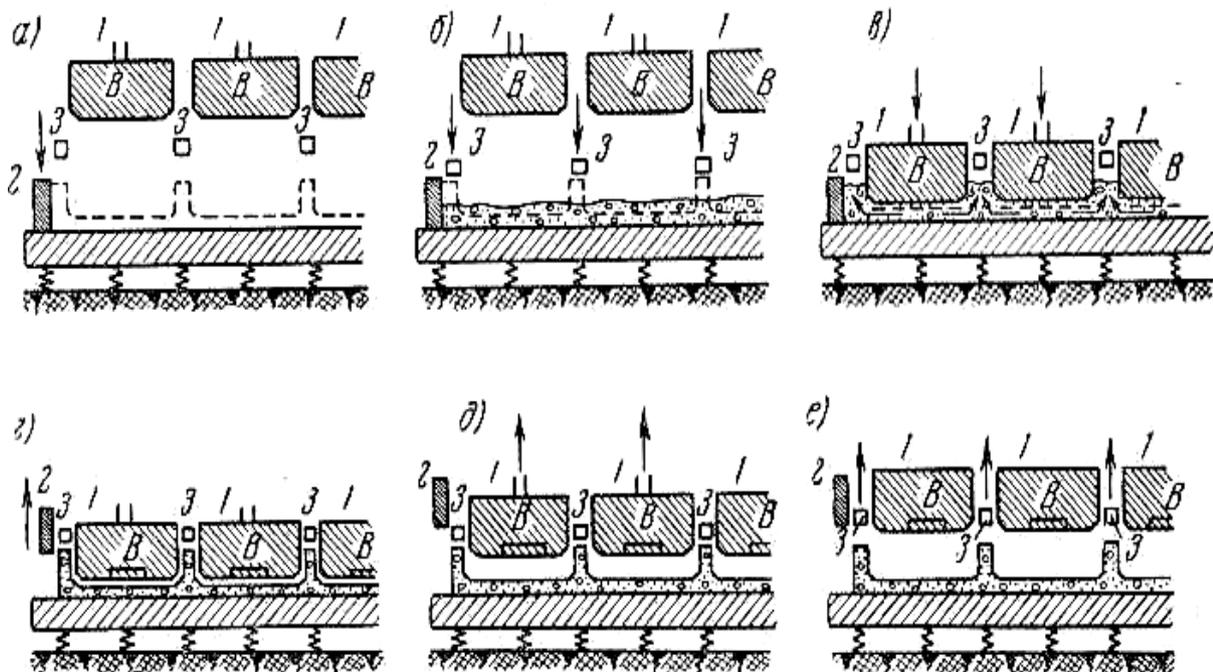


Рис. 1.4. Процесс формования часторебристой панели виброштампованием: 1 – виброштамповые коробки; 2 – бортовая оснастка; 3 – прижимная рама

Операции по формованию изделий виброштампованием производятся в следующей последовательности:

- а) опускается бортовая оснастка;
- б) форма-вагонетка заполняется бетоном и опускается прижимная рама;
- в) виброштампы коробов погружаются в бетонную смесь и уплотняются вибрированием;
- г) заканчивается вибрация и поднимается бортовая оснастка;
- д) извлекаются виброштамповые короба из отштампованных изделий;
- е) поднимается прижимная рама.

Производство сборных железобетонных изделий в горизонтальных формах по конвейерной технологии представлено на рис. 1.5.

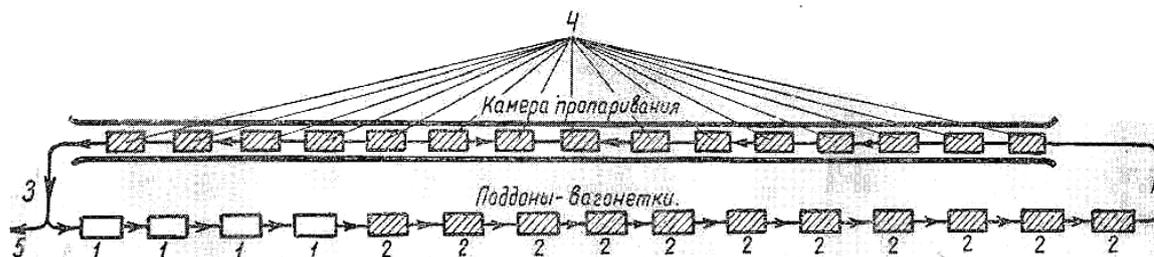


Рис. 1.5. Конвейерная схема производства сборных железобетонных конструкций и изделий:

1 – подготовительные посты; 2 – основные формирующие посты; 3 – рольганги; 4 – посты тепловлажностной обработки в камерах пропаривания; 5 – распалубка

На заводах железобетонных конструкций с такими линиями в качестве межоперационного транспорта применяются механизированные транспортные средства линейного типа – тележечные транспортеры (конвейеры), которые имеют прерывное движение с остановками; продолжительность остановок равна времени выполнения наиболее длительной операции на всей линии. Транспортеры принудительным образом подчиняют линию строго регламентированному шагу, обеспечивая ритмичность и непрерывную связь линии. Этот вид транспорта очень экономичен, так как движется без холостых ходов. Недостатком является его жесткость, стационарность, вследствие чего ограничиваются маневренные возможности линии. Поэтому преимущества этого вида транспорта могут быть реализованы лишь при жестком шаге (ритме) работы.

Термическая обработка изделий при производстве по конвейерной технологии в горизонтальных формах осуществляется в камерах непрерывного действия. Неизбежная остановка, а также большой расход пара являются причинами для использования щелевых камер непрерывного действия, позволяющего организовать непрерывный процесс.

В связи с высоким удельным весом ограждающих конструкций в структуре гражданских и промышленных зданий именно для производства наружных стеновых панелей широкое распространение получили разнообразные конвейерные линии, позволяющие за счёт максимальной механизации и специализации отдельных постов получить высокую производительность и обеспечить требуемое качество готовой продукции.

Наиболее часто применяемый вариант организации конвейерного производства наружных стеновых конструкций представлен на рис. 1.6. Изделия изготавливают в перемещаемых формах-вагонетках, которые передвигаются по замкнутому кольцу с помощью гидротолкателей или цепных конвейеров. На формовочной ветви конвейера обычно размещается

8–12 постов, оснащённых специализированным оборудованием для выполнения соответствующих операций. Специализация постов позволяет расчленить процесс формирования трёхслойных панелей на 3-4 этапа, каждый из которых выполняется на отдельном посту, что обеспечивает сокращение ритма движения конвейера до 15-20 мин и увеличивает производительность. Тепловая обработка может осуществляться в щелевых камерах, размещаемых под формовочной ветвью в несколько ярусов или параллельно линии формования за пределами цеха. Для обслуживания многоярусной щелевой камеры используют гидравлические снижатели и подъёмники, а для выносных камер – передаточные тележки [7].

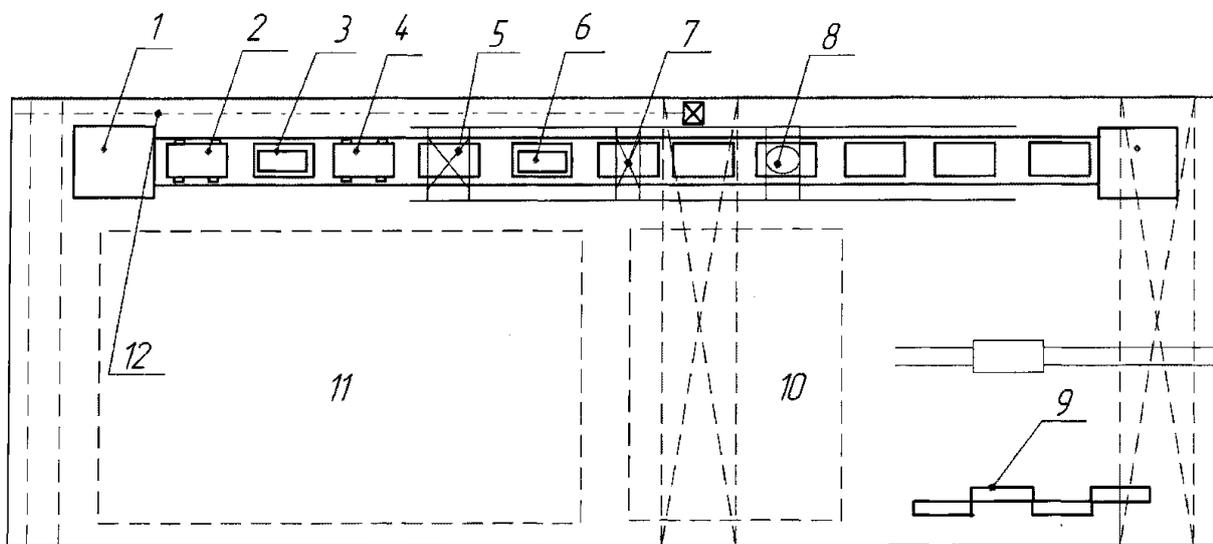


Рис. 1.6. Схема конвейерного производства наружных стеновых панелей:
 1 – подъёмник и снижатель; 2 – устройство для раскрытия бортов формы;
 3 – кантователь; 4 – устройство для сборки бортов; 5 – бетоноукладчик;
 6 – виброплощадка; 7 – раствороукладчик; 8 – заглаживающее устройство;
 9 – конвейер отделки; 10- пост складирования и выдержки изделий;
 11 – склад арматуры и комплектующих; 12 – тракт подачи бетонной смеси с накопительным бункером

Другой вариант конвейерной схемы производства наружных панелей заключается в том, что в пролёте одновременно размещены линия формования и параллельно ей линия тепловой обработки и доводки изделий (рис. 1.7, а). Перемещение форм осуществляется по рольгангу.

На линии в качестве теплового агрегата используется вертикальная камера (рис. 1.7, б), в которой за счёт естественного распределения температур по высоте достигается минимальный расход теплоносителя на единицу пропариваемых изделий ($90-100 \text{ кг/м}^3$).

Возможна бескамерная тепловая обработка в пакетах термоформ с системой пакетировщиков, которые обеспечивают постепенный подъём и снижение термоформ в процессе тепловой обработки. За счёт подачи теп-

лоносителя в паровые рубашки термоформ обеспечивается двухсторонний прогрев изделий, что при отсутствии испарения влаги из бетона способствует повышению качества пропаренных изделий.

Суть ещё одного варианта технологической линии с термоформами состоит в том, что тепловая обработка проводится на стационарных постах с индивидуальной подводкой теплоносителя (рис. 1.8, *а*). С помощью передаточной тележки, оснащенной подъёмной платформой, на каждый пост устанавливаются по три термоформы, что позволяет провести тепловую обработку по оптимальному режиму без длительного простоя ранее отформованных изделий. Кроме того, на линии предусмотрена подача бетонной смеси с помощью самоходного бункера, который, перемещаясь по эстакаде, обеспечивает загрузку бетоноукладчика без использования кранового оборудования (рис. 1.8, *б*).

Годовая производительность рассмотренных выше конвейерных линий составляет 30–35 тыс. м³ [7]. При необходимости существенного увеличения производительности до 50–55 тыс. м³/год может быть реализована иная технологическая схема (рис. 1.9). Особенность ее заключается в том, что конвейер подготовки форм с ритмом движения 12–14 мин обеспечивает непрерывную работу двух формовочных участков конвейера, ритм движения которых вдвое медленнее. После формования и отделки поверхности изделия форма-вагонетка с помощью снижателя подаётся на один из ярусов щелевой камеры, где проводится тепловая обработка.

На конвейерной линии (рис. 1.10) производство пустотных плит в формах обусловлено повышенными вибрациями при перемещении свежотформованных изделий по постам конвейера и возможностью их разрушений. Здесь важна компоновка формовочного поста, поскольку невозможно разместить всё оборудование и формы-вагонетки в одной плоскости. Проблема решается заглублением оборудования формовочного поста на 1,5–2,0 м, а для подачи формы – вагонетки на уровень формовочной машины виброплощадка оснащается подъёмными рельсами. Компоновку формовочного поста довершает боковое размещение пригруза, перемещение которого обеспечивается телескопическими тягами.

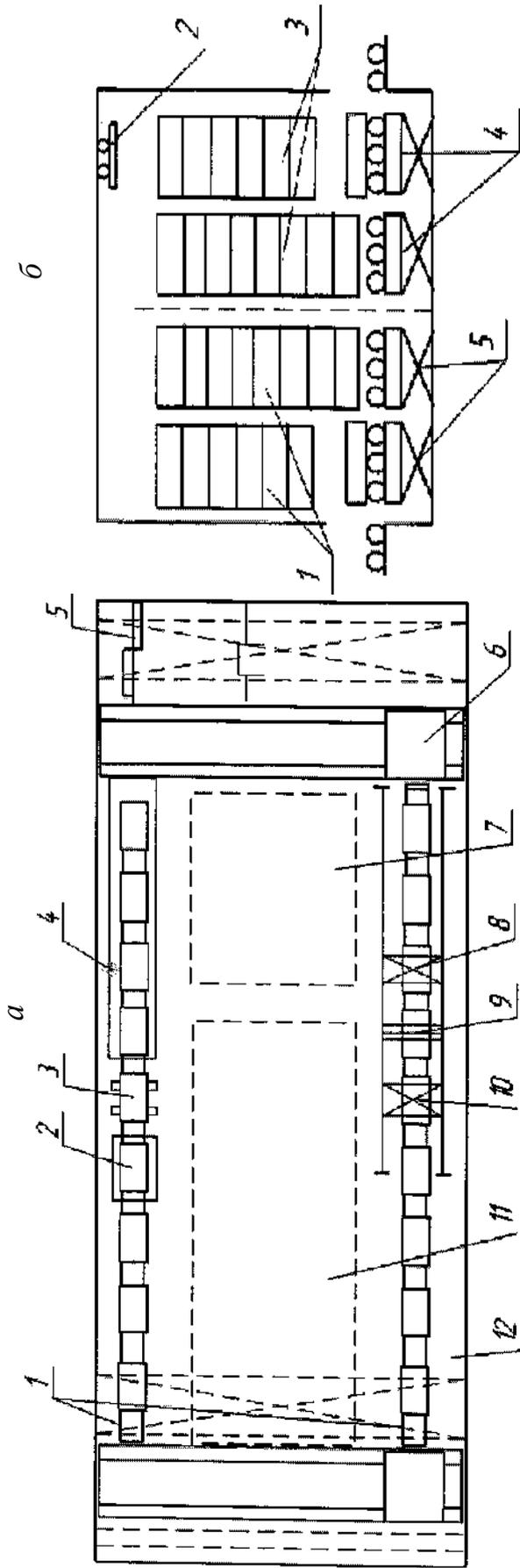


Рис. 1.7. Схема двухъярусной конвейерной линии по производству стеновых панелей:

а – план линии: 1 – роликовые конвейеры; 2 – кантователь; 3 – пост распалубки; 4 – вертикальная камера; 5 – конвейер отделки; 6 – передаточная тележка; 7 – пост складирования комплектующих; 8 – раствороукладчик; 9 – виброрейка; 10 – бетоноукладчик; 11 – пост складирования арматуры; 12 – тракт подачи бетонной смеси;

б – вертикальная камера: 1 – пакет форм перемещаемых вниз; 2 – траверса с самоходной тележкой для передачи форм в блок снижения; 3 – пакет форм, перемещаемых вверх; 4 – пневмоподъемники; 5 – пневмоснижатели

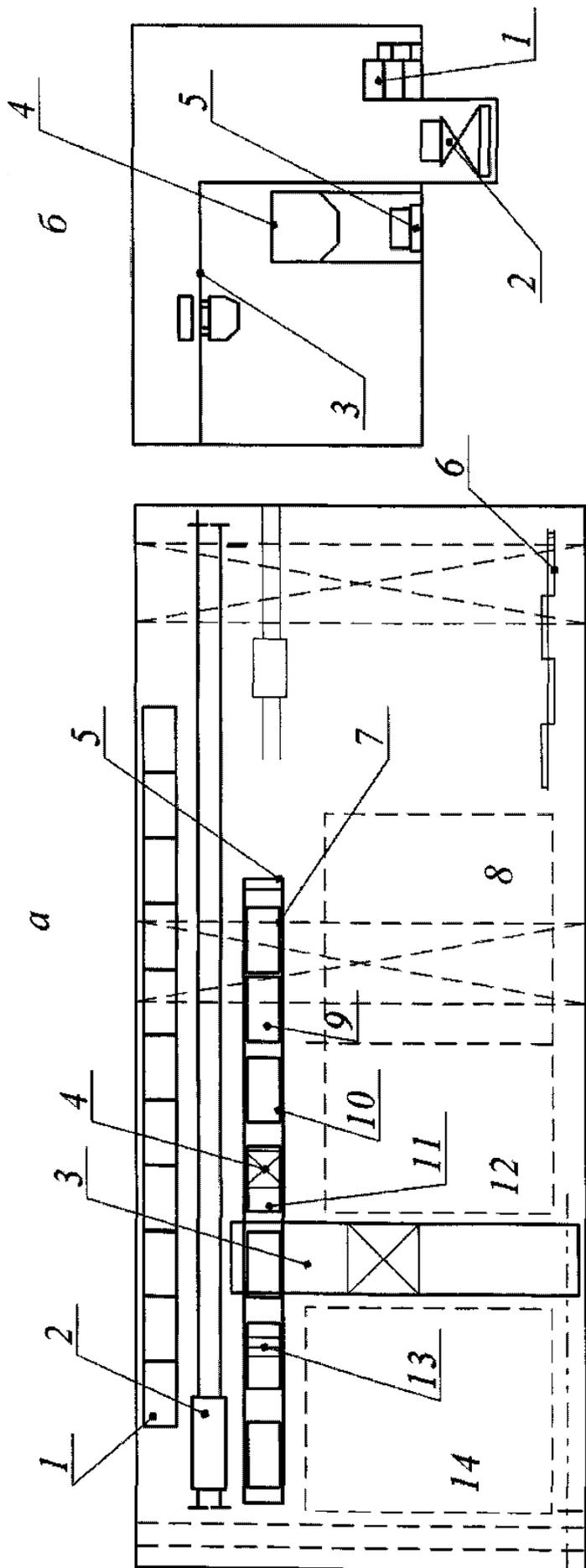


Рис. 1.8. Схема полуконвейерного производства наружных стеновых панелей:

а – план линии; б – разрез пролёта; 1 – посты тепловой обработки с пакетами термоформ; 2 передаточная тележка с подвешенной платформой; 3 – бетоновозная эстакада с самоходным бункером; 4 – бетоноукладчик; 5 – роулинг; 6 – конвейер отделки; 7 – пост распалубки; 8 – пост складирования и выдерживания изделий; 9 – пост чистки и смазки форм; 10 – пост армирования; 11 – виброплощадка; 12 – складирование арматуры; 13 – заглаживающее устройство (реечное); 14 – пост складирования утеплителя

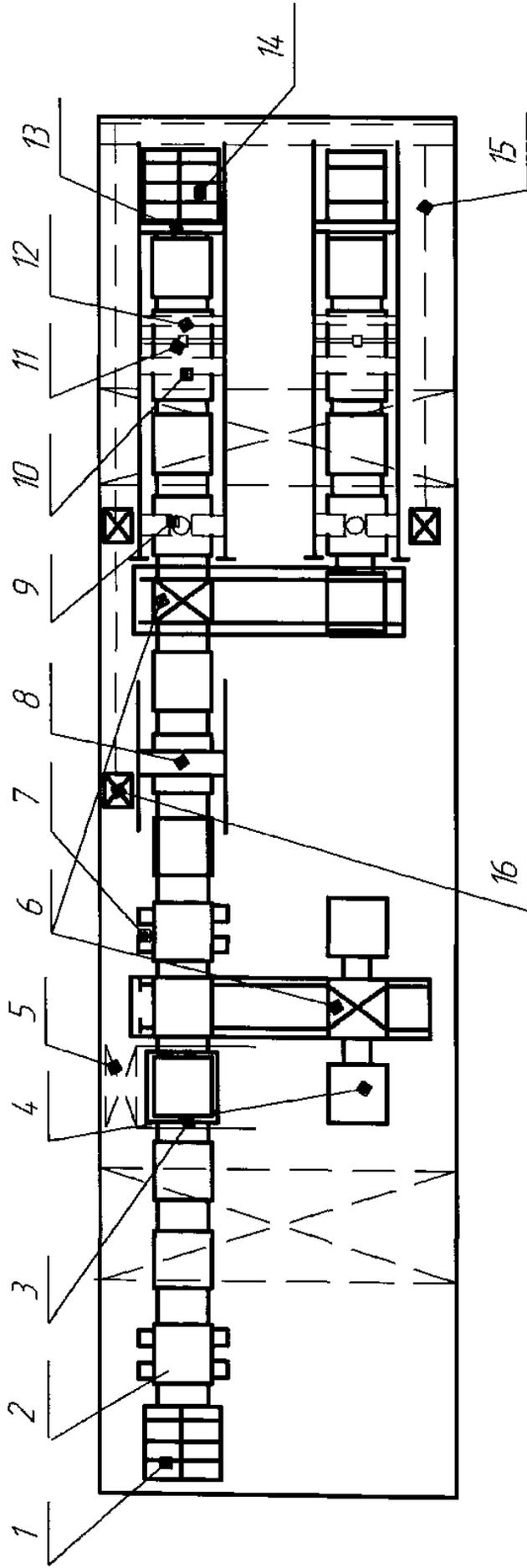


Рис. 1.9. Схема формовочной линии по изготовлению трехслойных наружных стеновых панелей повышенной производительности.

- 1 – подёмник, 2 – механизм раскрытия бортов, 3 – кантователь, 4 – пост переоснастки, 5 – самоходный портал;
- 6 – передаточная тележка, 7 – механизм сборки бортов, 8 – фактуроукладчик, 9 – бетоноукладчик, 10 – вибронасадка;
- 11 – затирочные лыжи, 12 – заглаживающий вал, 13 – дисковая заглаживающая машина, 14 – снижатель;
- 15 – тракт подачи бетонной смеси, 16 – накопительный бункер

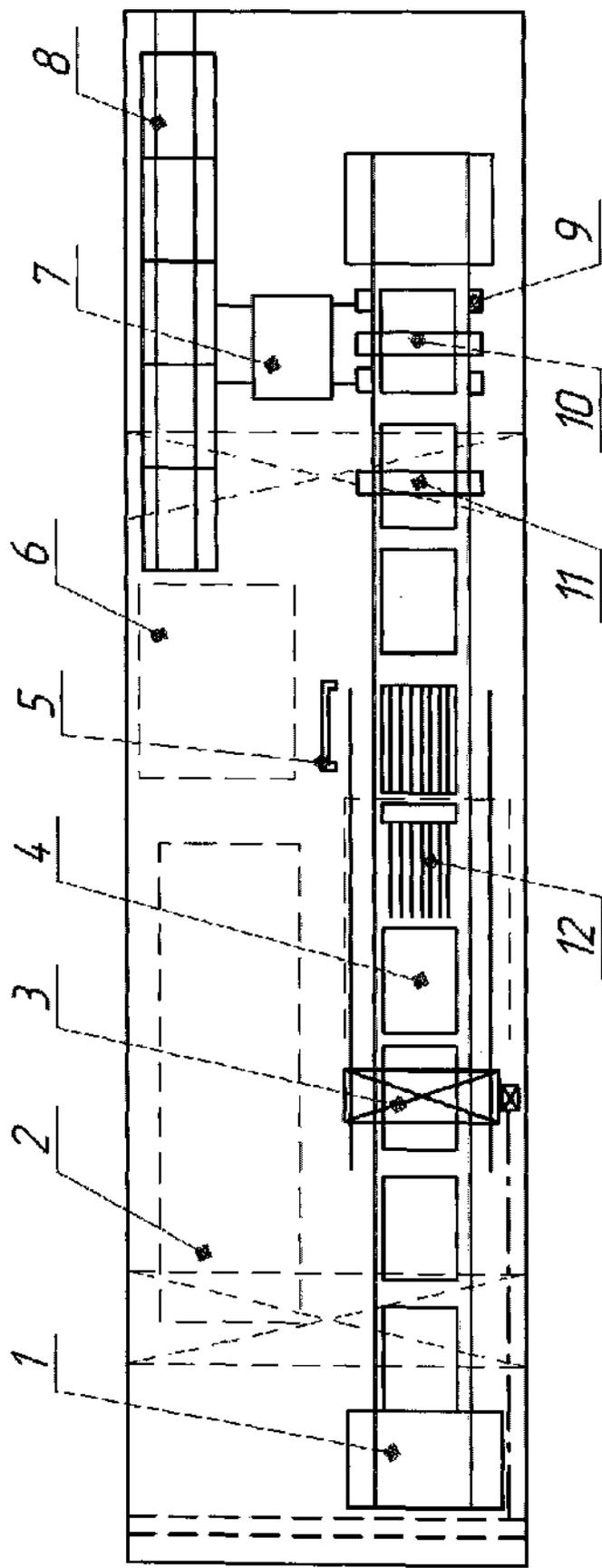


Рис. 1.10. Конвейерная линия по производству многослойных плит перекрытия.

1 – подъемник-снижатель; 2 – складирование арматурных изделий; 3 – бетоноукладчик; 4 – виброплощадка; 5 – установка для нагрева и укладки стержней; 6 – переоснастка и ремонт форм; 7 – съёмщик-перегрузатель; 8 – конвейер выдержки и вывозка изделий; 9 – устройство для закрывания и открывания бортов; 10 – машина для обрезки стержней; 11 – машина для чистки и смазки форм; 12 – каретка с пустообразователями

Для снижения металлоёмкости конвейерных линий используются поддоны-вагонетки, при этом бортоснастка является принадлежностью формовочной машины. Пропуск вагонеток по конвейеру осуществляется за счёт заглибления формовочной машины или подъёма над конвейером с вагонетками платформы с вибровкладышами и бортоснасткой. Формование на поддонах требует от бетонных смесей большей связности для предотвращения обрушения свежесформованных изделий при транспортировании по конвейеру, поэтому расход цемента увеличивают до 320–350 кг/м³.

Конвейерная линия по производству комплексных плит покрытия (рис. 1.11), отличается от агрегатной уникальным размещением форм на роликовом конвейере. Разворот форм на 90° по сравнению с традиционной продольной ориентацией позволяет вдвое увеличить их количество на конвейере, а это, в свою очередь, сокращает требуемое количество ярусов в тепловом агрегате и обеспечивает возможность на формовочной ветви конвейера выделить зону для камеры подсушивания и остывания изделий. Пост формования, оснащенный виброплощадкой, делит роликовый конвейер на две части. В остальном технология изготовления комплексных плит покрытий не отличается от вышерассмотренной.

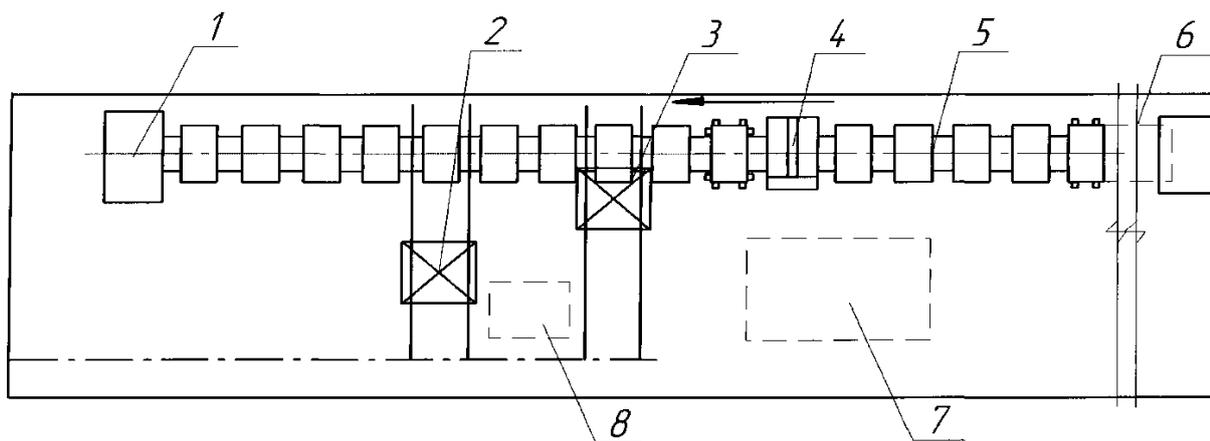


Рис. 1.11. Конвейерная линия по производству плит покрытий с поперечным расположением форм:
 1 – снижатель и подъемник; 2 – раствороукладчик; 3 – бетоноукладчик;
 4 – электротермическое натяжение стержней; 5 – роликовый конвейер;
 6 – камера остывания; 7 – складирование арматуры;
 8 – складирование паро-, гидро- и теплоизоляции

На рис. 1.12 представлен вариант полуконвейерной линии с роликовым конвейером на стадии подготовки поддонов. Высокая производительность линии обеспечивается за счёт двух параллельно работающих формовочных постов. При этом скорость движения рольганга вдвое превышает скорость формования, что обеспечивает синхронизацию работ на стадии подготовки форм и формования изделий. Благодаря рольгангу на линии существенно

сокращено количество крановых операций, сопряжённых с повышенным травматизмом.

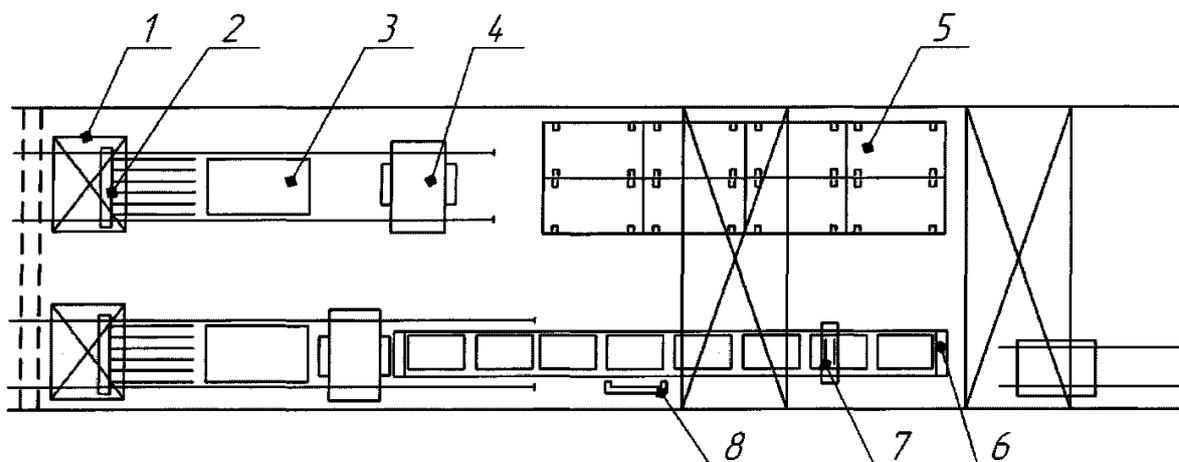


Рис. 1.12. Полуконвейерная линия по производству многопустотных плит перекрытия:

- 1 – бетоноукладчик; 2 – пустотообразователи; 3 – виброплощадка; 4 – портал; 5 – ямные камеры с пакетировщиками; 6 – роликовый конвейер для подготовки форм; 7 – устройство для чистки и смазки форм; 8 – установка для электронагрева стержней

Цикл формования на агрегатных и полуконвейерных линиях составляет около 20 мин, причём на транспортные операции приходится значительная часть времени. На конвейерных линиях за счёт специализации постов и синхронного перемещения всех форм-вагонеток приводом конвейера удалось сократить цикл формования до 10–15 мин и повысить производительность. На заводах работают два вида конвейерных линий – узкие и широкие. На узких возможно изготовление изделий шириной до двух метров, а на широких – до четырех. Причём на обеих линиях возможно размещение в форме двух изделий по ширине.

Снизить себестоимость выпускаемой продукции удастся благодаря сокращению ритма движения конвейера до 10–12 мин и увеличению производительности линии.

Основными недостатками агрегатных и конвейерных линий при производстве пустотных плит являются высокие трудозатраты и металлоёмкость производства.

Производство сборных железобетонных изделий на вибропркатных станах. При производстве плитных конструкций в горизонтальном положении высокая производительность может быть получена на вибропркатных станах конструкции инженера Н.Я. Козлова (рис. 1.13, а) за счёт непрерывного движения формующей ленты со скоростью до 30 м/ч. На пластинчатом конвейере выполняются все технологические операции, включая установку бортоснастки, армирование, укладку и уплотнение бе-

тонной смеси, ускоренную тепловую обработку и отделку. Для непрерывной укладки бетонной смеси над линией смонтирован шнековый бетоносмеситель непрерывного действия, обеспечивающий равномерную подачу бетонной смеси на формирующую ленту конвейера. Использование жёстких бетонных смесей, разогретых до температуры 40–60 С, позволяет осуществить форсированную тепловую обработку всего за 2,0–2,5 ч. В щелевой камере синхронно с изделиями движется прорезиненная лента, через которую прижимные ролики подпрессовывают бетонную смесь, препятствуя разрыхлению поверхностных слоёв и обезвоживанию бетона при быстром подъёме температуры (рис. 1.13, б). Несмотря на используемые технологические приёмы, столь быстрое изготовление изделий всего за 3,0–3,5 ч требует очень высоких расходов цемента (более 500 кг/м³ для бетона В15). Высокая металлоёмкость нестандартного оборудования создаёт дополнительные препятствия широкому внедрению вибропрокатных станов на заводах сборного железобетона.

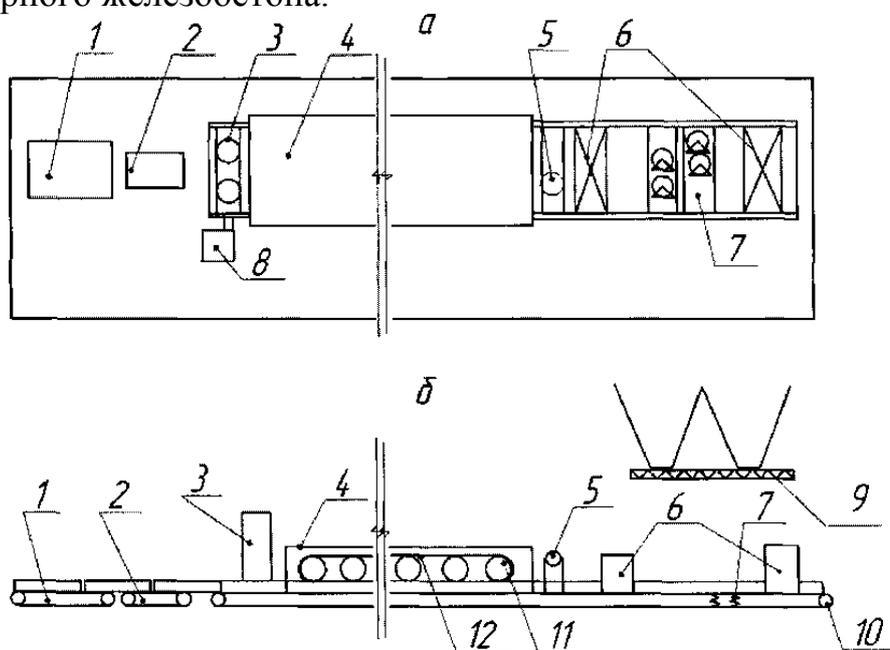


Рис. 1.13. Схема вибропрокатного стана:

а — план линии; б — разрез линии;

- 1 — контователь; 2 — обгонный конвейер; 3 — шпаклёвочная машина; 4 — камера тепловой обработки; 5 — заглаживающее устройство с виброрейкой; 6 — бетоноукладчик; 7 — вибробалка; 8 — привод стана; 9 — шнековый смеситель; 10 — натяжное устройство стана; 11 — прижимные ролики; 12 — прорезиненная лента с функциями теплоизоляции

По этой технологии производится тонкостенная продукция большого формата, в том числе гипсобетонные листы, древесно-стружечные плиты (ДСП), линолеум и т.д.

Все технологические операции на прокатной установке совершаются последовательно, взаимно увязаны между собой и подчинены скорости движения формирующей ленты. Основные технологические операции авто-

матизированы. Высокая степень механизации и автоматизации технологических процессов позволила почти полностью исключить ручной труд при изготовлении изделий на прокатном стане.

Процесс изготовления железобетонных панелей вибропрокатным способом ведется в следующей последовательности: укладка стальной арматуры на ленту стана; распределение бетонной смеси по формующей ленте с помощью приводного разравнивающего механизма и одновременное предварительное уплотнение смеси при прохождении формующей ленты над вибробалками стана; окончательное уплотнение, калибровка и заглаживание изделия при его прохождении под прокатными валками калибрующей секции стана; теплообработка отформованной железобетонной панели во время ее движения на стане; автоматическая распалубка готового изделия во время перехода формующей ленты с прямолинейных направляющих на приводной барабан и вынос готовой панели со стана на кантователь.

Общий вид прокатных станов представлен на рис. 1.14.

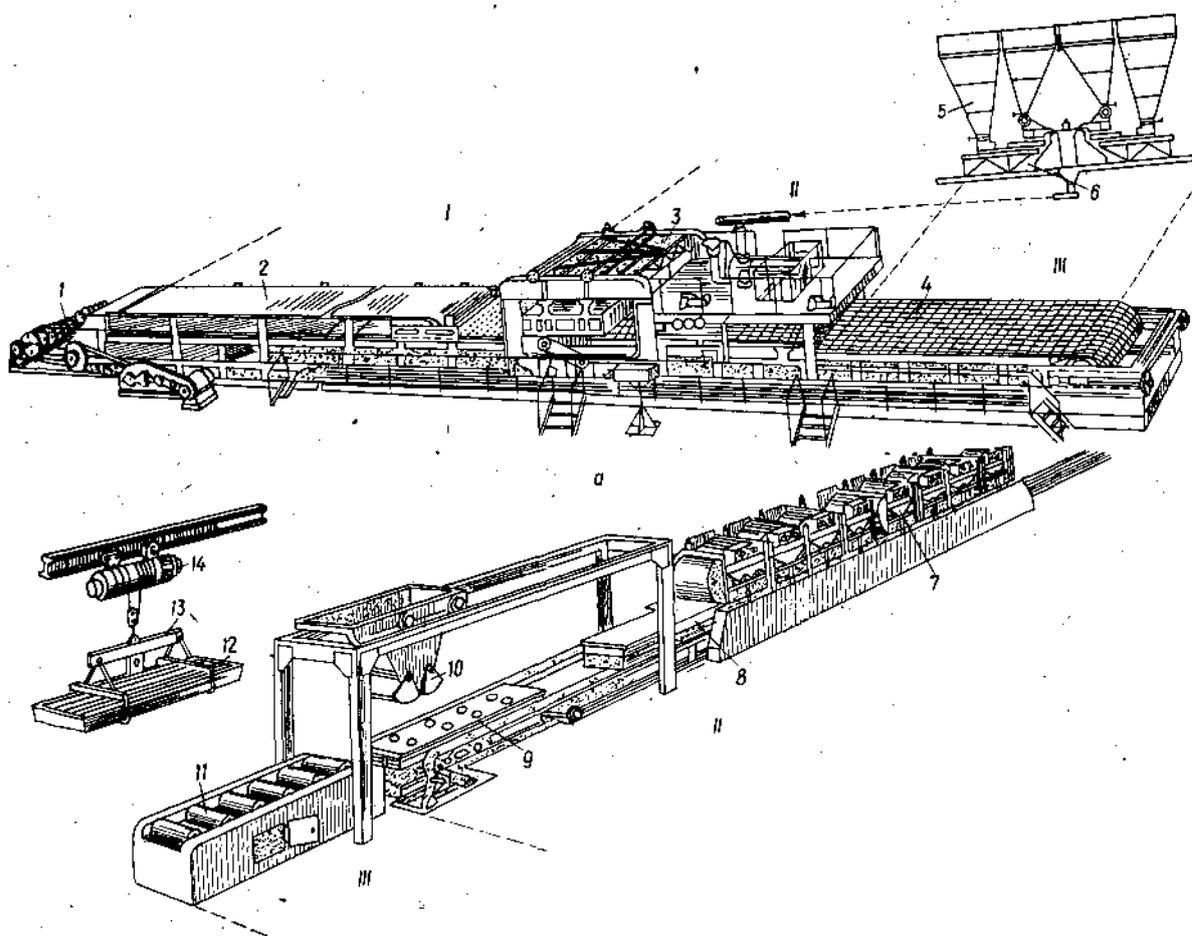


Рис. 1.14. Общий вид прокатных станов:
 а – для производства панелей; б – для производства плит и балок; 1 – привод;
 2 – зона тепловой обработки; 3 – виброформовочная машина; 4 – силовая
 формообразующая лента; 5 – накопительные бункера; 6 – смесители;
 7 – прокатные валки; 8 – бетонное изделие; 9 – вибростол; 10 – бетоно-
 раздаточный бункер; 11 – ролик; 12 – металлическая форма; 13 – захват;
 14 – тельфер

Арматурные каркасы собираются впереди стана на столах-шаблонах. Готовые металлические каркасы поступают на прокатный стан.

Продолжительность термической обработки 2–3 ч с повышением температуры до 95–97° в течение 45 мин. Изделие твердеет на движущейся ленте под верхним укрытием из прорезиненной ленты, плотно прилегающей к бетону.

Производство сборных железобетонных изделий в кассетах по конвейерному способу – способ «подвижных щитов» (ККЛ). К числу более совершенных видов конвейерного метода производства следует отнести производство изделий в кассетах на конвейерных линиях, названное способом «подвижных щитов». При этом способе сохранены все преимущества изготовления изделий в вертикальном положении и ликвидированы недостатки, свойственные стационарным кассетам. Эти недостатки устранены в результате укладки бетонной смеси в форму в процессе образования формовочной полости путем смещения одной части формы относительно другой. На рис. 1.15 показан процесс заполнения формы бетонной смесью.

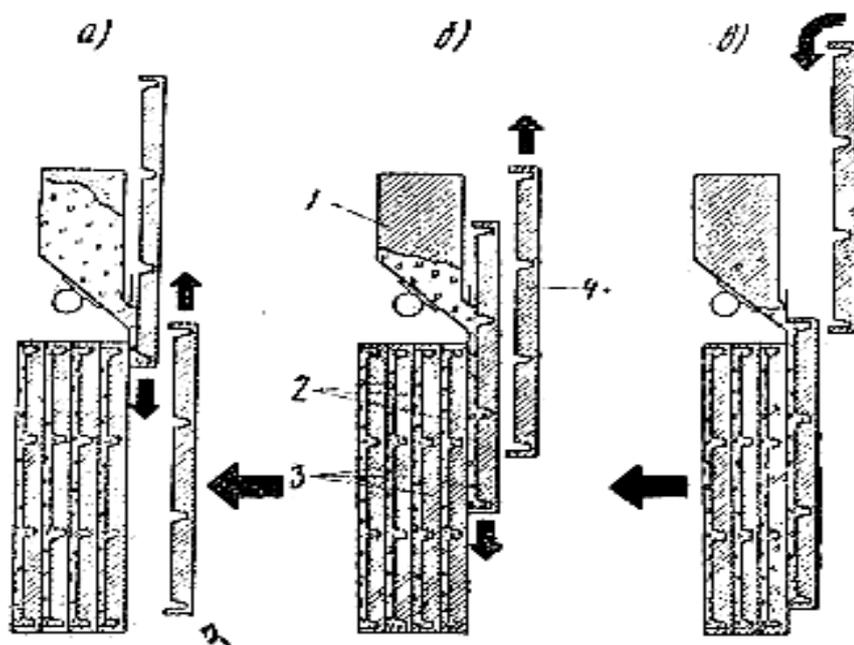


Рис. 1.15. Процесс заполнения формы-щита бетонною смесью:
 а – начало заполнения; б – процесс заполнения, в – конец заполнения;
 1 – формующий бункер; 2 – отформованные изделия; 3 – опалубочные щиты;
 4 – подача щита в исходное положение

Процесс изготовления панелей состоит из следующих операций: форма-щит, очищенная и смазанная, гидравлическими ходовыми домкратами перемещается поочередно на посты, где устанавливается арматура и закладные части; затем форма-щит вместе с укрепленной на ней оснасткой, т.е. совокупностью элементов бортов, ограничивающих контуры формуемого изделия, подается на передаточную тележку, где производится заполнение формы бетоном. Вертикальные подъемники поднимают оснастку вверх в положение начала формования, затем оснастка начинает опускаться и одновременно бетонная смесь вытекает из вибробункера. После того как оснастка доходит до своего нижнего положения, течка вибробункера закрывается бортом оснастки и бетонирование заканчивается. Уплотнение бетонной смеси начинается в вибробункере и заканчивается в процессе заполнения полости формы, когда она проходит мимо пластины вибробункера. Отформованное изделие выдерживают в течение 30 мин затем форма-щит вместе с отформованными изделиями поступает в зону тепловой обработки. Тепловая обработка изделий производится паром, который вводят в полости щитов и делительных стенок оснастки по шарнирным гребенкам, патрубки которых подключают к штуцерам, расположенным с боков щитов и делительных стенок. Каждое изделие прогревается с двух сторон. Подъем температуры в кассетах до 85–95° происходит в течение 1 ч, изотермический прогрев с подачей пара – 3 ч, выдержка без подачи пара – 1 ч. Давление пара в подающей гребенке паропровода составляет 1,5 атм. По окончании тепловой обработки форма-щит подается на передаточную тележку и изделия распалубливают. Снятые изделия поступают на склад готовой продукции, а щиты и оснастка проходят посты чистки и смазки.

На рис. 1.16 представлена схема кассетно-конвейерной линии со спаренными формовочными установками.

В качестве примера на рис. 1.17 представлена компоновка пролета по производству безнапорных и напорных труб.

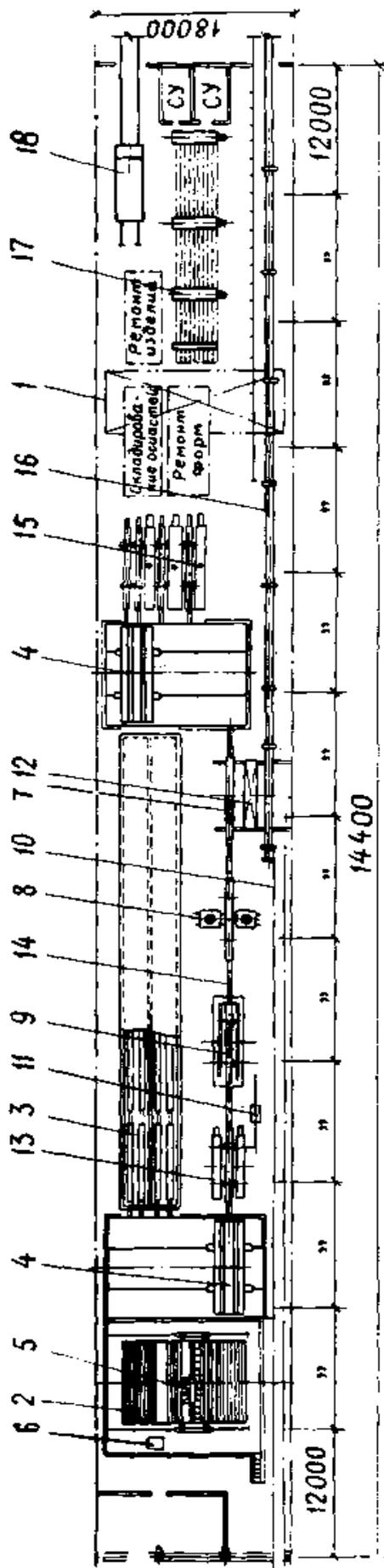


Рис. 1.16. Схема кассетно-конвейерной линии со спаренными формовочными установками:

- 1 – кран мостовой электрический г/п 16 т; 2 – стенд формования; 3 – форма вертикальная; 4 – тележка передаточная г/п 40 т; 5 – бетоноукладчик с глубинными вибраторами; 6 – машина для очистки формовочной установки; 7 – устройство распалубки изделий; 8 – машина для очистки форм; 9 – установка для смазки; 10 – конвейер подачи арматуры; 11 – манипулятор-арматуроукладчик; 12 – манипулятор для установки изделий на линию панелей ВС; 13 – площадка подъемная; 14 – линия подготовки форм; 15 – пост переоснастки; 16 – линия выдержки панелей ВС; 17 – секция двухрядная; 18 – тележка самоходная г/п 60 т

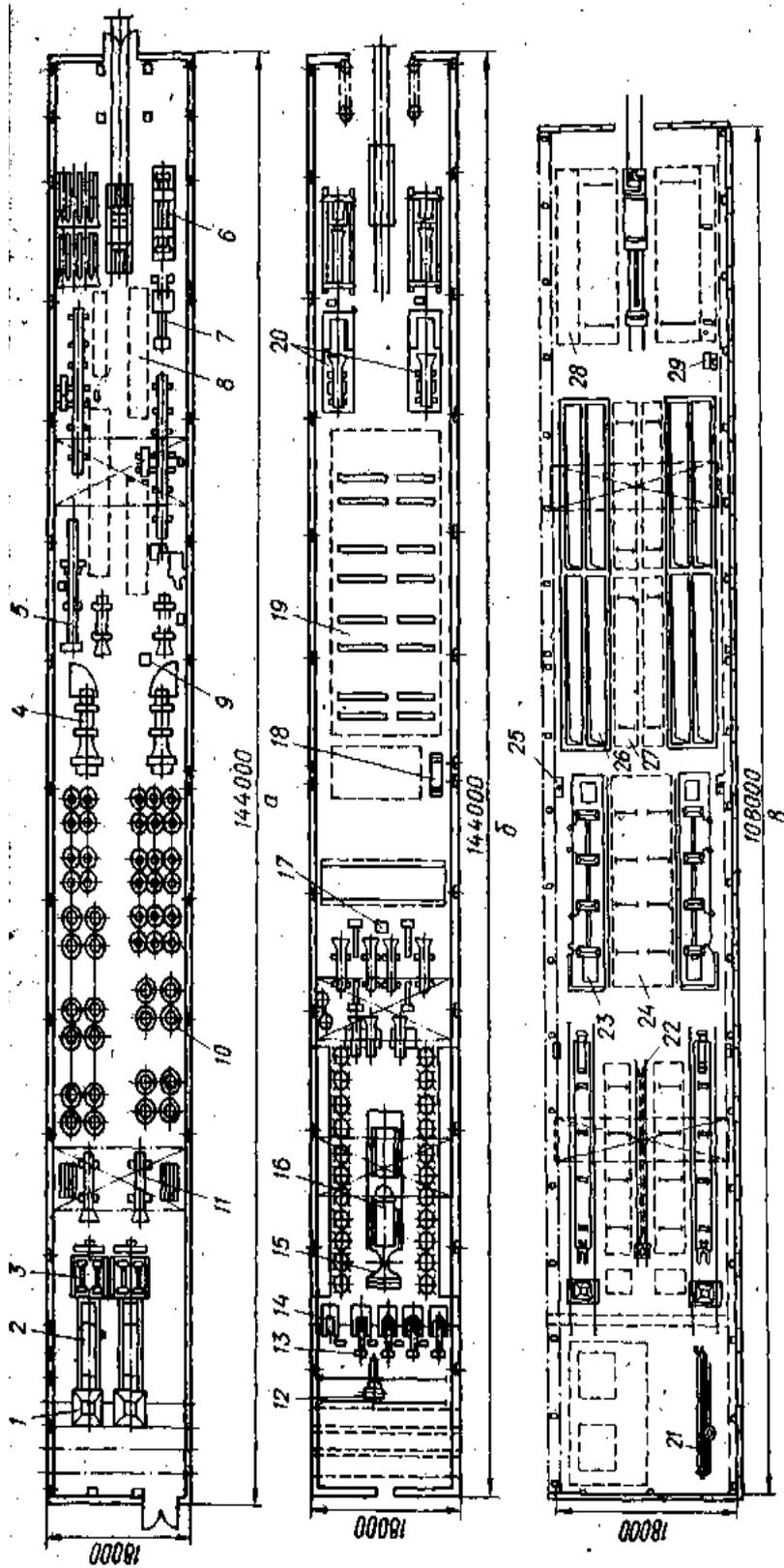


Рис. 17. Компоновка пролета по производству:

а — безнапорных центрифужированных труб (производительность 20 тыс. м³); б — напорных труб, методом гидропрессования (производительность 11 тыс. м³); в — центрифужированных опор (производительность 18 тыс. м³); 1 — раздаточный бункер; 2 — ложковые питатели; 3 — центрифуги для формования труб от 400 до 1500 мм; 4 — пост распалубки изделий, чистки и смазки форм; 5 — станки для изготовления арматурных объемных каркасов; 6 — установка для гидравлических испытаний; 7 — пресс для механических испытаний; 8 — площадка для хранения арматуры; 9 — пост пневмошлифовки; 10 — посты тепловой обработки изделий; 11 — стенд для кантования форм; 12 — бетонораздатчик; 13 — шнековый бетоноукладчик; 14 — формовочные посты; 15 — пост навески вибраторов; 16 — пост комплектации форм; 17 — пост напряжения продольной арматуры; 18 — пост отделки торцов и торкретирования; 19 — посты поддержки труб; 20 — станки для шлифовки раструба; 21 — пост армирования изделий; 22 — челночный станок; 23 — центрифуга; 24 — пост выдерживания изделий; 26 — пульт управления; 26 — камеры твердения; 27 — пост распалубки труб; 28 — пост ремонта форм; 29 — сварочный аппарат

1.1.2. Агрегатная технология

При агрегатном методе производства (рис. 1.18) так же, как и при конвейерной технологии, операции по изготовлению конструкций осуществляются на нескольких рабочих местах (постах), а обрабатываемый материал механически перемещается от одного рабочего места к другому.



Рис. 1.18. Агрегатная схема производства сборных железобетонных конструкций и деталей

Этот метод характеризуется возможностью закрепления за одной линией изделий, различных не только по своим типоразмерам, но и по конструкциям. Благодаря этому при переходе от изготовления одного вида конструкций к другому на одной и той же линии затрачивается меньшее количество времени и средств, чем при конвейерном методе производства. В целях обеспечения синхронизации работ здесь применяется метод совмещения технологических операций, т. е. за каждым рабочим местом закрепляется не одна или две операции, а большее количество.

Для межоперационной транспортировки изделий применяются подъемно-транспортные средства, которые являются в основном средством механизации погрузочно-разгрузочных работ. Подъемно-транспортные средства применяются при всех методах производства сборных железобетонных конструкций для съема и установки изделий или форм на вибрацион-

ные площадки рольганга, тележки, кран-балки, мостовые краны и т. д. В условиях агрегатной технологии производства этот вид транспорта применяется и для перемещения изготавливаемых конструкций по рабочим местам. Требования ритмичности и гибкости при агрегатной технологии производства не позволяют применить механизированные транспортные средства линейного типа, которые ограничивают маневренность работ, а также немеханизированные транспортные средства (ручные тележки, тележки-этажерки, узкоколейные вагонетки), которые не обеспечивают регулирования шага поточной линии. Применение подъемно-транспортных средств как основного вида транспорта в сочетании с другими транспортными средствами создает ритмичность и гибкость линии.

Для активизации твердения при агрегатном методе применяются многосекционные камеры ямного типа периодического действия. Небольшой объем каждой секции камеры позволяет затрачивать минимум времени на загрузку и выгрузку изделий, а большое количество таких секций создает условия для непрерывной подачи отформованного изделия в камеру твердения.

Технологический процесс начинается с очистки и смазки форм; а также с укладки в них арматурных каркасов и закладных частей. Эти операции выполняются на специальном посту главного корпуса. В подготовленные формы укладывают арматурные каркасы, монтажные петли и закладные детали и затем подают по рольгангам на виброплощадки. Затем бетоноукладчик, приняв из бункеров бетоносмесительного отделения нужное количество бетонной смеси, перемещается по рельсовому пути, останавливаясь над соответствующей формой и заполняя ее бетонной смесью. После вибрирования и заглаживания поверхности изделия мостовым краном устанавливают в паропарочные камеры ямного типа. После пропаривания в течение 18–24 ч из камер с помощью вентилятора удаляют пар, крышки камер снимают и формы с изделиями передают мостовым краном на пост распалубки. Здесь раскрываются откидные борта форм, мостовой кран извлекает из них изделия и передает на проверочные посты.

После контроля и приемки изделий кран переносит их на самоходную тележку, с помощью которой они вывозятся на склад готовой продукции.

На рис. 1.19 представлена схема изготовления изделий агрегатным способом.

Тепловлажностная обработка изделий (ТВО) при агрегатной технологии может осуществляться также в агрегатах, которые называются автоклавами (т.е. происходит автокларирование). Эта технология используется при изготовлении продукции из ячеистого бетона, также из пенобетона (рис. 1.20).

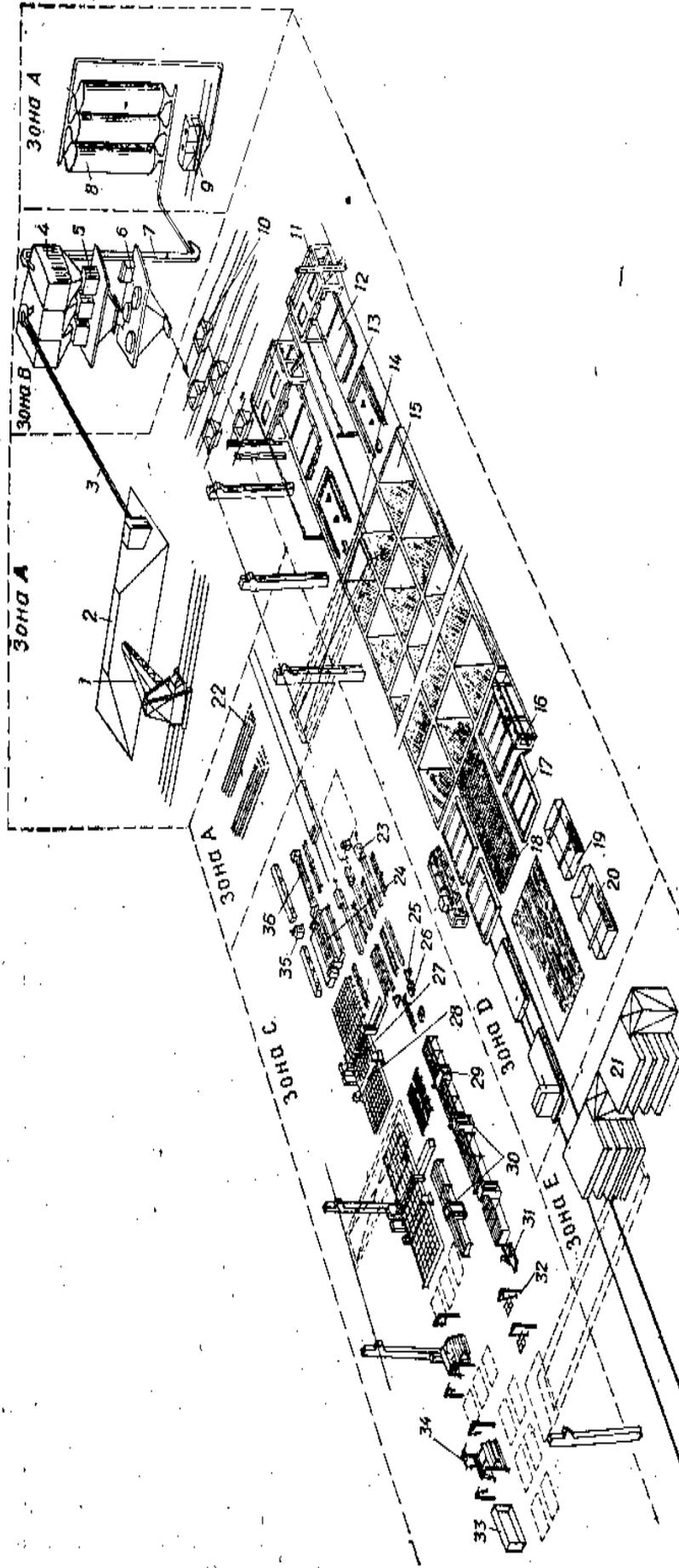


Рис. 1.19. Технологическая схема производства плит 3х6 м агрегатным способом.

1 – разгрузчик песка и щебня; 2 – склад заполнителей; 3 – конвейерная галерея; 4 – аккумулялирующие бункера; 5 – дозаторы; 6 – смесители; 7 – элеватор; 8 – силосные банки; 9 – цементовоз; 10 – раздающий бункер; 11 – бетоноукладчик;

12 – виброплощадка; 13 – формоукладчик; 14 – мостовой кран; 15 – ямная камера; 16 – установка для

электротермонапряжения арматуры; 17 – форма; 18 – арматурные сетки; 19 – стенд для контроля и ремонта изделий;

20 – стенд для сборки изделий; 21 – штабель для готовых изделий; 22 – склад арматуры; 23 – станок для правки и резки

стержней; 24 – установка для электротермического упрочнения арматуры; 25 – станок для резки; 26 – станок для гнутья;

27 – машина для сварки сетки; 28 – устройство для резки сеток; 29 – многоэлектродная сварочная машина; 30 – машина

для точечной сварки; 31 – станок для гибки сеток; 32 – горизонтальная установка для сварки каркасов; 33 – подвесная

электросварочная машина; 34 – установка для сборки пространственных каркасов; 35 – машина для стыковой сварки;

36 – станок для высадки анкерных головок

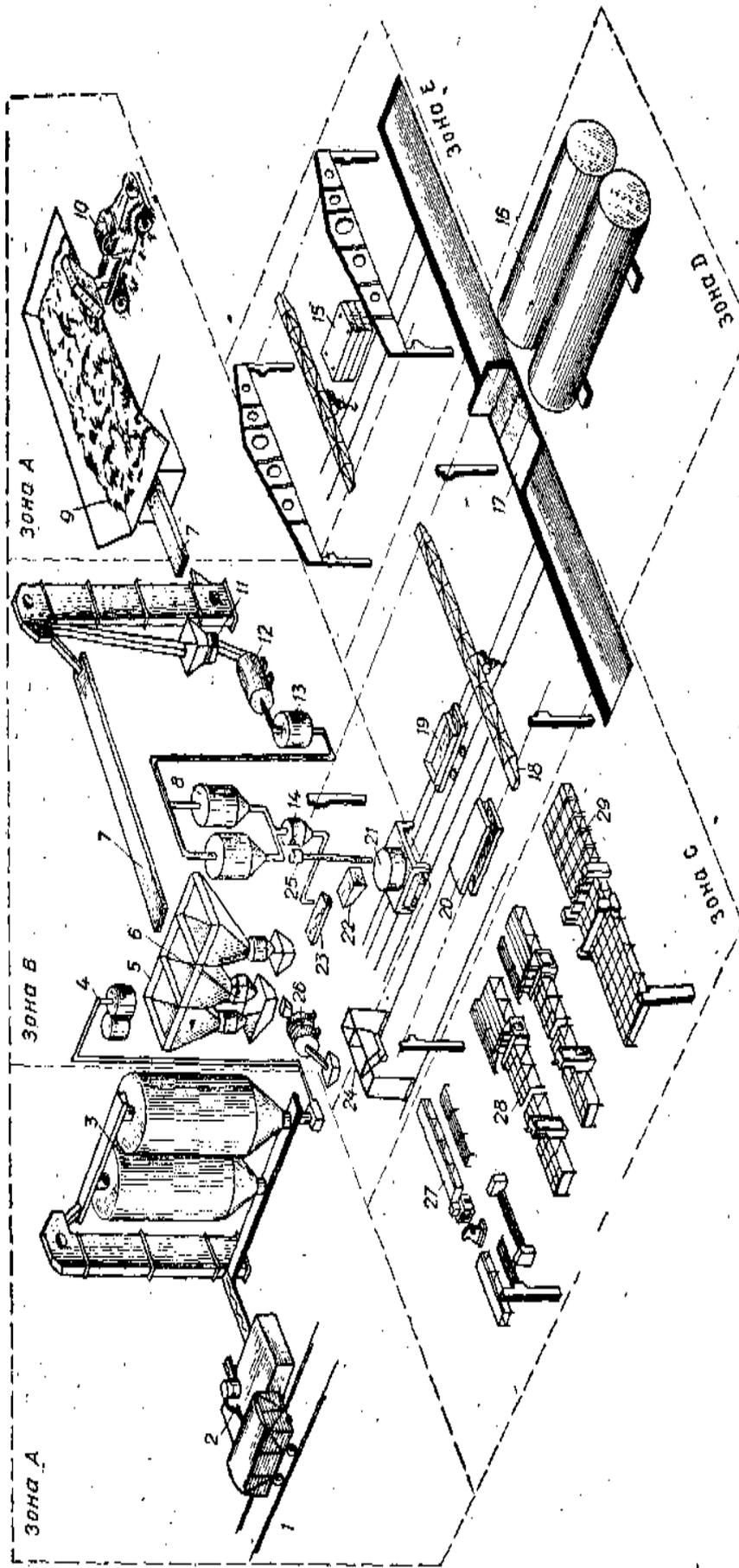


Рис. 1.20. Технологическая схема производства панелей из ячеистого бетона.

1 – вагон; 2 – разгрузчик цемента; 3 – силосный склад вяжущих; 4 – установка для пневмотранспорта вяжущих, 5 – расходные бункера; 6 – весовые дозаторы; 7 – ленточный конвейер; 8 – корректировочные ванны шлама; 9 – склад заполнителей; 10 – автосамосвал; 11 – тарельчатый питатель; 12 – мельница мокрого помола; 13 – нижний шламбассейн; 14 – дозатор шлама; 15 – штабель изделий; 16 – автоклавы; 17 – передаточная тележка (мост); 18 – мостовой кран; 19 – запарочная вагонетка; 20 – виброплощадка; 21 – газобетоносмеситель передвижной; 22 – раздаточный бункер смеси; 23 – растворосмеситель; 24 – бетоноукладчик; 25 – смеситель для приготовления водной суспензии алюминиевой пудры; 26 – бетононосмеситель; 27 – участок заготовки арматуры; 28 – участок для сборки и сварки каркасов; 29 – установка для сварки и резки арматурных сеток

Рассмотрим агрегатную линию по производству многопустотных плит перекрытий с полным комплектом оборудования, включая портал (рис. 1.21) [8]. Очищенный после предыдущего технологического цикла поддон смазывают на посту подготовки и краном переставляют на пост армирования.

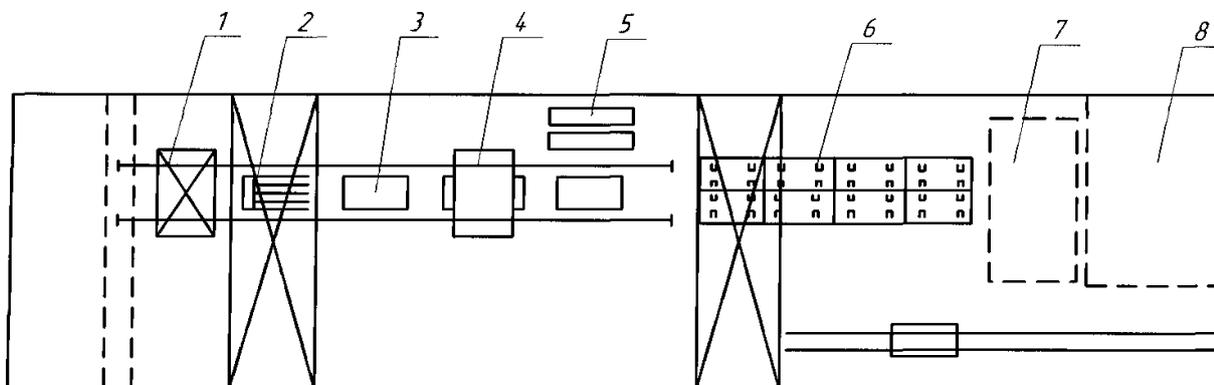


Рис. 1.21. Агрегатно-поточная линия по производству многопустотных плит перекрытий:

- 1 – бетоноукладчик; 2 – каретка с пустотообразователями; 3 – виброплощадка; 4 – самоходный портал с виброшитом и бортоснасткой; 5 – пост электротермического натяжения арматуры; 6 – камеры ТВО; 7 – пост распалубки и подготовки поддонов; 8 – склад готовой продукции

Для электротермического натяжения рабочей арматуры заранее изготовленные в арматурном цехе стержни с временными анкерами разогревают на станке до расчётного удлинения при температуре 300–500 С. Разогретые стержни вручную или траверсой переносят на поддон и укладывают в вилочные упоры. При остывании стержни укорачиваются до размеров, ограниченных расстоянием между упорами, оставаясь в растянутом состоянии.

Далее устанавливается ненапрягаемая арматура в виде пространственного каркаса с приваренными закладными деталями и петлями, загнутыми вровень с поверхностью верхней сетки. Самоходный портал нижним ярусом кронштейнов захватывает поддон с арматурой и перемещает на виброплощадку, где на поддон с портала устанавливается бортоснастка. Портал отъезжает от формовочного поста, освобождая рельсовый путь для работы бетоноукладчика. Перед формованием с помощью формовочной машины через отверстия в торцевых гранях бортоснастки в форму вдвигаются пустотообразователи. Подача и распределение бетонной смеси бетоноукладчиком сопровождается вибрацией за счёт виброплощадки и вибраторов в пустотообразователях. После укладки всей бетонной смеси бетоноукладчик отправляется под загрузку, а на формируемое изделие с помощью самоходного портала устанавливается пригруз. Совместная работа оборудования формовочного поста обеспечивает качественное уплотнение особо жё-

стких бетонных смесей и формирует достаточную прочность свежеотформованного изделия для немедленной распалубки.

Разборку формовочного поста производят в следующем порядке. Вначале выдвигают пустотообразователи, затем поднимают порталом пригруз и бортоснастку. Портал отправляется за следующим поддоном, а отформованное изделие на поддоне захватывается автоматической траверсой и краном отправляется в ямную пропарочную камеру. Поскольку бортоснастка на поддонах отсутствует, то опирание на свежеотформованное изделие невозможно.

Оснащение камер пакетировщиками, которые представляют собой систему автоматически выдвигающихся кронштейнов, позволяет крановщику выполнять установку поддонов в камеру без участия стропальщика. Выгрузка изделий из камеры после тепловой обработки также выполняется только крановщиком.

На посту распалубки при обрезке преднапряжённых стержней арматуры происходит передача напряжений от упоров поддона к изделию и его обжатие, т.е. преднапряжение. Готовые изделия отправляются на пост контроля качества и склад готовой продукции, а поддон после чистки и смазки вновь подаётся краном на пост армирования.

1.1.3. Стендовый метод производства изделий

При стендовом методе производства (рис. 1.22) все операции по изготовлению изделий осуществляются на одном рабочем месте в течение всего производственного процесса в горизонтальном состоянии (на стендах в металлооснастках, в матрицах), т.е. формование их происходит в неподвижных формах, а рабочие и механизмы перемещаются от одного стенда к другому. Активизация твердения (ТВО) осуществляется на месте формования изделия. Неподвижность изделия в момент производства ограничивает возможность проведения механизации и автоматизации трудовых процессов, вследствие чего значительная часть технологических операций выполняется вручную. Несмотря на это при стендовом методе вполне возможны работы в виде формования дорожки. Производственный процесс разделяется на отдельные операции. Для выполнения каждой операции используется автоматизированное специализированное оборудование; количество специализированных бригад устанавливается равным числу закрепленных за оборудованием операций в процессе.

На рис. 1.23 представлена схема производства изделий стендовым способом.

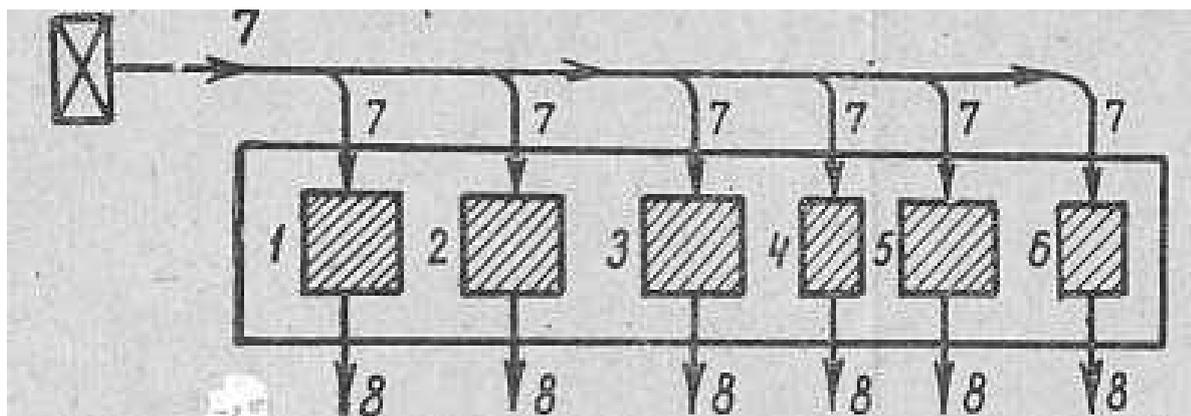


Рис. 1.22. Стендовая схема производства сборных железобетонных конструкций и деталей:

1–6 – неподвижные формы на стенде; 7 – поступление арматуры и бетонной смеси в формы; 8 – передача готовых конструкций и деталей на склад

Примером удачного сочетания достоинств агрегатной и стендовой организации производства может служить линия, схема которой представлена на рис. 1.24. Линейно размещенные внутри рельсового пути стационарные рабочие посты с формами обслуживаются двумя самоходными комплектами формовочного, уплотняющего и заглаживающего оборудования. Такая организация производства позволяет сократить цикл формования до 25–30 мин, что характерно для агрегатных и конвейерных линий.

После формования изделие в форме краном подается в ямную пропарочную камеру, освобождая стационарный пост для следующей формы, подаваемой с поста распалубки. Таким образом, устраняется основной недостаток стендового производства – низкая производительность из-за длительной оборачиваемости стендов.

Широкое распространение по всему миру получила технология безопалубочного формования плит перекрытий и покрытий [12]. Производство организуется по стендовой схеме (рис. 1.25) в цехе или на полигоне в зависимости от климатических условий. Стенды представляют собой дорожки длиной 60–120 м и шириной 1,2–1,5 м со шлифованным бетонным или металлическим покрытием, под которым размещается система обогрева. Вдоль дорожек по рельсовому пути передвигается оборудование, перемещаемое от стенда к стенду краном. Комплект необходимого оборудования включает: моющую машину, машину для раскладки проволочной или прядевой арматуры, натяжную станцию, формовочную и резательную машины.

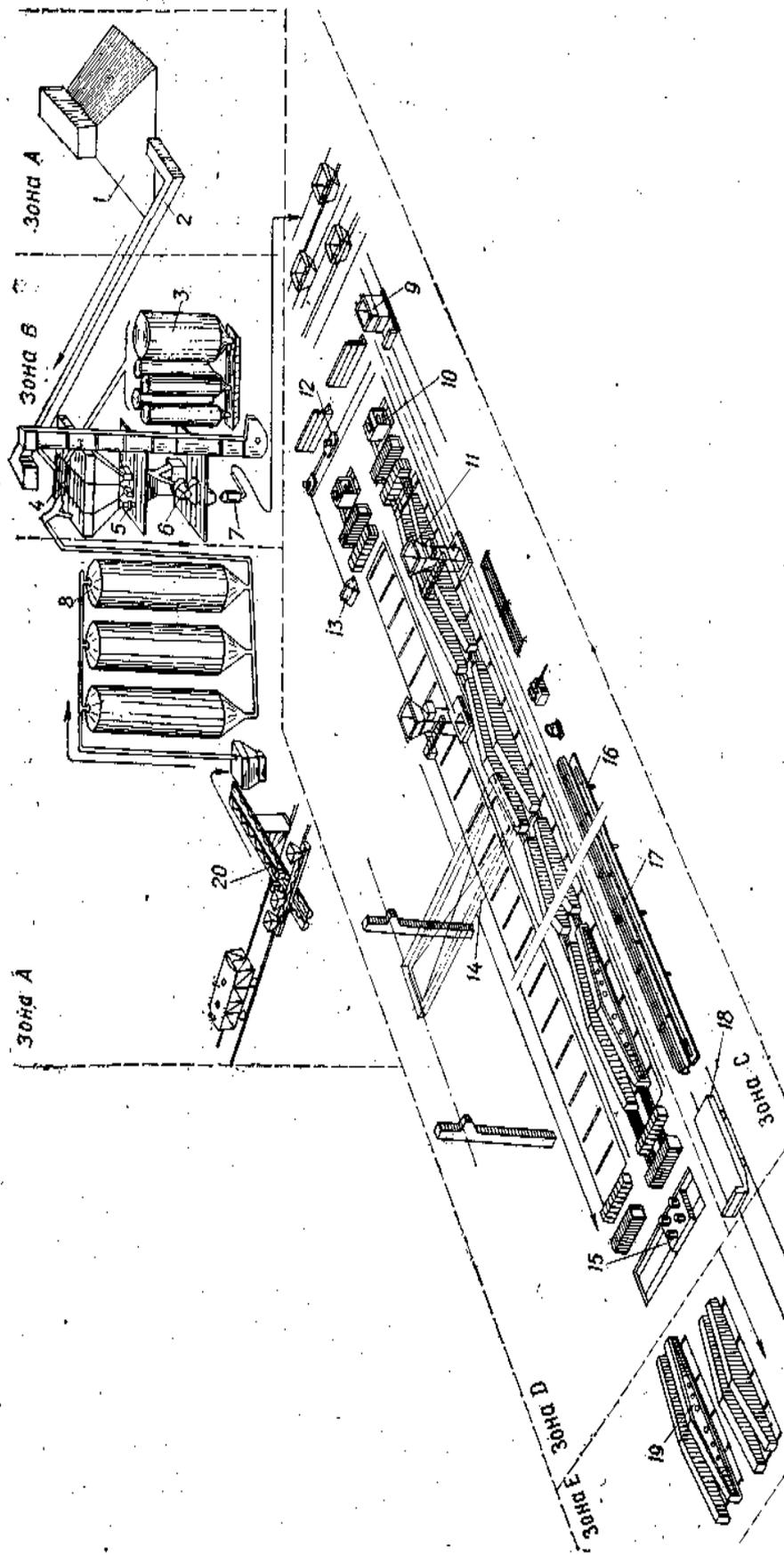


Рис. 1.23. Технологическая схема производства двухскатных балок стендовым способом:

- 1 – склад заполнителей; 2 – передаточная галерея; 3 – отделение активизации цемента; 4 – аккумулялирующие бункера;
- 5 – дозаторы; 6 – бетоносмеситель; 7 – приемное устройство; 8 – силосы для цемента; 9 – раздаточная тележка для бетона;
- 10 – гидродомкрат; 11 – бетонораздатчик; 12 – оборудование для протаскивания арматуры; 13 – устройство для группировки арматурных элементов; 14 – мостовой кран; 15 – бухтодержатель; 16 – машина для упрочнения стержней; 17 – установка для сварки стержневых плетей; 18 – самоходная тележка; 19 – площадка для складирования готовых изделий; 20 – устройство для разгрузки цемента

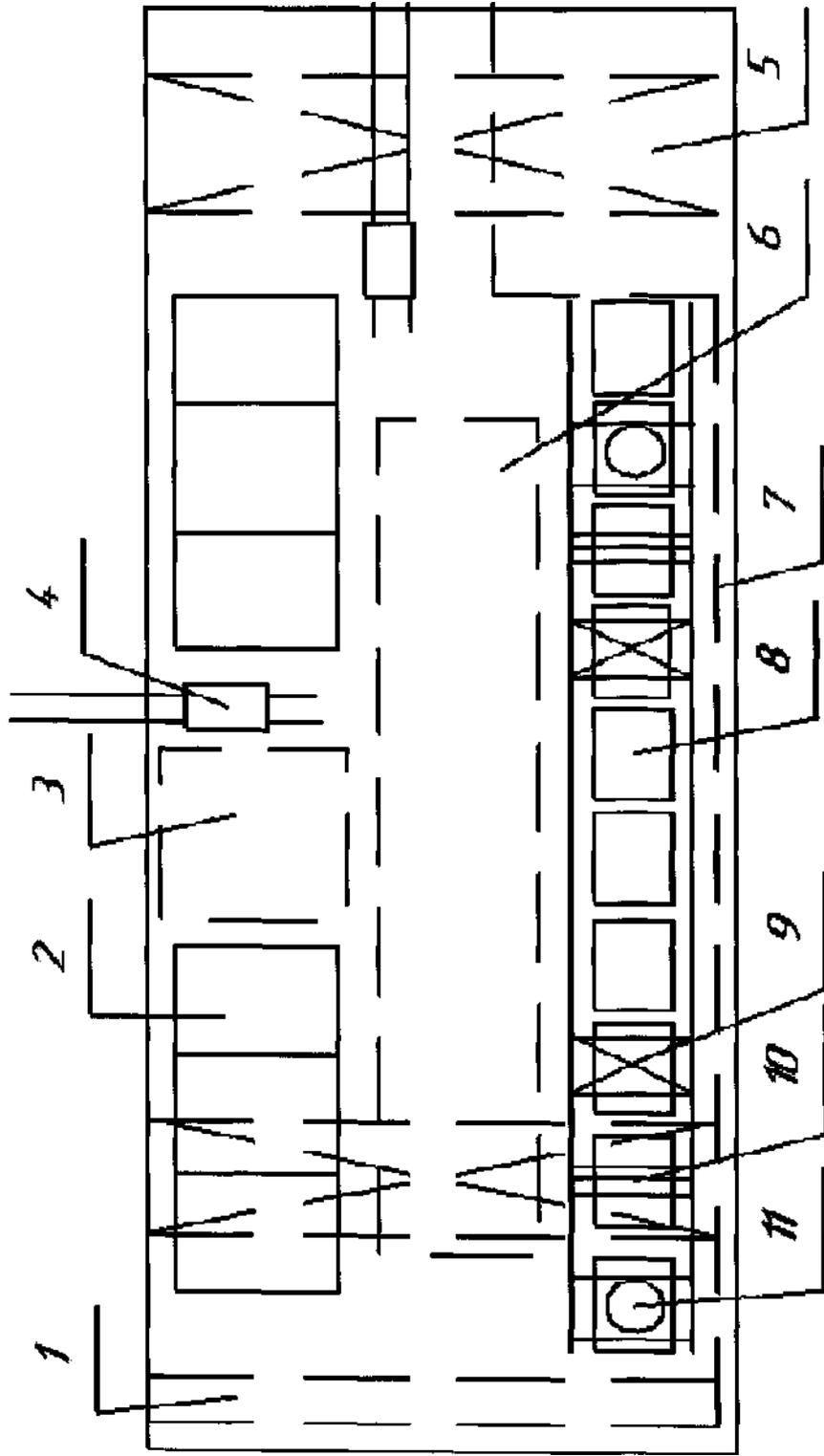


Рис. 1.24. Схема полустационарного производства наружных стеновых панелей:
 1, 7 – транспортеры подачи бетонной смеси; 2 – ямная пропарочная камера; 3 – пост распалубки; 4 – передаточная тележка;
 5 – склад готовой продукции; 6 – зона складирования комплекующих; 8 – стационарные посты стеновой линии;
 9 – бетоноукладчик; 10-реечное виброуплотняющее устройство; 11 – заглаживающее устройство

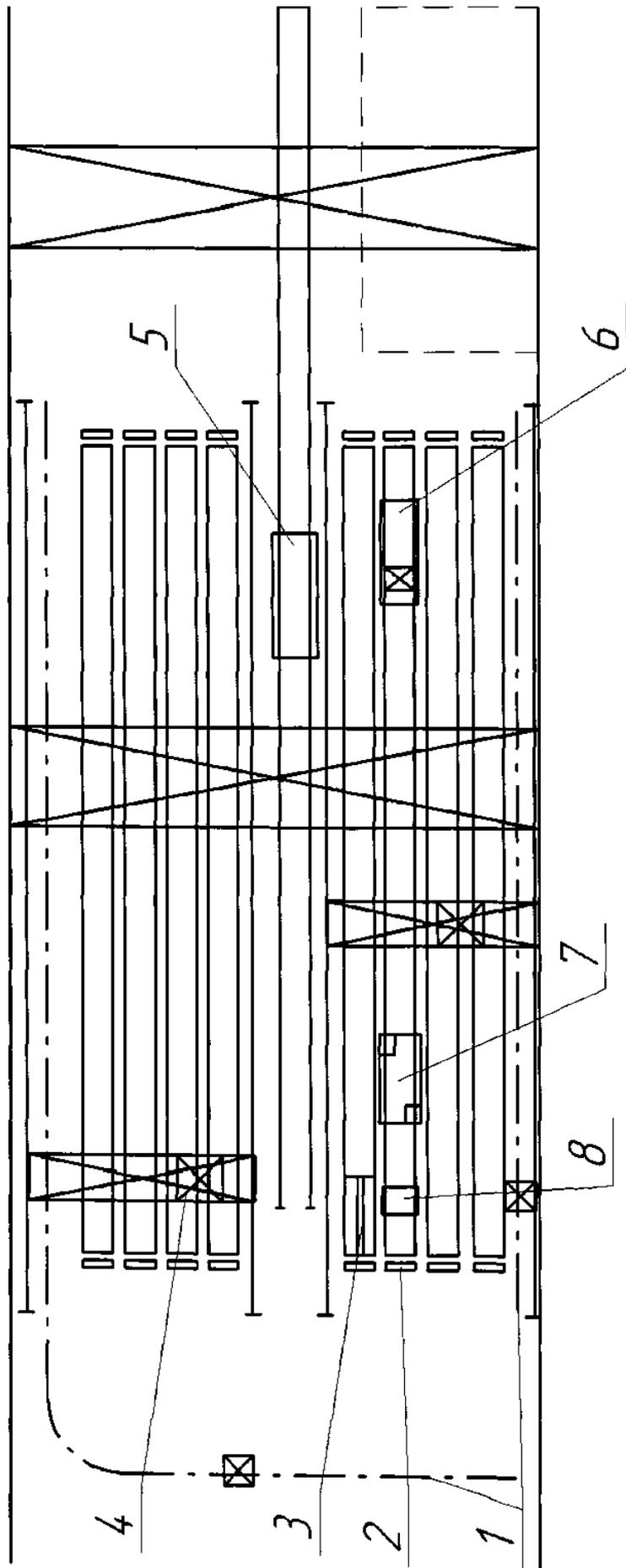


Рис. 1.25. Стендовая линия по производству многослойных плит перекрытий фирмы *Partex*:

- 1 – тракт адресной подачи бетонной смеси с самоходным кубелем; 2 – упоры стенда; 3 – установка для распиловки плиты;
- 4 – бетоновозные эстакады с бункерами; 5 – тележка для вывоза готовой продукции; 6 – экструдер; 7 – установка для натяжения арматуры; 8 – установка для смазки поддона

Ведущей машиной является экструдер (рис. 1.26). Его рама оборудована четырьмя колесами с ребордами, которые перемещаются по рельсам, уложенным вдоль стенда. Сверху на раме установлены: электрооборудование, электродвигатель с редуктором для вращения пустотообразователей, бункер для бетонной смеси, виброплита и стабилизирующая плита с уравновешивающим грузом. Внутри рамы расположены пустотообразователи и боковые скользящие борты. Консольно закреплённая часть пустотообразователей состоит из прессующего шнека конической формы. Шаг витков шнека постоянный, но последние витки подрезаны до диаметра, равного диаметру отверстий в изделии. Внутри шнека установлен дебалансный вибратор, вращение которого осуществляется валом от электродвигателя. Направление вращения шнеков одинаковое. Однако каждые два соседних шнека имеют правое и левое направления винтовой линии. Стабилизирующая часть пустотообразователя соединяется со шнеком при помощи резиновых втулок. Таким образом, в зоне стабилизирующей плиты и задней части пустотообразователя вибрация очень незначительная. Вращение пустотообразователей осуществляется от электродвигателя через редуктор. На виброплите установлены два высокочастотных вибратора с круговыми колебаниями.

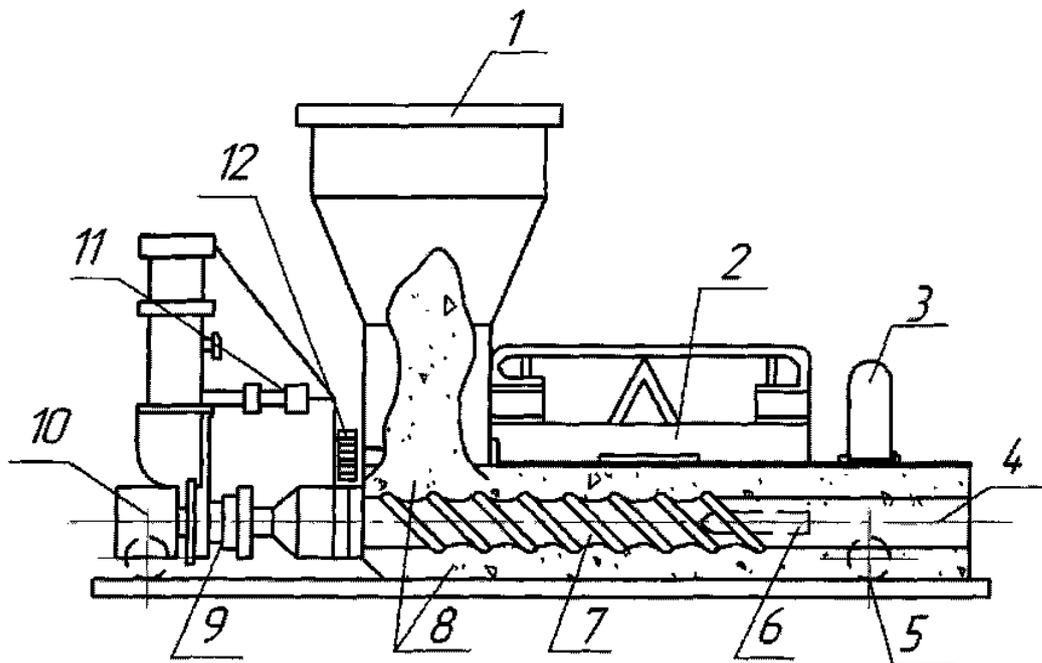


Рис. 1.26. Экструдер:

- 1 – бункер с бетонной смесью; 2 – пригрузочная плита с вибратором;
- 3 – стабилизатор; 4 – стабилизирующий наконечник; 5 – опорные колеса;
- 6 – вибратор в пустотообразователе; 7 – шнек; 8 – верхние и нижние слои бетона;
- 9 – привод вибратора; 10 – рама экструдера; 11 – привод шнека;
- 12 – магазин арматуры (поперечные стержни)

Между приводом вращения шнеков и бункером бетонной смеси может быть оборудовано устройство для подачи и вставки поперечной арматуры [12].

Экструдер устанавливается на рельсы стенда краном. Бетонная смесь жёсткостью загружается в приёмный бункер. Под действием собственной массы она попадает на витки шнеков, которые продвигают её в формовочную камеру, образуемую шнеками, скользящими бортами, поддоном стенда и виброплитой. В этой камере под воздействием прессующего давления шнеков, а также вибрации шнеков и виброплиты смесь формуется и уплотняется. За счёт реактивной силы, возникающей при подаче бетонной смеси, экструдер движется в противоположную сторону, оставляя за собой отформованную бетонную полосу. Невибрируемые задние части пустотообразователей и верхняя плита заглаживают отформованные поверхности изделия. Прессующее давление на бетонную смесь определяется силами трения, возникающими между бетоном и подвижными формовочными органами экструдера (пустотообразователи, виброплита, стабилизирующая плита, скользящие борта), а также сопротивлением передвижению самой машины. Груз на заглаживающей верхней плите служит для уравнивания задней части экструдера от воздействия упругих сил бетонной смеси.

Дополнительно экструдеры могут оснащаться сменными пресс-формами (выходными мундштуками), замена которых позволяет организовать на тех же стендах выпуск широкой номенклатуры железобетонных изделий, включая балки, ригели, перемычки, сваи, лотки, опоры линий электропередач и т.д. Технические параметры экструдеров зависят от фирмы-изготовителя, но также различаются несущественно. Например, для формовочной машины «Тенсиланд» [11] скорость формования при непрерывной подаче бетонной смеси составляет 0,3–2,5 м плиты в минуту (рис. 1.27). Аналогичную производительность заявляют и другие изготовители оборудования для безопалубочного формования железобетонных изделий.

Формовочное производство работает в две, а чаще в три смены. После съёма готовых изделий на освободившуюся дорожку устанавливают краном моющую машину, которая в автоматическом режиме чистит её и сушит. Затем с помощью машины для раскладки проволоки через весь стенд протягивают арматуру и фиксируют в упорах временными анкерами типа «высаженная головка», для изготовления которых используют заклёпочную машину. Натягивают арматуру гидродомкратами и насосной станцией. Далее формовочная установка при непрерывной подаче бетонной смеси по бетоновозной эстакаде формует плиту на всю длину стендовой дорожки. После завершения этого процесса свежееотформованную полосу укрывают брезентом или полиэтиленовой плёнкой и проводят тепловую обработку за счёт подогрева днища, возможна также подача пара в пустоты

плит. Продолжительность тепловой обработки – 8–12 ч при температуре изотермического прогрева не выше 70 С. Завершается она при достижении бетоном передаточной прочности, достаточной для отпуска натянутой арматуры. Далее после отпуска преднапряжённой арматуры с помощью резательной машины производят распиловку плиты на изделия нужной длины. Для их транспортирования на склад используют кран или пакетировщик. Поскольку монтажных петель на изделиях не предусмотрено, захват осуществляют самозахватной траверсой за их боковые пазы.



Рис. 1.27. Технологическая линия «Тенсиланд»:
 1 – машина для чистки дорожек; 2 – машина для раскладки проволоки;
 3 – формующая машина; 4 – машина для резки; 5 – пакетировщик для сбора и вывоза готовой продукции

В целом линии с безопалубочным формованием пустотных плит демонстрируют наилучшие технико-экономические показатели: максимальный съём изделий с 1 м² площади цеха, минимальные трудозатраты, максимальную выработку на одного рабочего, низкую металлоёмкость производства, высокую производительность и низкую себестоимость продукции. Кроме того, продукция отличается стабильно высоким качеством при условии строгого технологического контроля, особенно на стадии приготовления бетонной смеси [24].

Рассмотрим линию с короткими стендами для изготовления крупно-размерных пустотных плит перекрытий длиной 18 м и шириной до трех метров (рис. 1.28) [8]. Особенность организации работ на линии заключается в использовании одного комплекта пустотообразователей на двух стендах по очереди.

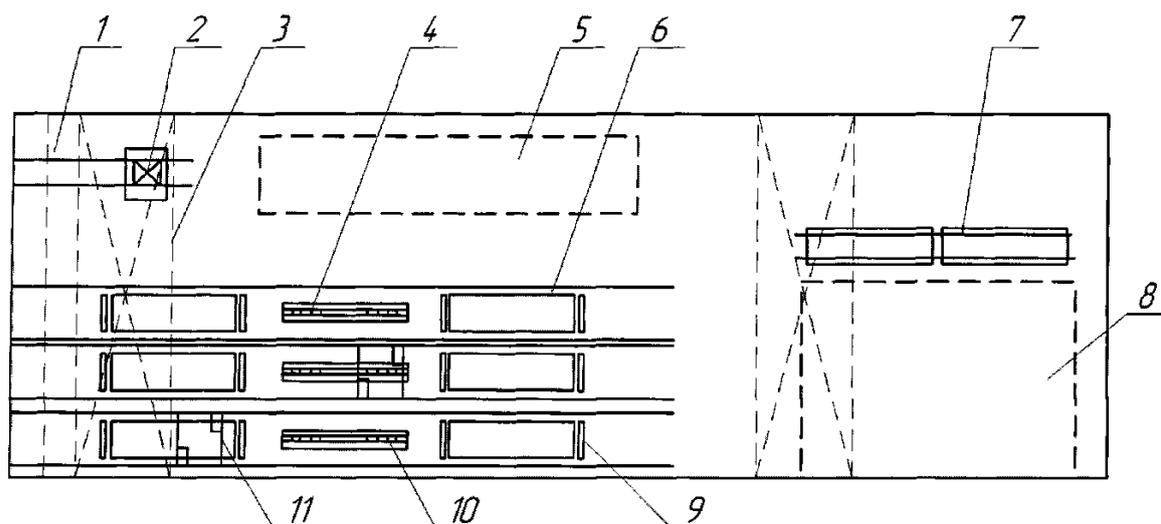


Рис. 1.28. Стендовый способ производства многопустотных плит перекрытий длиной 18 м:

- 1 – тракт подачи бетонной смеси краны; 2 – бадья для бетонной смеси;
- 3 – мостовой кран; 4 – механизм подачи пустотообразователей; 5 – пост складирования арматурных каркасов; 6 – стенды (6 шт.); 7 – тележка для вывода готовой продукции; 8 – складирование готовой продукции; 9 – упоры стенда; 10 – пустотообразователи; 11 – установка для электромеханического натяжения арматуры

Когда на одном стенде проходит тепловая обработка конструкции за счёт подогрева поддона или подачи пара в пустотообразователи, на противоположном стенде выполняются операции по распалубке и подготовке стенда к следующему формованию. Около 10 ч тепловая обработка проходит с пустотообразователями, а затем с помощью специальной лебёдки их извлекают и после чистки и смазки устанавливают на противоположный стенд. В целом тепловая обработка продолжается около 20 ч, включая 4–6 ч плавного охлаждения. Это характерно для стендового производства, поскольку при тепловой обработке не удаётся обеспечить качественную теплоизоляцию.

Столь длительная тепловая обработка конструкций позволяет использовать более подвижные бетонные смеси, нежели на других линиях по производству пустотных плит с немедленной распалубкой. Этого же требуют и менее интенсивные методы уплотнения бетонных смесей, применяемые на стендах. Использование глубинных или навесных вибраторов в данном случае может быть дополнено вибраторами в пустотообразователях, но и они вряд ли позволят качественно уплотнить бетонные смеси с удобоукладываемостью менее 2–4 см. Уникальность представленной линии заключается в специфике выпускаемой продукции, которую изготавливать другими способами вряд ли возможно.

1.1.4. Производство изделий в кассетах

В зависимости от принятой технологии производства сборных железобетонных изделий существует несколько способов изготовления изделий на стендах, из которых наиболее прогрессивным является производство изделий в вертикальных кассетах.

Формование и тепловлажностная обработка изделий при стендовой технологии производства может производиться и в вертикальном положении при помощи кассетных форм. Применение кассетных форм с одновременным формованием и тепловлажностной обработкой нескольких (6–14) изделий в вертикальном положении более рационально, так как это значительно повышает степень использования производственных площадей, позволяет отказаться от дополнительной монтажной арматуры для кантования изделий и допускает внутривозвратной транспорт изделий до проектной прочности. Кроме того, формование изделий в вертикальных кассетах дает возможность получать гладкую поверхность с двух сторон, применять скользящие формы для немедленной распалубки, а также упрощает процесс образования пустот в изделиях (рис. 1.29).

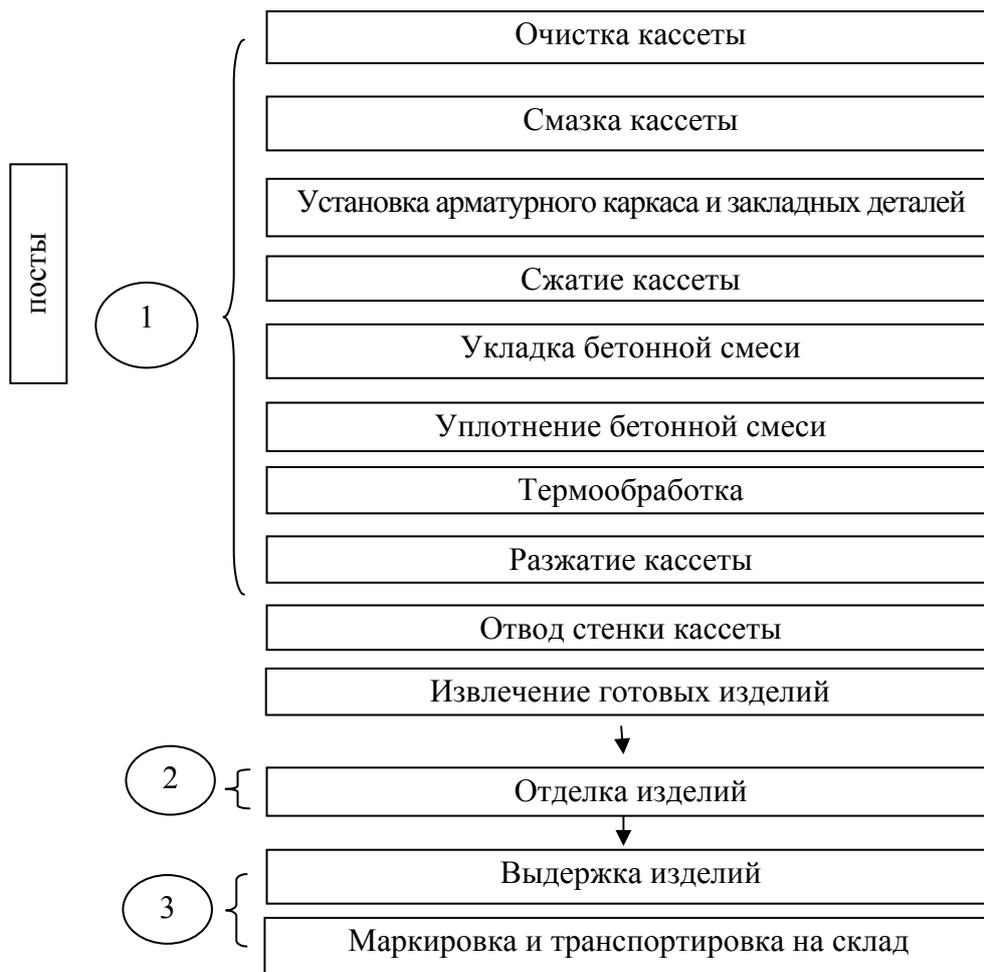


Рис. 1.29. Схема организации кассетного производства

Процесс формования изделий в вертикальных кассетах заключается в следующем. Разделительные стенки кассеты тщательно очищаются от пыли и остатков бетона и смазываются. Для смазки кассет применяют эмульсионные и масляные смазки. В последнее время с целью усовершенствования процесса чистки и смазки стали производить смазку кассет устойчивыми гидрофобными покрытиями, выдерживающими большое количество оборотов формы без возобновления смазки. Перемещение отсечных перегородок в процессе сборки и разборки кассеты производят с помощью рычажной гидросистемы. Затем в подготовленный отсек мостовым краном опускается арматурный каркас, проверяется правильность положения каркаса и укрепления его закладных частей в отсеке кассеты и передвигается с помощью гидромеханизма очередная стенка кассеты в положение, обеспечивающее проектную толщину изготавливаемой детали.

После укладки бетонораздатчиком и уплотнения бетонной смеси навесными вибраторами в паровые отсеки кассеты подают теплоноситель для ускоренного твердения бетона.

Поскольку тепловое расширение бетона ограничивается конструкцией кассетной установки, то возможно применение жёстких режимов тепловой обработки, а именно: скоростной прогрев за 1–2 ч без предварительной выдержки и изотермическое выдерживание при температуре 90–95 С в течение 4–6 ч [1]. При достижении изделиями распалубочной прочности отсеки кассеты последовательно распалубливают, а изделия устанавливают в кассеты дозревания до набора отпускной прочности.

Компактность и достаточно высокая производительность способствуют широкому внедрению кассетных установок на заводах сборного железобетона. Вместе с тем в процессе эксплуатации выявлен ряд недостатков: укладка бетонной смеси производится в узкие и высокие отсеки кассеты при минимальном вибрационном воздействии, поэтому приходится применять высокоподвижные и литые смеси, которые склонны к расслоению. Для повышения их однородности и нераслаиваемости увеличивают расход цемента сверх требуемого по закону водоцементного отношения (В/Ц). Поэтому для кассетного производства средний расход цемента составляет 400–450 кг/м³, что на 100–120 кг больше, чем для равнопрочных конструкций при других методах формования.

На рис. 1.30 и 1.31 представлены схемы производства изделий кассетным способом.

Кассетная технология, являясь разновидностью стандового способа производства, предусматривает последовательное выполнение всех технологических операций, что удлиняет производственный цикл и ограничивает рост производительности.

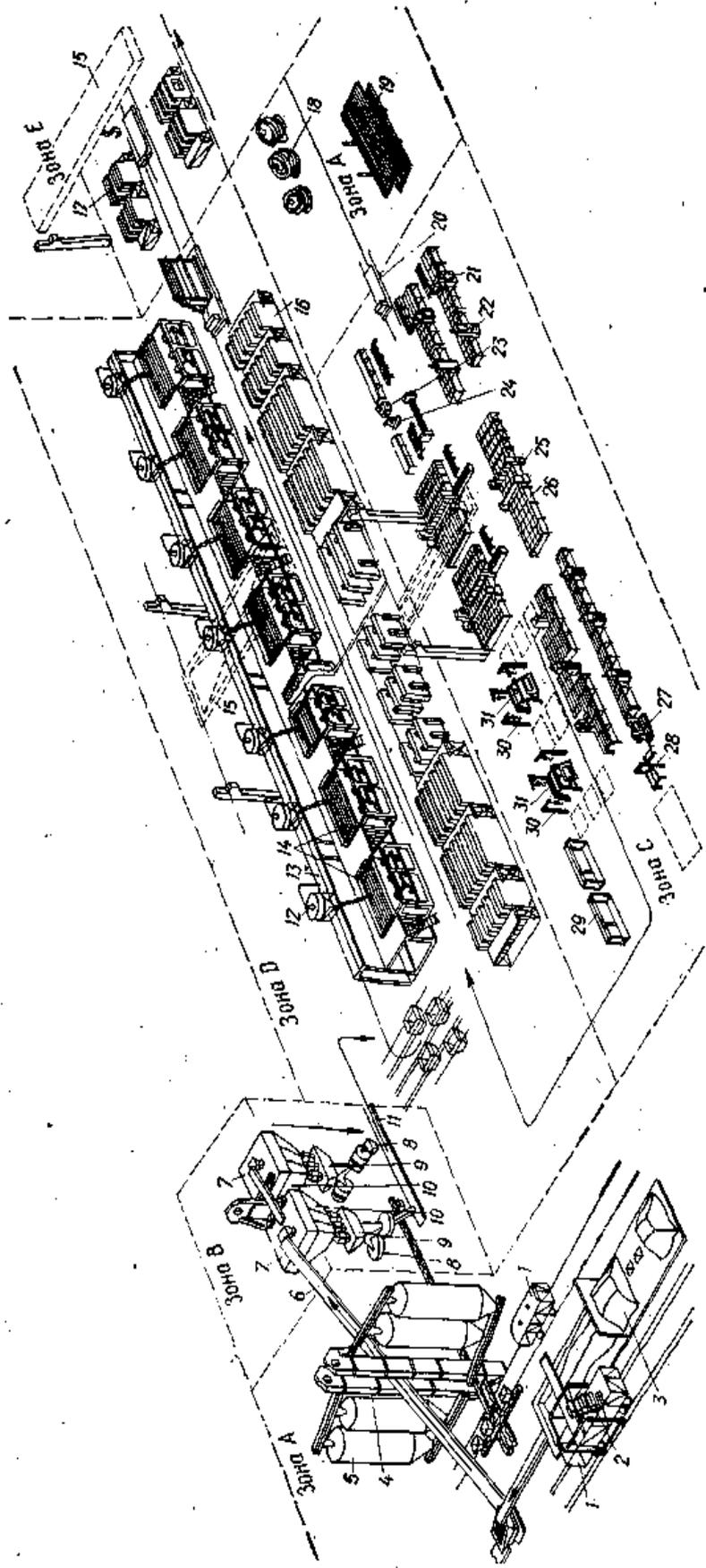


Рис. 1.30. Технологическая схема производства изделий кассетным способом:

- 1 – железнодорожный вагон; 2 – разгрузчик; 3 – склад заполнителей; 4 – элеватор; 5 – силосные банки; 6 – конвейерная галерея; 7 – аккумулялирующие бункера; 8 – смесители; 9 – дозаторы; 10 – бункера сухой смеси; 11 – ленточный передаточный конвейер; 12 – гаситель; 13 – бетоновоз; 14 – кассеты; 15 – мостовой кран; 16 – секция для выдержки изделий; 17 – секция для складирования изделий; 18, 19 – площадки для складирования арматуры; 20 – самоходная тележка; 21, 22 – машины для точечной сварки; 23 – машина для стыковой сварки; 24 – станок для резки арматуры; 25 – многоэлектродная контактная машина; 26 – устройство для резки сеток; 27 – машина для гибки сеток; 28 – горизонтальная установка для сборки каркасов; 29 – установка для сварки пространственных каркасов; 30 – подвесная точечносварочная машина; 31 – вертикальная установка для сборки каркасов

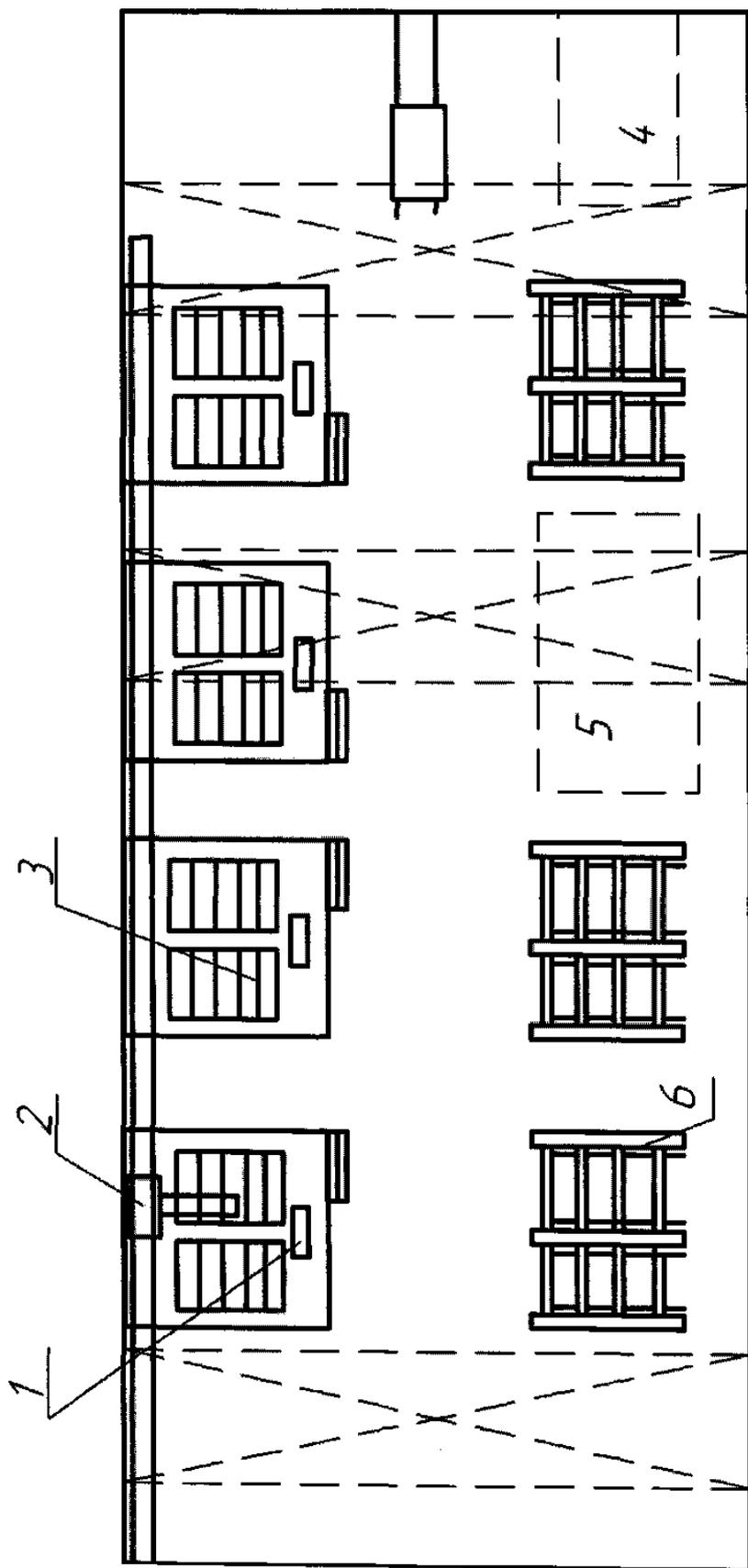


Рис. 1.31. Схема кассетного производства панелей внутренних стен, перегородок и панелей перекрытия:
 1 – пульт управления; 2 – консольный бетонораздатчик; 3 – кассетная установка (4–8 шт.); 4 – склад готовой продукции;
 5 – пост складирования арматурных изделий; 6 – кассеты дозревания

Различные варианты устранения отмеченных недостатков кассетного производства были реализованы в многочисленных технологических линиях в нашей стране и за рубежом.

Двухсторонние кассетные установки (рис. 1.32, *а*) позволяют увеличить производительность за счёт последовательного выполнения операций разборки, сборки и формования в одной части кассеты и тепловой обработки – в другой. Кроме того, одновременное использование глубинных и навесных вибраторов (рис. 1.32, *б*) способствует эффективному уплотнению менее подвижных бетонных смесей с осадкой конуса (ОК) 8–10 см и сокращению расхода цемента до 350 кг/м³.

Каждая кассетная установка рассчитана на одновременное изготовление нескольких элементов. Практикой установлено, что минимальное количество изделий, изготавливаемых в кассетной установке, должно составлять 6 шт., так как при меньшем количестве повышается металлоемкость установки (на один отсек) и снижается коэффициент использования площади цеха. Однако очень большие кассеты (для изготовления более 14 изделий) применять нерационально, так как удельная металлоемкость при этом изменяется мало, а установка становится громоздкой и дорогостоящей.

В настоящее время разработана технология изготовления в кассетах всей номенклатуры изделий, входящих в домостроительную продукцию. В кассетах могут быть изготовлены: однослойные детали из одной марки бетона (панели наружных и внутренних стен, перегородок, перекрытий, лестничные марши и площадки), причем все элементы могут быть сплошными или пустотелыми; слоистые панели целиком из бетона или такие, в которых один из слоев сделан не из бетонного материала (панели наружных стен, совмещенных крыш, теплых цоколей и др.); объемные блоки, представляющие собой сочетание различных панелей как однослойных, так и слоистых.

Корректирование технологического процесса с целью выравнивания времени работы на отдельных рабочих местах производится путем изменения структуры самих операций (расчленение их или, наоборот, объединение). Во время разработки технологического процесса происходит прикрепление операций по изготовлению изделия к определенным станкам и рабочим местам, а также подсчет их загрузки каждой операцией.

Стремление организовать в кассетных установках непрерывное формование привело к разработке кассетно-конвейерных линий. Схема кассетно-конвейерной линии с подвижными щитами представлена на рис. 1.33, *а*. К кассете подсоединяется блок, состоящий из формы на два изделия и наружного щита в виде теплового отсека. Форма оснащена подвижным щитом, который перед формованием поднимается гидropодъёмником в крайнее верхнее положение. Размещенные на формовочном посту в два ряда вибробункера загружаются бетонной смесью из консольного бетонораздатчика. Формование осуществляется за счёт одновременной подачи вибрируемой бетонной смеси в форму и опускания подвижного щита (рис. 1.33, *б*), что позволяет использовать малоподвижные бетонные смеси

с ОК = 1–2 см с пониженным расходом цемента. При подаче следующего блока на пост формования вся кассета сдвигается на один шаг. Одновременно с противоположной стороны кассеты отсоединяется блок, прошедший тепловую обработку. Наружный щит блока перевешивается на форму, подаваемую на пост формования. Форма с двумя панелями передаётся на пост распалубки, где изделия извлекаются и краном передаются в камеру дозревания. Далее форма чистится, смазывается и комплектуется арматурным каркасом, вкладышами, каналообразователями и т.д. Подготовленная форма на передаточной тележке оснащается наружным щитом и подаётся на пост формования. Таким образом, за счёт эффективного решения проблем кассетного производства удаётся обеспечить высокую производительность линии и оптимизировать расход цемента.

Поскольку тепловая обработка остаётся самым длительным технологическим процессом, разрабатываются различные технологические и организационные приёмы по сокращению её продолжительности. Линия, представленная на рис. 1.34, *а*, предполагает двухстадийную тепловую обработку. Первая стадия осуществляется на постах формования до набора распалубочной прочности, а вторая – в туннельных камерах до набора отпускной прочности. Двухместная форма с линии подготовки подаётся на один из формовочных постов, оснащенных подвижными щитами с рычажной гидросистемой (рис. 1.34, *б*). Из самоходного бункера бетонная смесь укладывается в форму и уплотняется навесными вибраторами, размещёнными на наружных щитах. Формование совмещается с контактным двухсторонним обогревом через щиты и перегородку формы для ускоренного твердения бетона. С этой же целью используют предварительный пароразогрев бетонной смеси до температуры 40–60° С. За один час изделия приобретают распалубочную прочность, что позволяет отсоединить наружные щиты и подать форму в туннельную камеру на вторую стадию тепловой обработки. При этом формовочный пост освобождается для следующего формовочного цикла. Размещение в пролёте 4–5 формовочных постов обеспечивает непрерывное формование и в целом высокую производительность линии.

Двухстадийная тепловая обработка предусмотрена и на линии, схема которой представлена на рис. 1.35. Формование и первая стадия тепловой обработки осуществляются на полукруглом конвейере, что позволяет оптимизировать технологические потоки и исключить встречные и возвратные перемещения. С линии подготовки двухместная форма-вагонетка через передаточную тележку подаётся на круговой конвейер, поворотный круг которого устанавливает форму на пост укладки бетонной смеси. Продолжительность укладки и распределения бетонной смеси определяет ритм поворота конвейера. Применение горячих бетонных смесей и контактного прогрева изделий на остальных постах полукруглого конвейера позволяют за 1,5 часа получить распалубочную прочность бетона и после съёма наружных щитов передать форму в туннельную камеру на вторую стадию тепловой обработки.

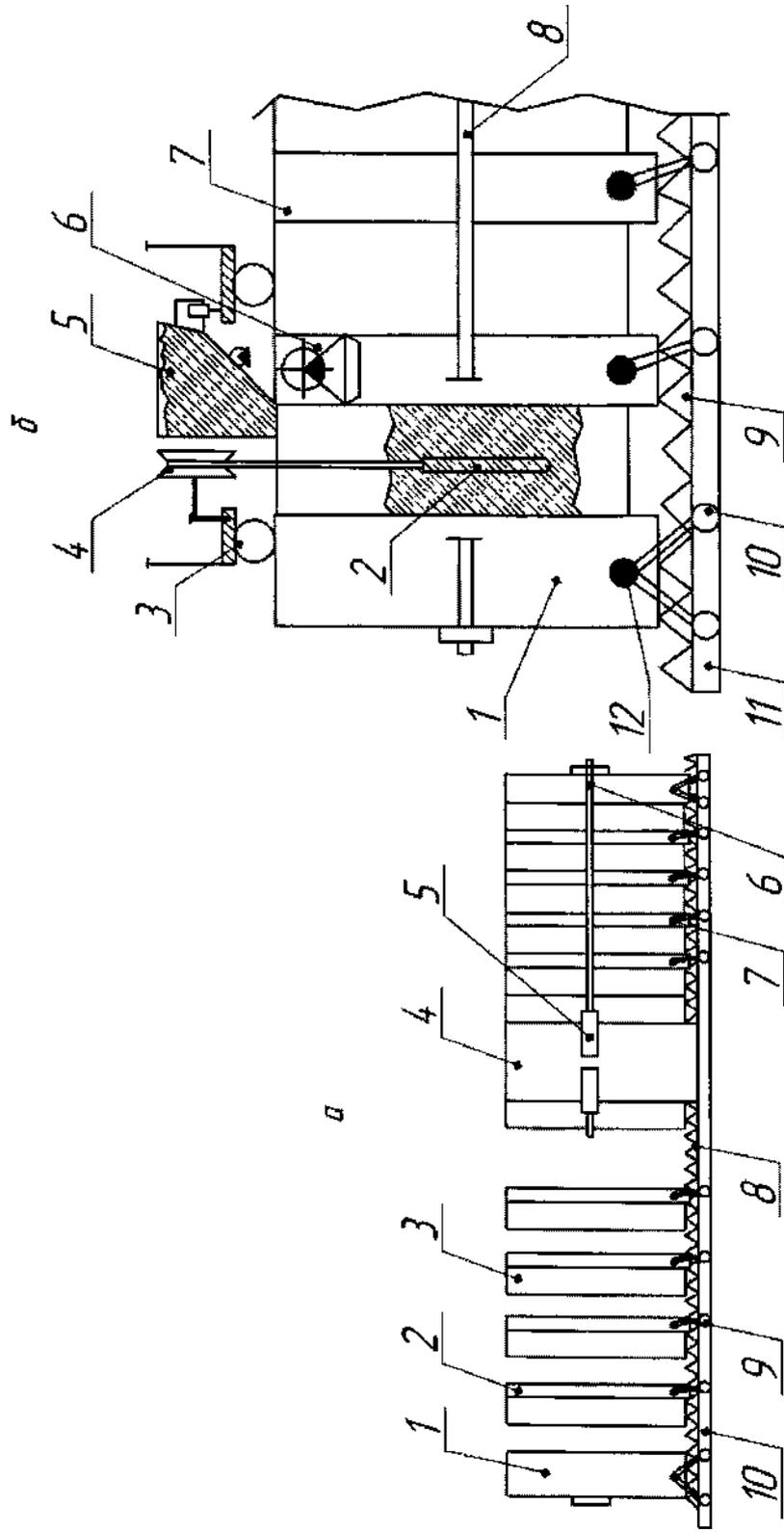


Рис. 1.32. Двухсторонняя кассетная установка:

- а – вид кассеты сбоку: 1 – подвижная опорная стенка; 2 – промежуточная перегородка; 3 – бортобнастка; 4 – неподвижная опорная стенка; 5 – гидроцилиндр; 6 – тяговая штанга; 7 – сквозной вал с зубчатыми шестернями; 8 – зубчатая рейка; 9 – роликровая опора; 10 – направляющая шина;
- б – разрез кассеты с формуемым отсеком: 1 – подвижная опорная стенка; 2 – глубоинный вибратор; 3 – порталное устройство; 4 – механизм перемещения глубоинного вибратора; 5 – бункер раздатчик бетонной смеси; 6 – навесной вибратор; 7 – промежуточная перегородка; 8 – тяговая штанга; 9 – зубчатая рейка; 10 – роликровая опора; 11 – направляющая шина; 12 – сквозной вал с зубчатыми шестернями

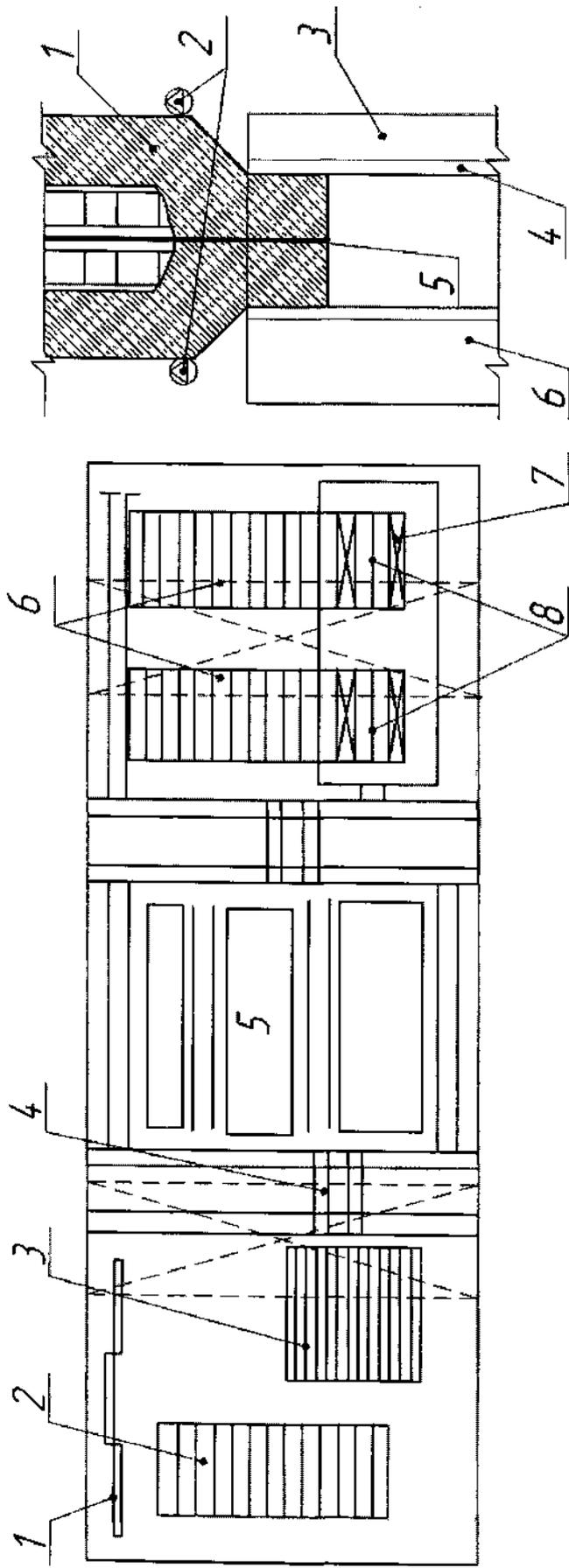


Рис. 1.33. Схема кассетно-конвейерной линии с подвижными щитами на Парнасском ДСК (г. Санкт-Петербург):
 а – план линии: 1 – конвейер отделки; 2 – кассета дозревания; 3 – пост переоснастки форм; 4 – передаточная тележка;
 5 – посты распалубки, чистки и комплектации форм; 6- кассета; 7 – бункер; 8 – подвижный щит на два изделия;
 б – разрез формовочного поста: 1 – бункер; 2 – вибратор; 3 – прижимной щит; 4 – наружный тепловый щит; 5 – подвижный щит на два изделия; 6 – кассета

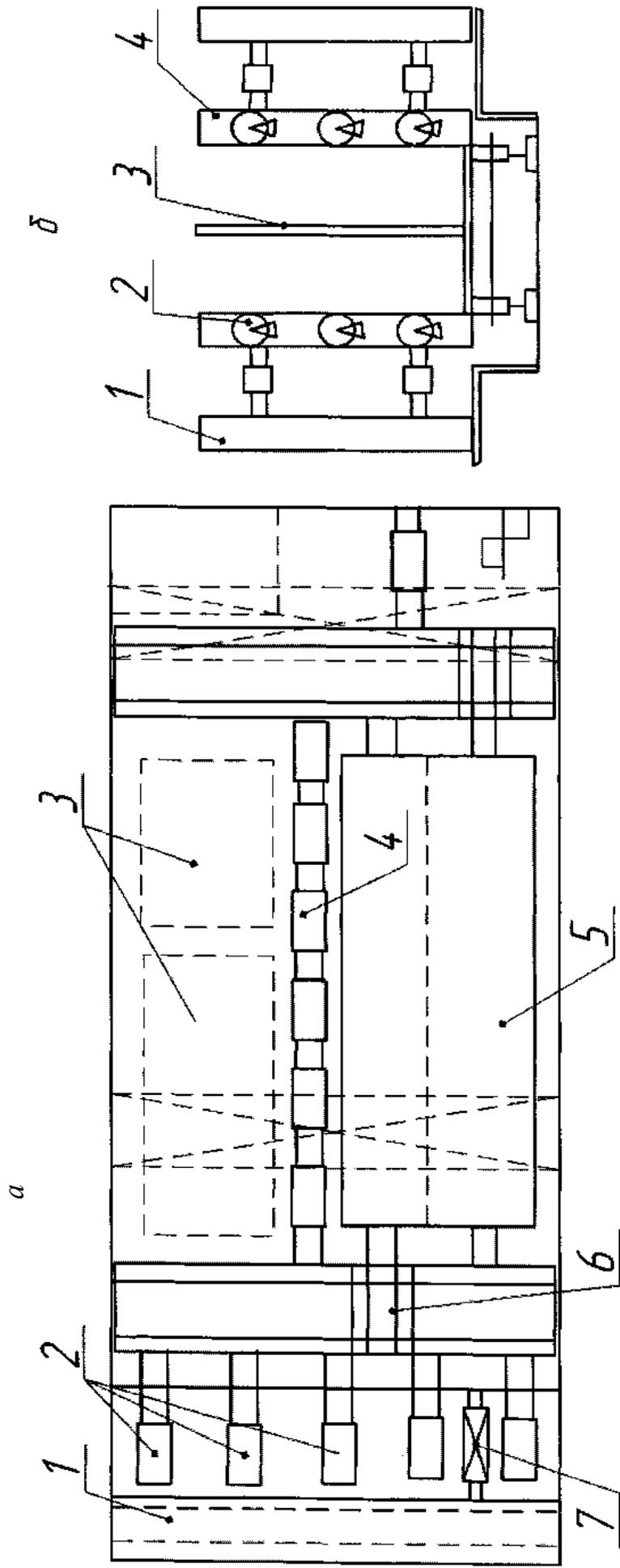


Рис. 1.34. Схема кассетно-конвейерной линии изготовления панелей внутренних стен, перегородок и плит перекрытий с двухстадийной тепловой обработкой:

а – план линии: 1 – тракт подачи бетонной смеси; 2 – посты формирования (4–5 шт.); 3 – зоны складирования комплектующих; 4 – линия распалубки и подготовки форм; 5 – туннельная камера; 6 – передаточная тележка; 7 – самоходный бункер; б – разрез формовочного поста кассетно-конвейерной линии: 1 – опорные стенки; 2 – навесные вибраторы; 3 – форма; 4 – подвижные щиты с рычажной гидросистемой

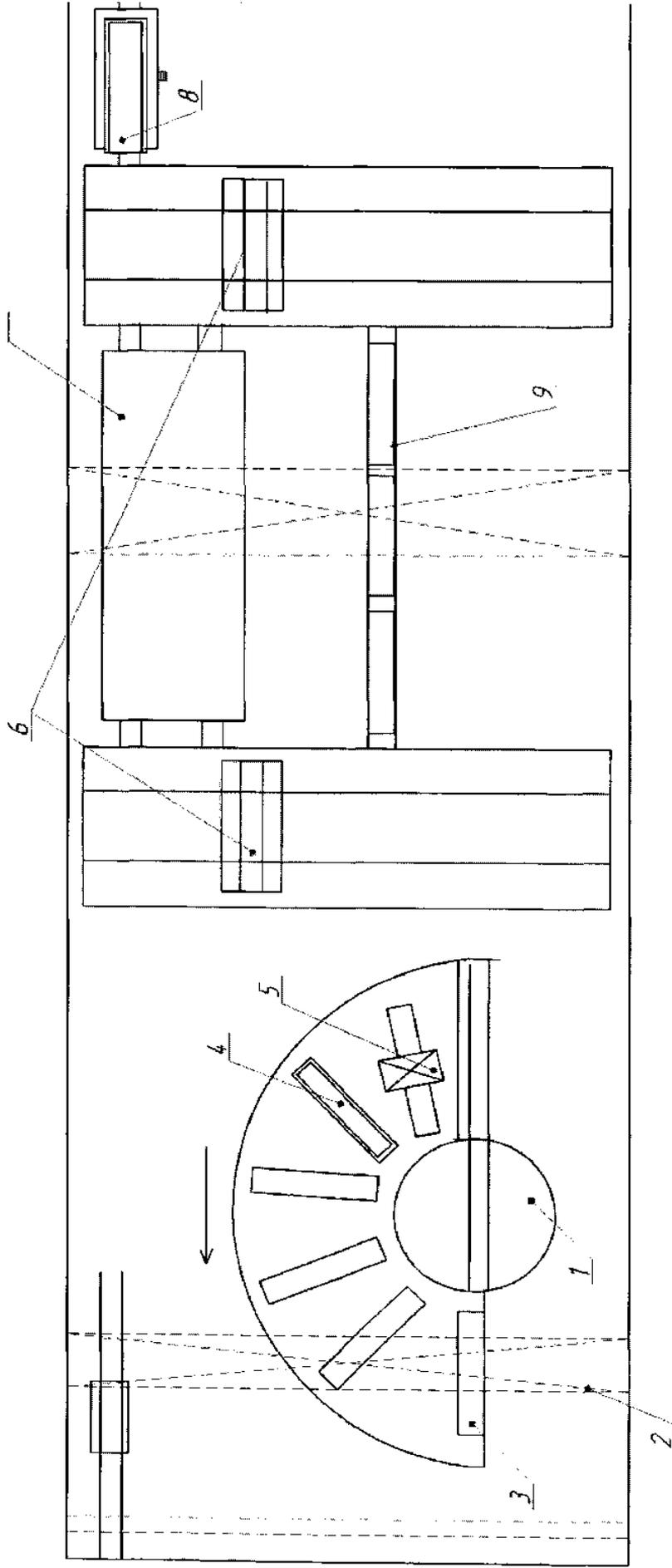


Рис. 1.35. Схема кассетно-конвейерной линии вертикального формирования с полукруглым конвейером:
 1 – поворотный круг кругового конвейера; 2 – кран грузоподъемностью 5 т; 3 – вагонетки на круговом конвейере;
 4 – подъемная виброплощадка; 5 – бетоноукладчик; 6 – передаточная тележка; 7 – туннельная камера; 8 – пост переоснастки
 форм; 9 – конвейер подготовки форм

1.2. Сущность производственного процесса по изготовлению продукции на заводе

1.2.1. Элементы производства

Основу формирования каждого предприятия составляет производственный процесс, состоящий из совокупности взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, объединенных одной целью, – производством готовой продукции. На предприятиях строительных материалов, изделий и конструкций продуктом производства являются сборные детали, конструкции из дерева, бетона, металла, изоляционные материалы, цемент и т.д.

Производственный процесс – это функциональная система с рациональными, последовательными и целенаправленными действиями. Она состоит из совокупности взаимосвязанных процессов труда при рациональном сочетании предметов и орудий труда и обеспечивает получение продукта производства. Процесс труда – это создание продукции человеком, механизмами под его управлением или наблюдением и автоматами по заданной программе.

Все процессы осуществляются при совокупности трех элементов производства: самого живого труда (ТР), предметов труда (МР) и средств труда (СР). На рис. 1.36 показана взаимосвязь элементов производства. Каждый из элементов ТР, МР, СР представляет собой совокупность, состоящую из множества компонентов, которые, в свою очередь, разделяются на еще более мелкие группировки. Например, оборудование состоит из отдельных видов машин, оборудования, кранов; сырье включает в себя цемент, песок, арматуру, сборные изделия; категория трудовых ресурсов включает в себя рабочих различной квалификации (бетонщики, арматурщики и т. п.). При этом создается единая динамическая система, способная выполнять целенаправленные операции и движения. Однако в технологическом процессе наблюдается различная степень совмещения элементов производства (ТР, МР, СР), в зависимости от чего отдельные операции как часть технологического процесса, выполняемые на одном рабочем месте, подразделяются на ручные, машинные и автоматизированные. Ручные операции (сборка форм, укладка металла и т. д.) выполняются с использованием простого и механизированного процесса при совмещении трудовых и материальных ресурсов. При этом может наблюдаться различная степень совмещения элементов производства. Машинные операции (подача бетона краном, сварка арматуры, строжка деревянных элементов) осуществляются с помощью машин при непрерывном участии рабочих. В этом случае ручные операции сведены к минимуму.

Автоматизированные операции (дозирование материалов и приготовление раствора на автоматизированных узлах и т. п.) протекают под наблюдением оператора и приводят к полному совмещению элементов ТР, МР, СР.

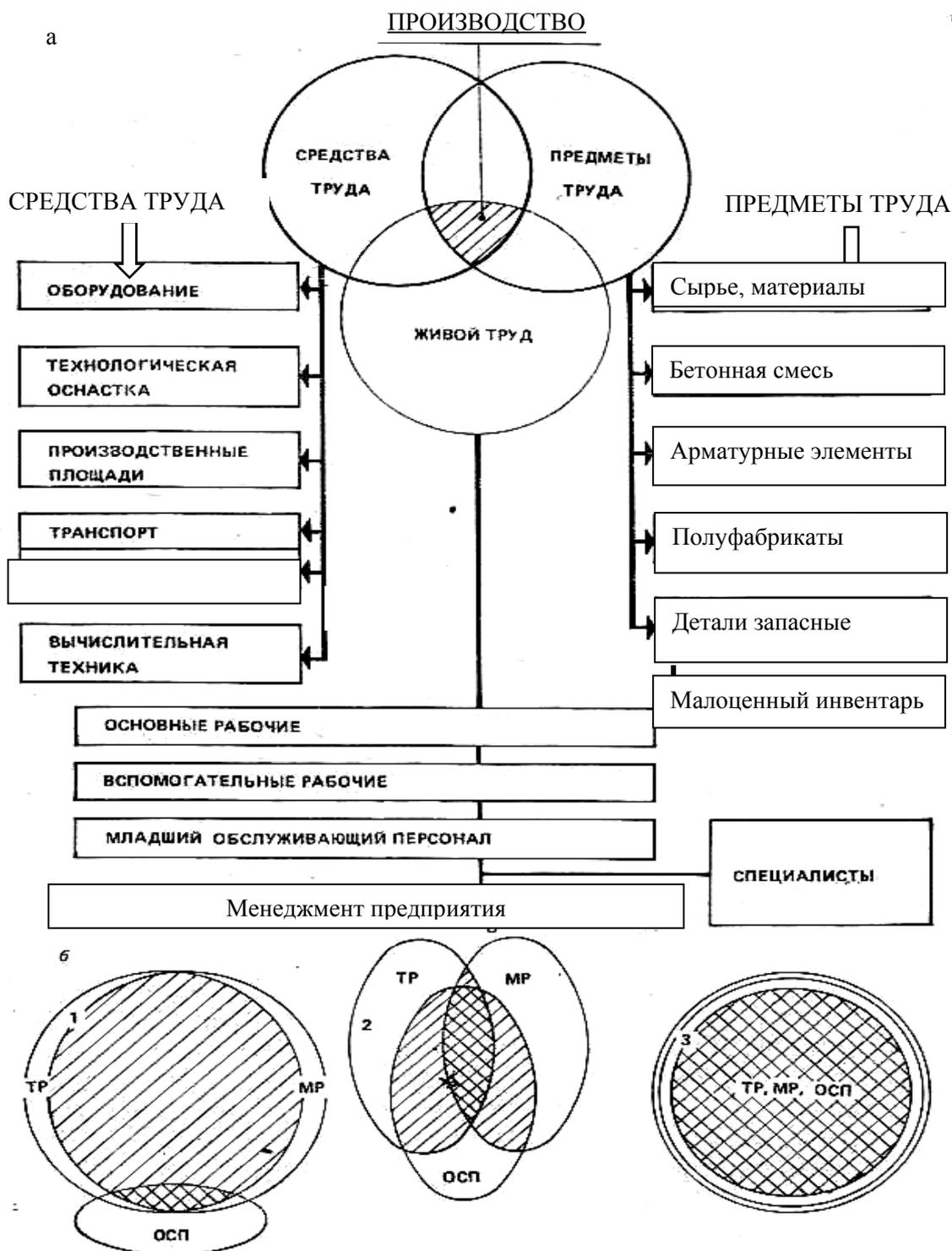


Рис. 1.36. Схема взаимодействия элементов производства:
 а – в процессах; б – при выполнении операций с различной степенью совмещения элементов производства:
 1 – ручные; 2 – машинные; 3 – автоматизированные

Степень совмещения ТР, МР, СР следует учитывать при моделировании технологических процессов, определении их надежности, расчете параметров этих процессов и т. д.

Классификация пооперационного состава каждого процесса зависит от технологического процесса производства изделий, может быть различной и входящие в состав его операции могут меняться.

Производственный процесс по характеру изготовления изделий делится на основное, вспомогательное и обслуживающие производство. Производственный процесс по своей структуре и содержанию неоднороден и состоит из различных операций, которые в зависимости от их назначения делятся на два вида:

а) операции, связанные с обработкой предмета труда. Эти операции играют основную роль в процессе производства изделий и носят название технологических. Так, в ходе технологического процесса сырье превращается в готовую продукцию. При этом протекают физические, химические, физико-химические процессы, а предметы труда могут менять свои геометрические размеры и состояние. Например, перемешивая песок, щебень, вяжущие и воду, получают бетонную смесь и придают ей форму бетонного изделия. При твердении бетона протекают физико-химические процессы, которые приводят к его твердению и набору прочности. Таким образом, операции, направленные на изготовление самих изделий, относятся к основному производству.

При *основном технологическом процессе* изготавливаются профильные продукты для предприятий данной отрасли. Например, результатом деятельности предприятий стройматериалов и изделий являются шлаковата, гипсовые перегородки, столярные изделия, бетонные конструкции.

Вспомогательное производство составляют операции, не имеющие непосредственной связи с процессом превращения исходного сырья в готовый продукт, но необходимые для осуществления этого процесса, а именно: а) материальное обслуживание производства – обеспечение производства предметами труда и другими необходимыми материальными ценностями; б) техническое обслуживание производства – подготовка и содержание средств производства в состоянии, пригодном для эксплуатации. Основное и вспомогательное производства органически связаны между собой и находятся в тесном взаимодействии, но каждое из них имеет свои организационные особенности.

Обслуживающий процесс создает условия для осуществления основных и вспомогательных процессов, например, складирование и транспортирование сырья, материалов и изделий, осуществление технического контроля и т.д.;

б) операции, осуществляющие перемещение предмета или орудий труда, хранение и контроль продукции – эти операции не вносят никаких изменений в предмет труда, но являются необходимыми для производства изделий.

Производство изготовления железобетонных изделий включает в себя:

1) подготовку сырья к обработке;

- 2) производство арматурных сеток и каркасов;
- 3) производство бетона и раствора;
- 4) формование изделий;
- 5) активизацию твердения изделий;
- 6) обработку изделий;
- 7) технический контроль качества изделий;
- 8) складирование изделий.

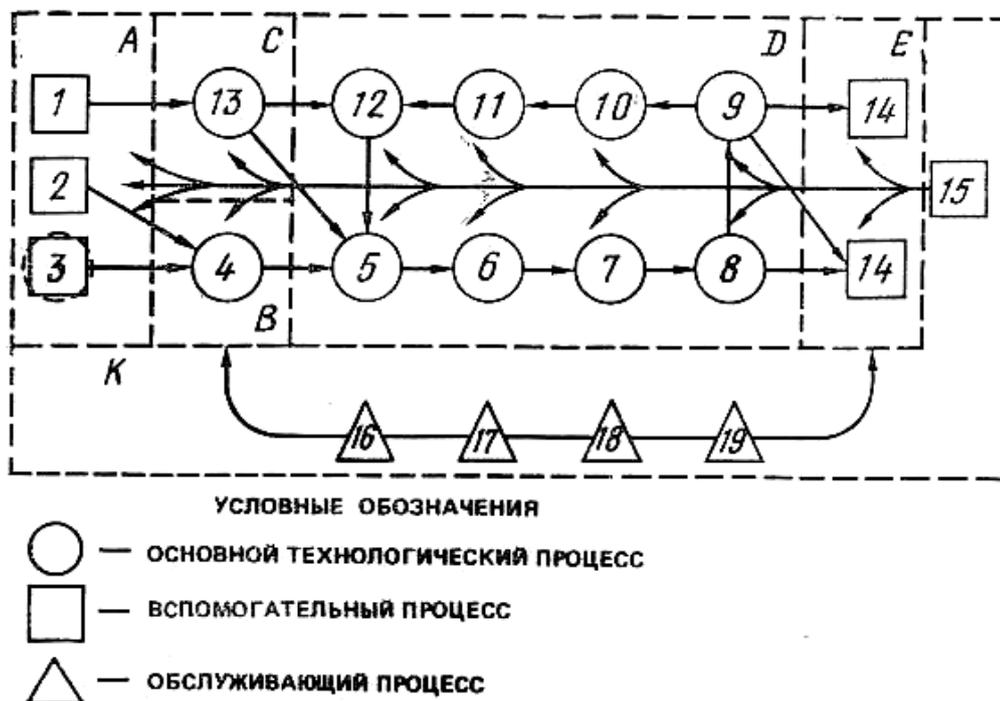


Рис. 1.37. Структура производственного процесса изготовления сборных бетонных и железобетонных изделий:

A – зона хранения и подготовки сырья: 1, 2, 3 – склады арматурной стали, вяжущего и составляющих бетона соответственно; *B* – зона приготовления бетонной смеси: 4 – бетоносмесительный узел; *C* – зона обработки и изготовления арматурных элементов, 13 – арматурный цех; *D* – зона формования и обработки изделий: 5 – формование; 6 – обработка поверхностей; 7 – интенсификация твердения бетона; 8 – распалубка изделий; 9 – отделка изделий; 10 – чистка форм; 11 – смазка форм; 12 – армирование изделий; *E* – зона хранения и выдачи изделий: 14 – склады готовой продукции; 15 – технологический контроль; *K* – зона вспомогательных процессов: 16 – выработка технологического пара; 17 – выработка электроэнергии; 18 – ремонт оборудования; 19 – ремонт форм

Каждый из этих процессов имеет свои особенности и самостоятельное значение в общем процессе изготовления железобетонных изделий. Ведущая роль при организации производства изделий на заводе принадлежит процессам, завершающим превращение сырья в готовый продукт (формование изделий, активизация их твердения и обработка). Производственные процессы по изготовлению полуфабрикатов (арматурных каркасов и сеток, бетонной смеси) полностью зависят от завершающих процессов.

Совокупность взаимосвязанных основных, вспомогательных и обслуживающих процессов представляет собой производственный процесс. При этом производственный процесс при размещении его в пространстве занимает определенные зоны. Зоны обслуживающих и вспомогательных процессов *A*, *B*, *C*, *E* могут быть едиными для нескольких основных технологических процессов (*D*). На рис. 1.37 представлена схема производственного процесса.

1.2.2. Параметры производственного процесса

Все процессы, развивающиеся в пространстве и во времени, оцениваются следующими основными параметрами: 1) объемом работ – м, м², м³, руб.; 2) трудоемкостью работ – количеством труда, затрачиваемого для получения строительной продукции высокого качества (чел.-ч, чел.-дн.); 3) длительностью технологического цикла – промежутком времени между началом и окончанием технологического процесса при изготовлении одного или партии изделий. Расчеты длительности технологического цикла необходимы для установления сроков начала производства, определения параметров работы технологической линии в целом, анализа составляющих цикла и т. д. и, в конечном счете, цикла управления. Производственный цикл изготовления изделия представляет собой период времени, в течение которого изделие находится в стадии производства, начиная с момента выдачи полуфабрикатов (бетонная смесь, арматурные сетки, каркасы) в формовочный цех и кончая моментом сдачи изделия на склад готовой продукции. Таким образом, производственный цикл представляет совокупность времени, необходимого для выполнения технологических операций, перемещения изделия или рабочих вместе с механизмами по рабочим местам, а также времени перерывов, имеющих место в процессе производства изделия. Величину производственного цикла можно определить по формуле

$$T_{ц} = \sum t_{техн} + \sum t_{контр} + \sum t_{тр} + \sum t_{пер},$$

где $t_{техн}$ – время выполнения технологических операций;

$t_{контр}$ – время выполнения контрольных операций;

$t_{тр}$ – время выполнения транспортных операций;

$t_{пер}$ – время перерывов.

Величина технологического цикла оказывает значительное влияние на экономические показатели поточной линии. При сокращении его длительности уменьшаются размеры незавершенного производства и необходимых оборотных средств, улучшается использование производственных площадей, увеличивается выпуск продукции в единицу времени и снижается себестоимость продукции.

Технологический цикл состоит из двух частей: рабочего периода и времени перерывов в технологическом процессе (рис. 1.38). Естественно,

сокращая любой из элементов технологического цикла, можно влиять на себестоимость изделий и рентабельность предприятия. Поэтому при разработке проекта управления технологическим процессом целесообразно нормировать длительность не только рабочего периода, но и перерывов. Длительность технологического цикла зависит прежде всего от длительности и сочетания операционных циклов и от их соответствия принципам параллельности, прямоточности и непрерывности при организации технологического процесса.

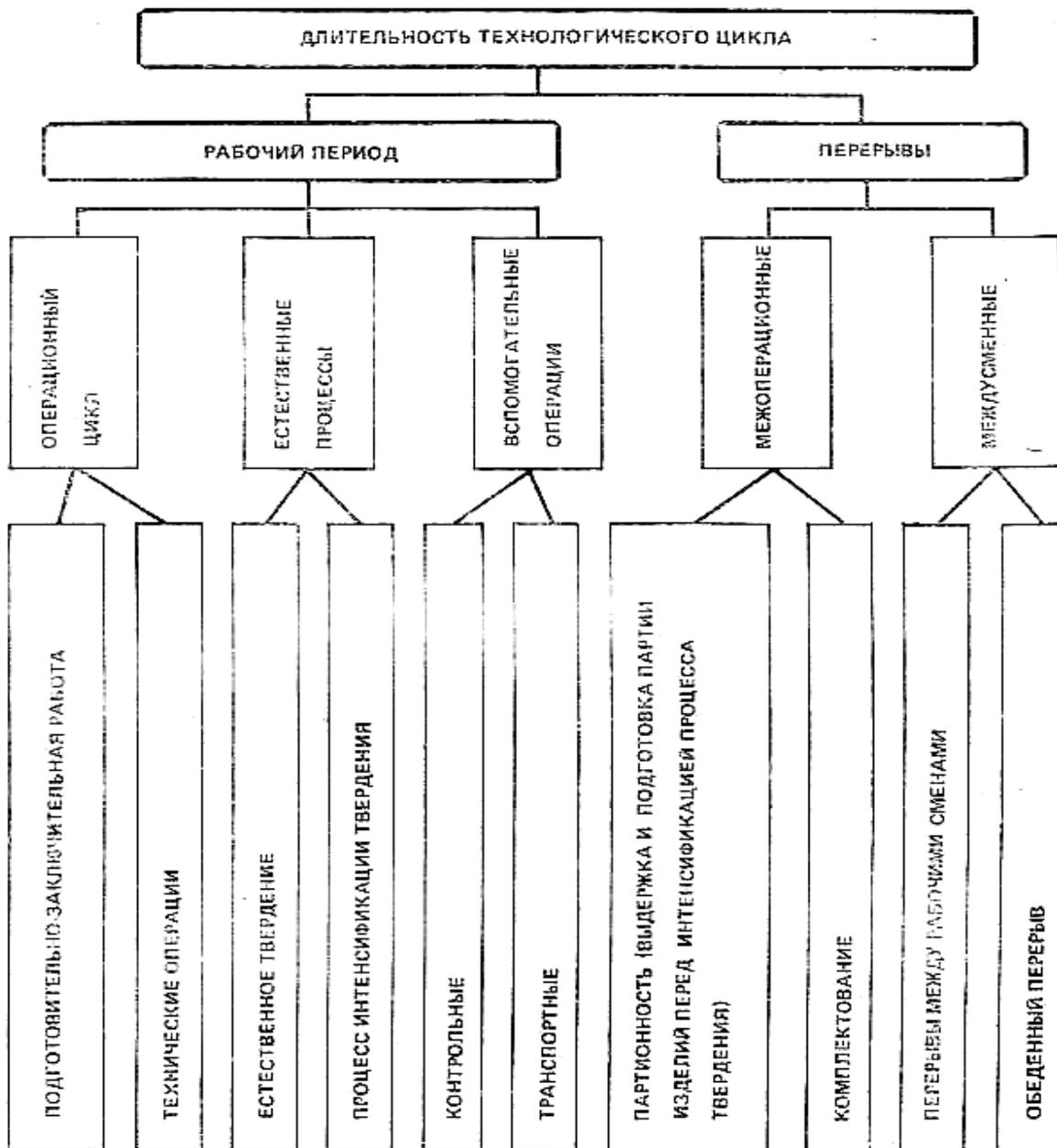


Рис. 1.38. Составляющие технологического цикла во времени

1.3. Формы организации производственного процесса

1.3.1. Факторы, влияющие на организацию производства на заводах

На выбор и внедрение поточных форм организации производства большое влияние оказывают следующие факторы: размер производства; степень и формы специализации производства; комбинирование; тип производства; стандартизация изделий с учетом их технологичности; разработка новых технологических способов изготовления изделий и связанное с этим внедрение новых типов технологического оборудования, способствующих комплексной механизации и автоматизации производства; создание и внедрение нового транспортного оборудования. На рис. 1.39 показана система факторов, влияющих на организацию производства.

Размер производства. По размерам производства заводы железобетонных конструкций и деталей можно разделить на мелкие заводы (до 30 тыс. м³ изделий в год), средние заводы (до 30–60 тыс. м³ изделий в год) и крупные заводы (от 60 и выше тыс. м³ изделий в год).

Размер производства является одной из важнейших предпосылок совершенствования организации производства на заводах, так как оно позволяет провести более глубокое разделение труда внутри завода и обеспечить более полную загрузку оборудования и рабочих, а также в большей степени механизировать и автоматизировать производство. Особое значение это имеет для крупного производства. Увеличение производственной мощности завода и производственной способности оборудования приводит к экономии затрат на единицу продукции как за счет роста выработки на одного рабочего, так и за счет сбережения овеществленного труда. Однако следует заметить, что, если завод снабжается дальнепривозным сырьем и топливом либо удален от районов потребления продукции, преимущества высокой производительности труда на данном заводе могут быть сведены к нулю. Отсюда ясно, что преимущества крупных заводов в полной мере проявляются лишь в районах значительной концентрации строительства. Рациональное размещение заводов железобетонных изделий определяется совокупностью определенных экономических факторов, основными из которых являются: 1) обеспечение сырьем, снабжение энергией; 2) размещение потребителей продукции заводов железобетонных конструкций; 3) наличие путей сообщения, условий и средств перевозки; 4) обеспеченность развитой инфраструктурой.

В промышленности сырьевые и потребительские центры сочетаются в очень редких случаях, вследствие чего факторы приближения заводов к источникам сырья и источникам потребления ослабляют друг друга, усиливая фактор логистики.

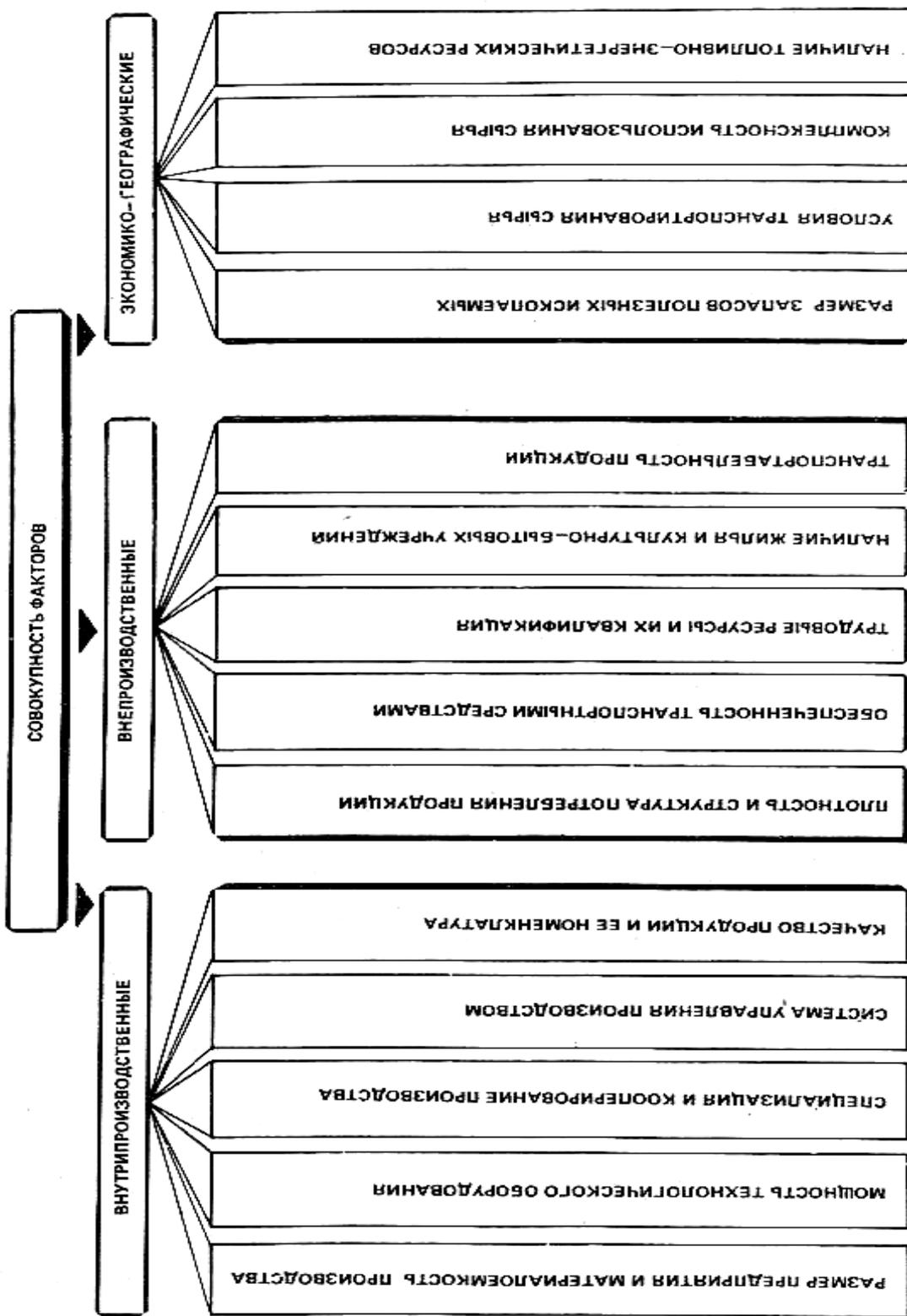


Рис. 1.39. Факторы, влияющие на концентрацию производства и оптимальный размер предприятия

Степень и формы специализации производства. В промышленности применяются две формы специализаций заводов: предметная – ограничение ассортимента готовых изделий, изготавливаемых на заводах, и стадийная – обособление части производственного процесса. Из них наибольшее развитие получила предметная специализация, которая способствует развитию производства.

В целях максимальной рационализации, улучшения качества и упрощения, а следовательно, и удешевления производственного процесса необходимо всемерно стремиться к выпуску заводами ограниченного ассортимента изделий, сходных между собой в технологическом и конструктивном отношении. Однако следует отметить, что узкая специализация, ведет к значительным транспортным издержкам, а также ограничению ассортимента изделий, в то время как расширение и обновление номенклатуры изделий является результатом возрастающего спроса рынка на новые изделия.

Реализовать сочетание специализации заводов с возможностью дальнейшего расширения ассортимента продукции можно путем создания заводов с несколькими узкоспециализированными производственными линиями.

Не менее важное значение имеет вторая форма специализации, которая представляет собой обособление предприятий, изготавливающих полуфабрикаты для конструкций.

В частности, необходимо выделить из производственного процесса изготовления изделий стадию по изготовлению арматурных сеток и каркасов и создать специализированные заводы, выпускающие стандартную продукцию как для монолитных железобетонных конструкций, так и для сборных. Это даст возможность повысить качество и снизить себестоимость этих полуфабрикатов, а следовательно, и железобетонных конструкций.

Выбор степени специализации заводов по производству продукции зависит от эффективности производства. В зависимости от степени специализации можно различать следующие типы заводов:

1. Заводы, на которых изготавливается значительное количество видов изделий, – *универсальные*.

2. Заводы, на которых изготавливается определенный ограниченный ассортимент конструкций, – *специализированные*.

3. Заводы, на которых изготавливается один вид или очень ограниченный ассортимент изделий, – *узкоспециализированные*.

Специализированные заводы железобетонных конструкций в зависимости от степени внутренней специализации можно разделить еще на три вида:

1) специализированные заводы, состоящие из нескольких производственных линий, на каждой из которых изготавливается лишь один вид изделий (заводы с внутренней узкой специализацией);

2) специализированные заводы, состоящие из нескольких производственных линий, на каждой из которых изготавливается довольно широкий, но все-таки определенный и ограниченный ассортимент конструкций (заводы с внутренней специализацией);

3) специализированные заводы, состоящие из нескольких производственных линий, причем некоторые из них узкоспециализированы, остальные специализированы (заводы с внутренней смешанной специализацией).

Развитие специализации связано с процессом комбинирования – объединением в одном предприятии производства изделий родственных отраслей промышленности. Это комбинаты, качественно отличные от отдельных предприятий. На них изготавливаются комплекты всех конструкций и деталей для объектов определенной серии, которые транспортируются на строительную площадку и из которых возводится объект. Комбинирование дает возможность наиболее правильно и взаимосвязанно построить разнообразные технологические процессы производства и монтажа конструкций, наиболее целесообразно использовать вспомогательные цехи, а также организовать руководство производством с наименьшими административно-хозяйственными расходами.

Процесс специализации неразрывно связан с процессом концентрации производства, т.е. обособление производства становится возможным при определенном масштабе производства. На рис. 1.40 представлена классификация предприятий стройиндустрии. Однако практически осуществить увеличение масштаба производства изделий не всегда бывает возможно. В связи с этим большое значение приобретает проведение мероприятий, способствующих повышению степени специализации, которые заключаются в сокращении типоразмеров конструкций, упрощении их форм путем стандартизации, нормализации, типизации и унификации.

Стандартизация изделий – установление обязательных определенных свойств, размеров, конфигурации и методов производства. Стандарты должны базироваться на последних достижениях техники и систематически пересматриваться.

Типизация – отбор конструкций и деталей, наиболее рациональных с точки зрения их качества, техники и экономики.

Унификация – устранение излишнего многообразия типоразмеров и марок строительных деталей и конструкций.

Типоразмер – различие данного типа конструкции по размерам; *марка* – различие в данном типоразмере по техническому качеству материалов, наличию закладных деталей, цвету фактуры, профилю, расположению отверстий, вырезов, четвертей.

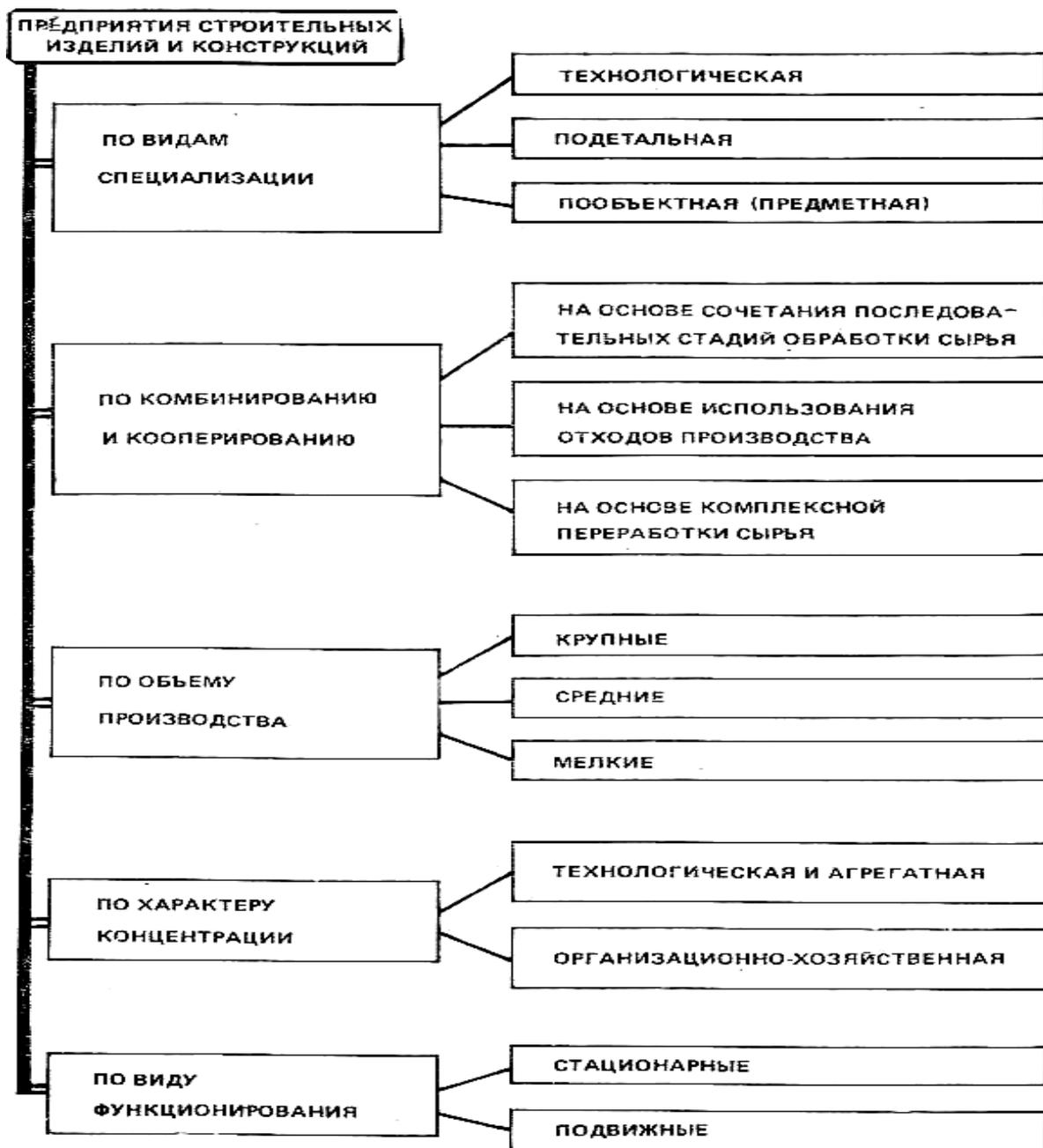


Рис. 1.40. Классификация предприятий стройиндустрии

Стандартизация должна проводиться с учетом *технологичности*, т.е. придания конструкции такой формы и выбора для нее таких материалов, которые обеспечивали бы простое и экономичное ее изготовление и монтаж при условии выполнения конструкцией ее функций в проектируемом здании или сооружении.

1.3.2. Существующие формы организации производства изделий

На заводах строительных материалов и изделий наиболее распространенной формой организации производственного процесса является поточная.

Поточное производство представляет собой форму организации производства, характеризующуюся расположением средств технологического оснащения в последовательности выполнения технологического процесса к специализации рабочих мест.

Поточной организации производства присущи следующие признаки:

- детальное разделение процесса производства на операции;
- закрепление за рабочими местами отдельных операций;
- специализация оборудования и оснастки;
- расположение оборудования по ходу технологического процесса;
- механизация передвижения обрабатываемых предметов труда с использованием специальных транспортных средств;
- регламентированный ритм движения изделий.

Используются разнообразные формы поточных линий. Разнообразие этих форм обуславливается различными факторами, в частности степенью специализации предприятий, объемом выпуска, уровнем техники и технологии производства.

Различают прерывно-поточное, непрерывно-поточное производство.

Непрерывно-поточные линии характеризуются непрерывным движением предметов или орудий труда на потоке с обязательным соотношением длительности операций такту линий (такт – это промежуток времени между выпуском или запуском двух последовательно изготавливаемых изделий) и при соблюдении условия пропорциональности.

Прерывно-поточные линии характеризуются наличием межоперационных перерывов, вызванных отсутствием пропорциональности стадийных циклов.

При организации поточного производства выделяются участки в виде поточных линий, т.е. цепочек рабочих мест, которые расположены в порядке, определяемом последовательностью выполнения операций технологического процесса.

Поточные линии по степени непрерывности производства разделяют на непрерывные и прерывные.

Непрерывное производство – наиболее совершенная форма организации поточного производства. Его характерные особенности – строгая синхронность операций во времени; равная длительность всех операций или их кратность такту потока; перемещение обрабатываемых предметов труда с операции на операцию производится поштучно без промедления. Оно может организовываться с регламентированным ритмом (определенной скоростью движения конвейера) или со свободным ритмом, когда скорость

передачи обрабатываемых или собираемых изделий определяется самим рабочим. Эта форма, присущая синхронному или параллельному движению изделий, получила применение в условиях массового или крупносерийного производства.

Прерывно-поточное производство и его разновидность – прямоточное – форма производства, при которой отсутствует возможность достижения полной синхронности операций и соответствующего выравнивания производительности рабочих мест. При этой форме на переходах с одной операции на другую создаются (накапливаются) межоперационные заделы деталей, т.е. производственный запас составных частей изделия для бесперебойного выполнения технологического процесса.

Прямоточное производство всегда имеет свободный ритм перемещения обрабатываемых предметов труда. Показатели производительности труда и использования средств производства ниже, чем при непрерывном поточном производстве. При серийном типе производства предусматривается параллельно-последовательное движение предметов обработки.

В основу поточной формы организации производственного процесса входят следующие условия:

1. Предварительное расчленение производственного процесса на отдельные операции с дальнейшим закреплением их за специализированными рабочими местами (постами) или за специализированными рабочими звеньями с механизмами.

2. Распределение рабочих мест в порядке строгой последовательности производственного процесса.

3. Строгая синхронизация операций.

4. Непрерывность процесса, которая достигается немедленной передачей изделия на последующую операцию или немедленным переходом рабочего звена с механизмами на последующее рабочее место и непрерывным движением изделия или механизмов в процессе производства.

5. Механизация и автоматизация передвижения обрабатываемых предметов труда с использованием специальных транспортных средств.

6. Соблюдение ритма изготовления.

Управление процессами требует увязки полного технологического процесса как в пространстве, так и во времени, что в конечном счете позволяет создать условия для ритмичного выпуска продукции. Для этого необходимо соблюдать ряд принципов.

Ритмичность технологического процесса обуславливает выпуск продукции строго по графику и через определенные промежутки времени. Оценивается ритмичность соответствием длительности технологического цикла стадийного процесса такту, ритму и темпу полного процесса, что предопределяет наилучшие условия для его управления.

Пропорциональность – это равная пропускная способность всех технологических постов за единицу времени.

Параллельность – это параллельное выполнение работ расчлененного технологического процесса. Это позволяет сократить продолжительность технологического цикла. Параллельность выполнения операций на технологических постах является обязательной, когда длительность частичных процессов превышает значение ритма линии.

Прямоточность обеспечивает кратчайший путь прохождения изделий и оборудования по всем технологическим постам.

Непрерывность предусматривает организацию процесса с минимальными межоперационными перерывами (или без них) с целью сокращения продолжительности технологического цикла. Непрерывность процесса прежде всего зависит от пропорциональности, пропускной способности технологических постов за единицу времени.

Внедрение поточных форм организации производства на заводах дает возможность наиболее полно использовать все резервы производства. Чем полнее обеспечиваются вышеперечисленные признаки потока, тем более эффективна форма организации потока.

Преимущества и эффективность поточного производства вытекают непосредственно из организационных особенностей построения производственного процесса. Расположение рабочих мест и расстановка оборудования, движение изделия или звена с механизмами в процессе производства, синхронизация операций и весь режим работы при потоке рассчитаны на создание наибольшей интенсивности производственного процесса. На рис. 1.41 показаны различные возможные сочетания определяющих признаков организации поточного производства.

На заводах сборных изделий и конструкций можно рассматривать два основных вида поточной организации: I – с движением предметов труда, II – с движением средств и орудий труда. На рис. 1.42 представлена схема организации поточного производства.

При организации потока I вида (с движением предметов труда) технологические посты специализируются на выполнении определенной группы операций и оборудуются стационарными агрегатами и станками. Предмет труда совместно с технологической оснасткой перемещается по линии от одного технологического поста к другому. Такая организация производства относится к прямоточной форме.

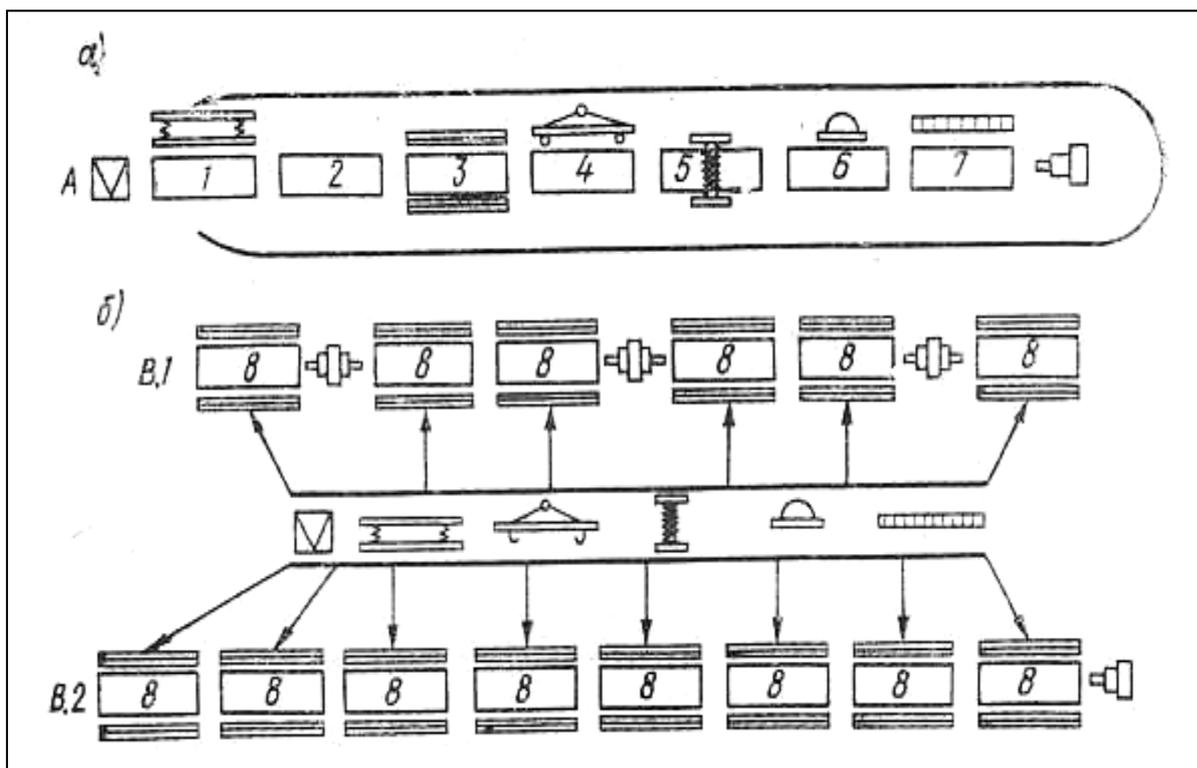


Рис. 1.42. Организация поточного производства:
a – вид I (с движением предметов труда): 1 – формования; 2 – доводки поверхностей; 3 – термообработки; 4 – распалубки; 5 – чистки форм; 6 – смазки форм; 7 – армирования и напряжения арматуры;
б – вид II (с движением орудий труда): *B.1* – посты с одинарным или пакетным расположением изделий; *B.2* – посты с линейным расположением изделий; специализированные технологические посты;
 8 – универсальные технологические посты

Характерным для I вида поточной организации технологического процесса является агрегатный способ производства. При этом способе технологические посты специализированы и оснащены специализированными агрегатами. Движение предметов труда осуществляется при помощи мостовых, козловых и других кранов. Это, как правило, не обеспечивает принудительного ритма прерывно-поточной линии. В качестве примера на рис. 1.43, 1.44 представлено агрегатное производство в унифицированных типовых пролетах. На рис. 1.45 показана компоновка полуконвейерной линии с двумя параллельно-работающими формовочными постами. Это связано с необходимостью выполнения производственной программы при соблюдении ритма линии. Формование происходит по конвейерной технологии с обязательным соблюдением ритма линии. Затем загрузка изделий происходит в ямно-пропарочной камере в свободном ритме.

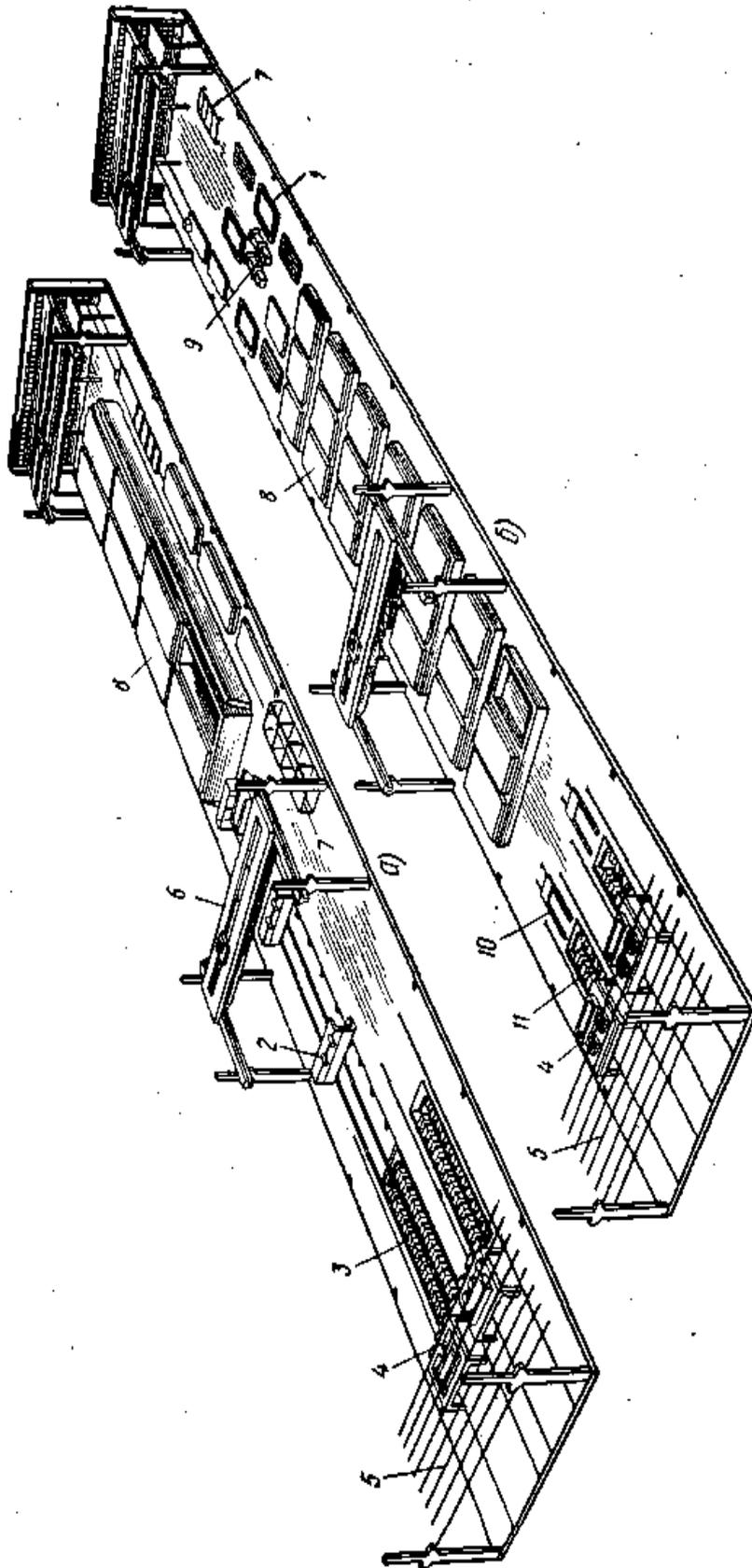


Рис. 1.43. Агрегатное производство в унифицированных типовых пролетах:

а – с двумя формовочными постами 3°12 м; б – с двумя формовочными постами 3×6 м;

- 1 – пост распалубки и отпуска натяжения; 2 – пост натяжения арматуры; 3 – виброплощадка грузоподъемностью 24 т;
- 4 – бетоноукладчик; 5 – эстакада для подачи бетонной смеси; 6 – мостовой кран грузоподъемностью 30 т; 7 – стенд контроля и исправления дефектов; 8 – пропарочная камера; 9 – установка для электронагрева стержневой арматуры;
- 10 – формоукладчик; 11 – виброплощадка грузоподъемностью 15 т

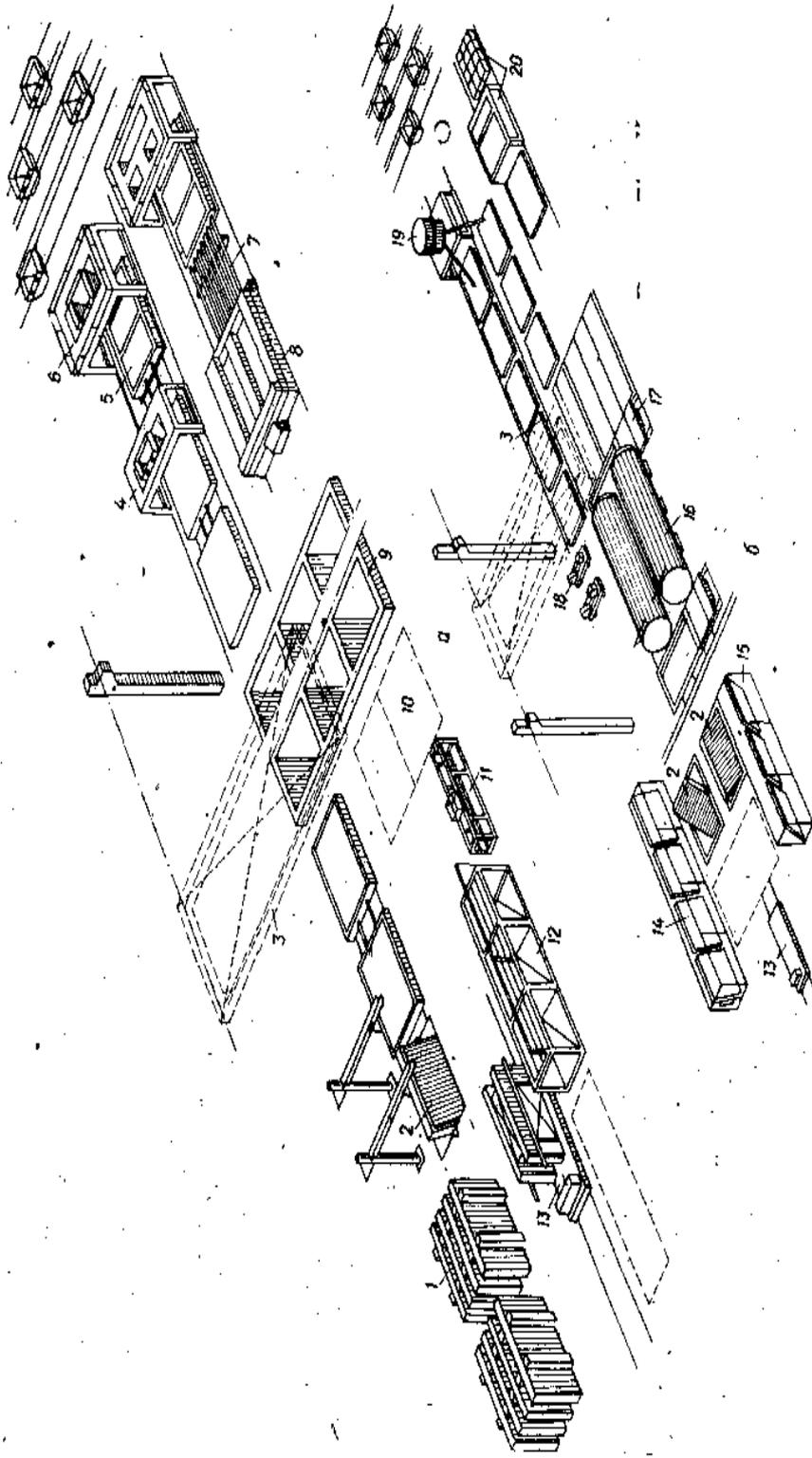


Рис. 1.44. Компонновка пролета по производству железобетонных изделий:

а — стеновых панелей из легкого бетона (производительность 38,3 тыс.м³ в год); б — стеновых панелей из цементных и силикатных ячеистых бетонов (производительность 40 тыс.м³ в год);

1 — площадка выдерживания изделий; 2 — кантователь; 3 — кран мостовой; 4 — машины для нанесения фактурного слоя; 5 — виброплощадка; 6 — бетоноукладчик; 7 — каретка с вкладышами; 8 — пригрузочный щит; 9 — камера пропаривания; 10 — стенд для укладки сварной арматуры; 11 — установка для электротермонапряжения арматурных стержней; 12 — стенд для отделки панелей; 13 — самоходная тележка; 14 — линия отделки внутренних поверхностей панелей; 15 — линия отделки фасадной поверхности панели; 16 — автоклав 3х6 м; 17 — электропередаточный мост; 18 — вакуум-насос;

19 — газобетономеситель; 20 — резательная машина

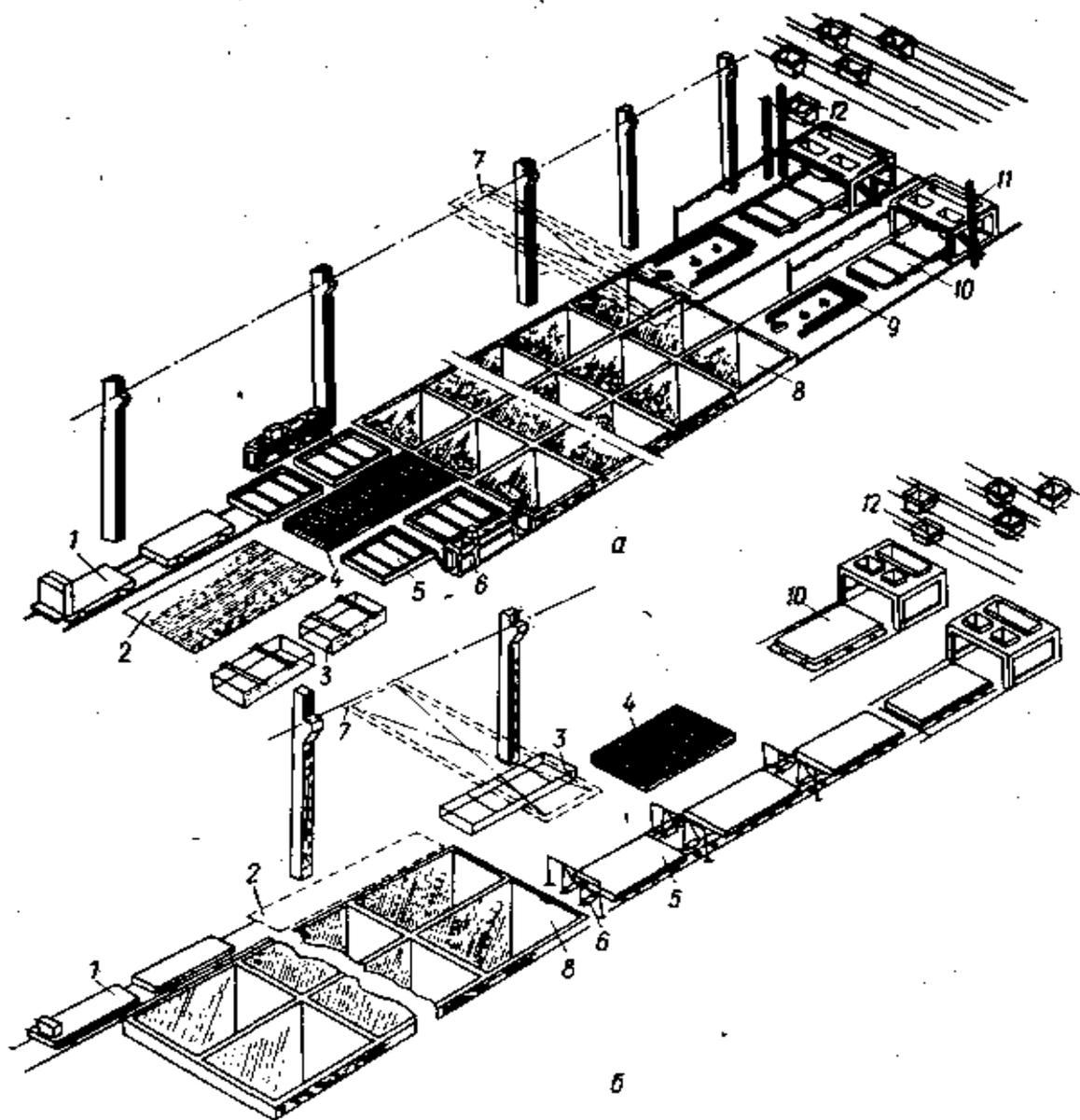


Рис. 1.45. Компонка пролета с двумя формовочными постами по производству бетонных и железобетонных изделий:
 а – размером 3×6 м (производительность 30 тыс. м³ в год);
 б – размером 3×12 м производительностью до 40 тыс.м³ в год);
 1 – самоходная тележка для транспортирования готовых изделий на склад;
 2 – площадка складирования готовой продукции; 3 – стенд для ремонта и контроля изделий; 4 – площадка для полуфабрикатов; 5 – пост для напряжения арматуры; 6 – формы; 7 – мостовой кран; 8 – камеры для термовлажностной обработки, бетона; 9 – формоукладчик; 10 – виброплощадка; 11 – бетоноукладчик; 12 – раздаточные бункера бетона

При поточной организации II вида (с движением орудий труда) для обеспечения заданной производительности создается определенное количество технологических постов, на каждом из которых выполняются последовательно все операции до полной готовности изделия без его перемещения. В отличие от I вида поточность производства обеспечивается

движением специализированных звеньев рабочих и орудий труда по всем технологическим постам. Формой организации является непрерывно-поточное производство.

Конвейерные линии – наиболее перспективный способ организации промышленного изготовления массовой и серийной продукции. Конструктивно конвейеры выполняются таким образом, что предметы труда (незавершенная продукция) в процессе изготовления перемещаются на подвижном основании: непрерывном (лента) или дискретных устройствах (формах, вагонетках), собранных в виде поезда. При изготовлении сыпучих материалов конструктивным основанием конвейера могут быть подвижные ленты, неподвижные лотки (для сыпучих материалов) и трубы (для жидкостей). На предприятиях промышленности строительных изделий и конструкций распространены два типа конвейерных линий:

1) с непрерывным перемещением подвижного основания. Операции на каждом посту производятся в процессе перемещения изготавливаемой продукции в пределах участка, отведенного для этого поста. В качестве примера можно назвать изготовление минераловатных плит, керамзитового гравия, в некоторых случаях железобетонных изделий и др.;

2) с пульсирующим перемещением подвижного основания. Операции на каждом посту производятся за то время (равное ритму потока), пока изготавливаемая продукция неподвижно располагается на данном посту. По этому типу организовано в большинстве случаев изготовление на конвейерных линиях сборных железобетонных изделий.

Компоновка конвейерных линий представлена на рис. 1.46. Разновидностями конвейерной линии являются двухъярусный тележечный и круговой конвейеры. Их компоновка представлена на рис. 1.47, 1.48.

Наиболее простым, но маломеханизированным является стендовый способ, который обеспечивает выпуск крупногабаритных изделий малыми партиями на коротких и длинных стендах (см. рис. 1.23). Изготовление крупных железобетонных изделий на стендах применяется при производстве линейных преднапряженных изделий, форм, труб (рис. 1.49), а также мелкосерийных и единичных изделий на при заводских полигонах. Стендовое производство относится к прерывно-поточной форме организации производства.

Совершенствование стендового способа привело к созданию высокопроизводительных агрегатов-кассет. Кассетные стенды с подвижными и стационарными щитами, с кольцевым, параллельным или веерным перемещением стенок позволяют выпускать массовую продукцию. Наибольшее распространение кассетный способ получил в крупнопанельном домостроении.

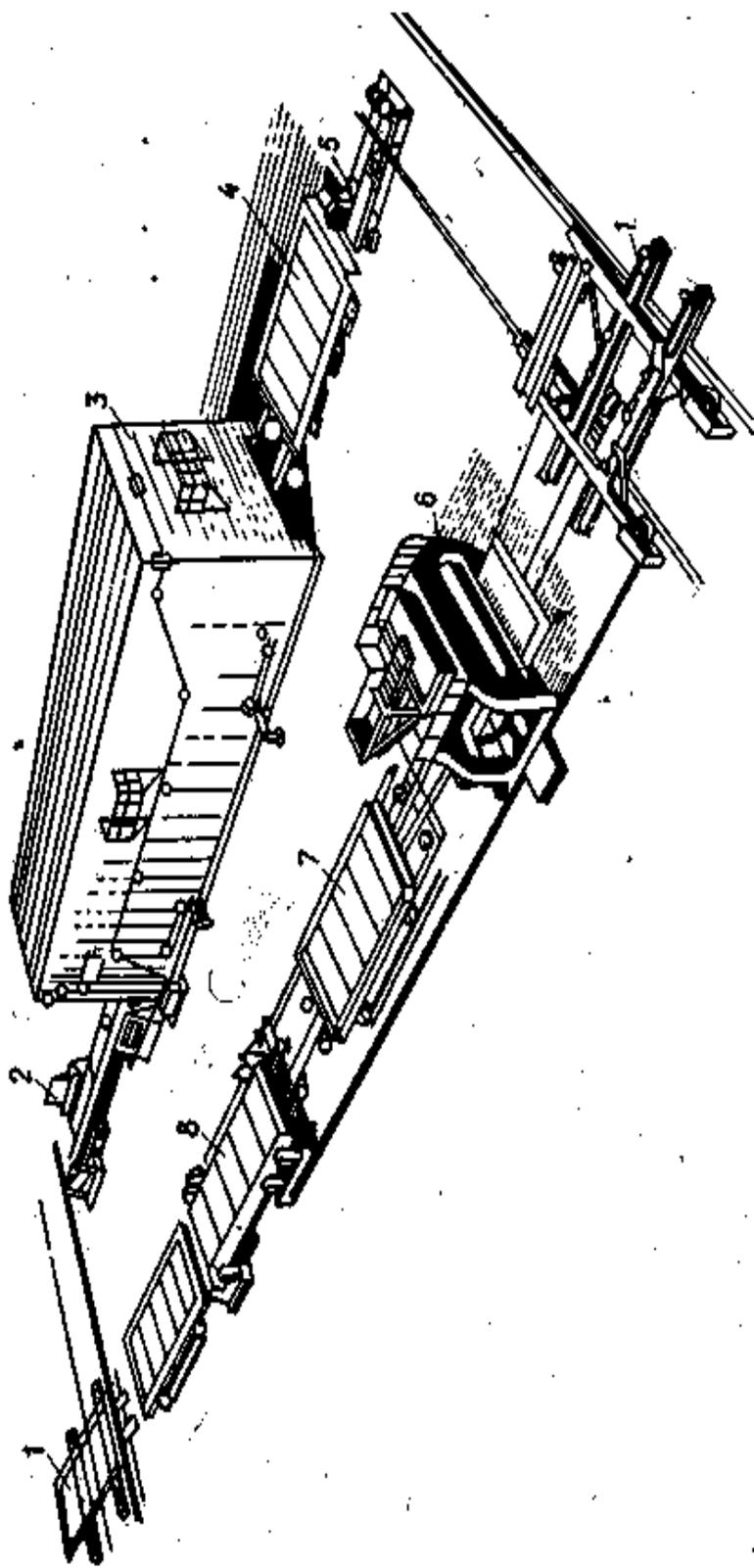


Рис. 1.46. Компонента конвейерных линий:
1 – передаточная тележка; 2 – снижатель; 3 – вертикальная камера тепловой обработки; 4 – свежотформованное изделие на тележке; 5 – толкатель; 6 – пост формовки; 7 – пост армирования; 8 – пост подготовки форм

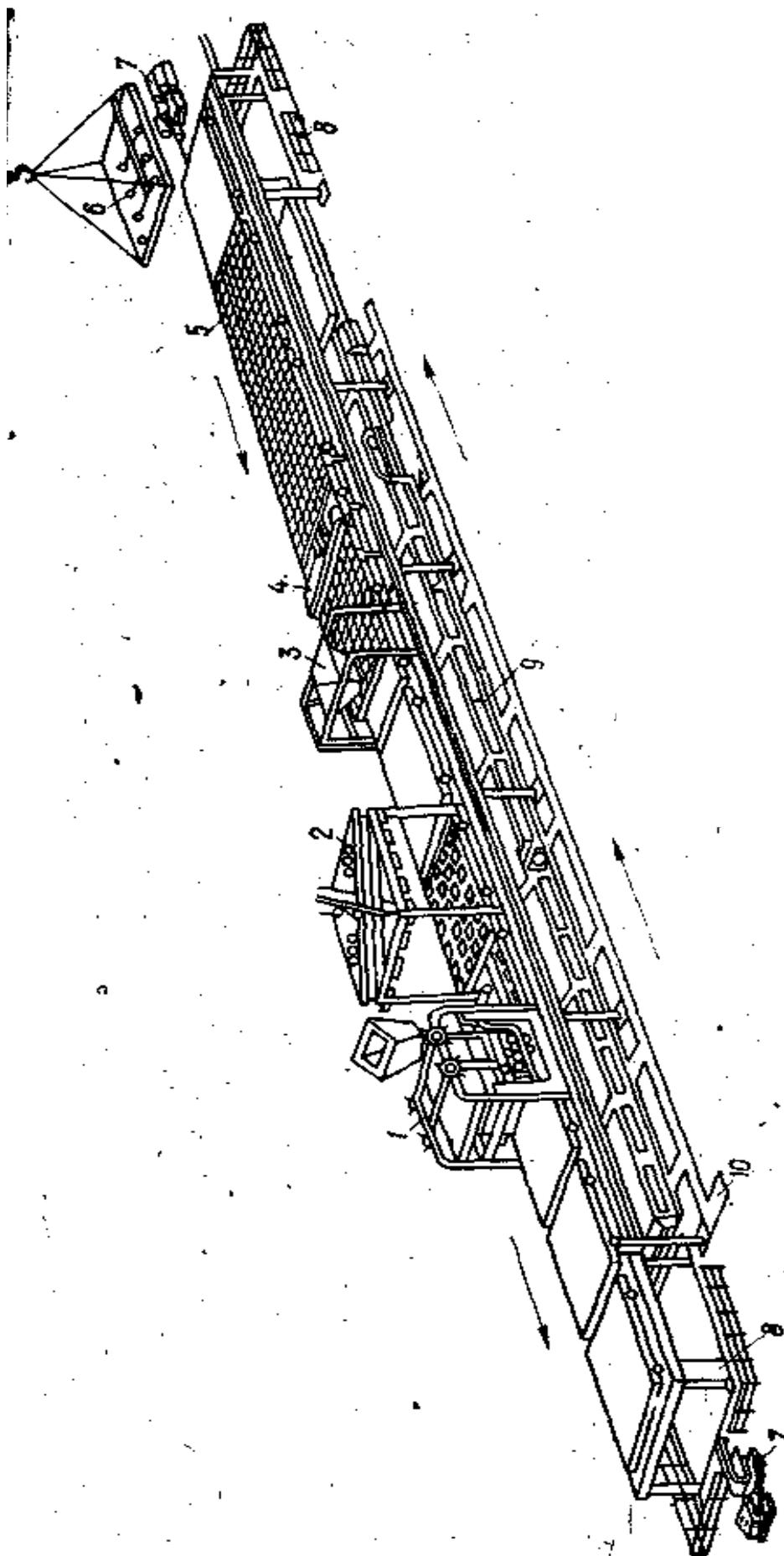


Рис. 1.47. Схема двухъярусного тележечного конвейера:

- 1 – калибровочная секция; 2 – вибромагрица; 3 – бетоноукладчик; 4 – машина навивки преднапряженной арматуры;
- 5 – поддон-вагонетка; 6 – вакуум-подъемник; 7 – толкатель; 8 – подъемник-снижатель; 9 – щелевая пропарочная камера;
- 10 – паропровод (стрелками показано направление движения)

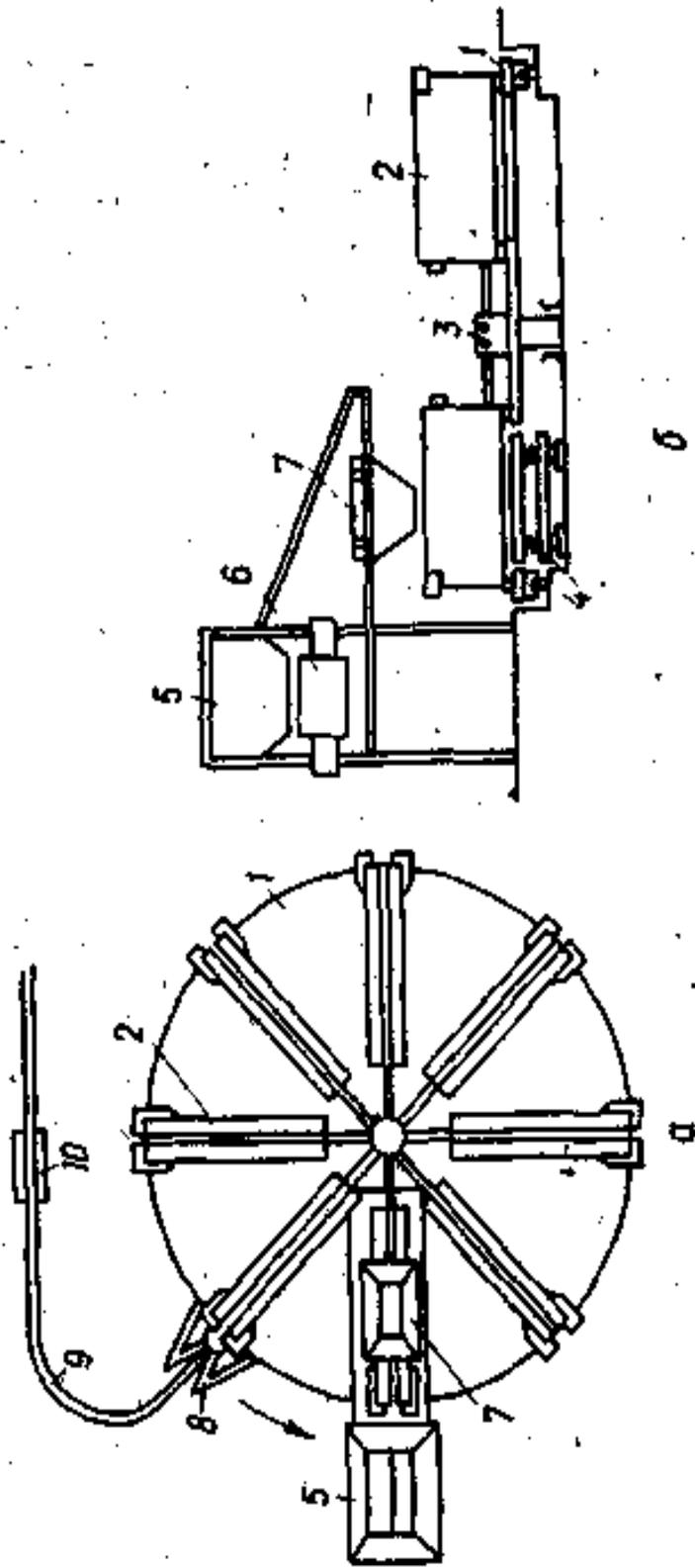


Рис. 1.48. Круговой конвейер по производству лестничных маршей, площадок и балконных плит:
 а – план; б – вид сбоку; 1 – поворотная платформа; 2 – термоформы; 3 – парораспределительное устройство; 4 – подъемная виороплощадка; 5 – накопительный бункер; 6 – бункер электроподогрева бетонной смеси; 7 – бетонораздагчик; 8 – машина распалубки и сборки термоформ; 9 – монорельс; 10 – тельфер

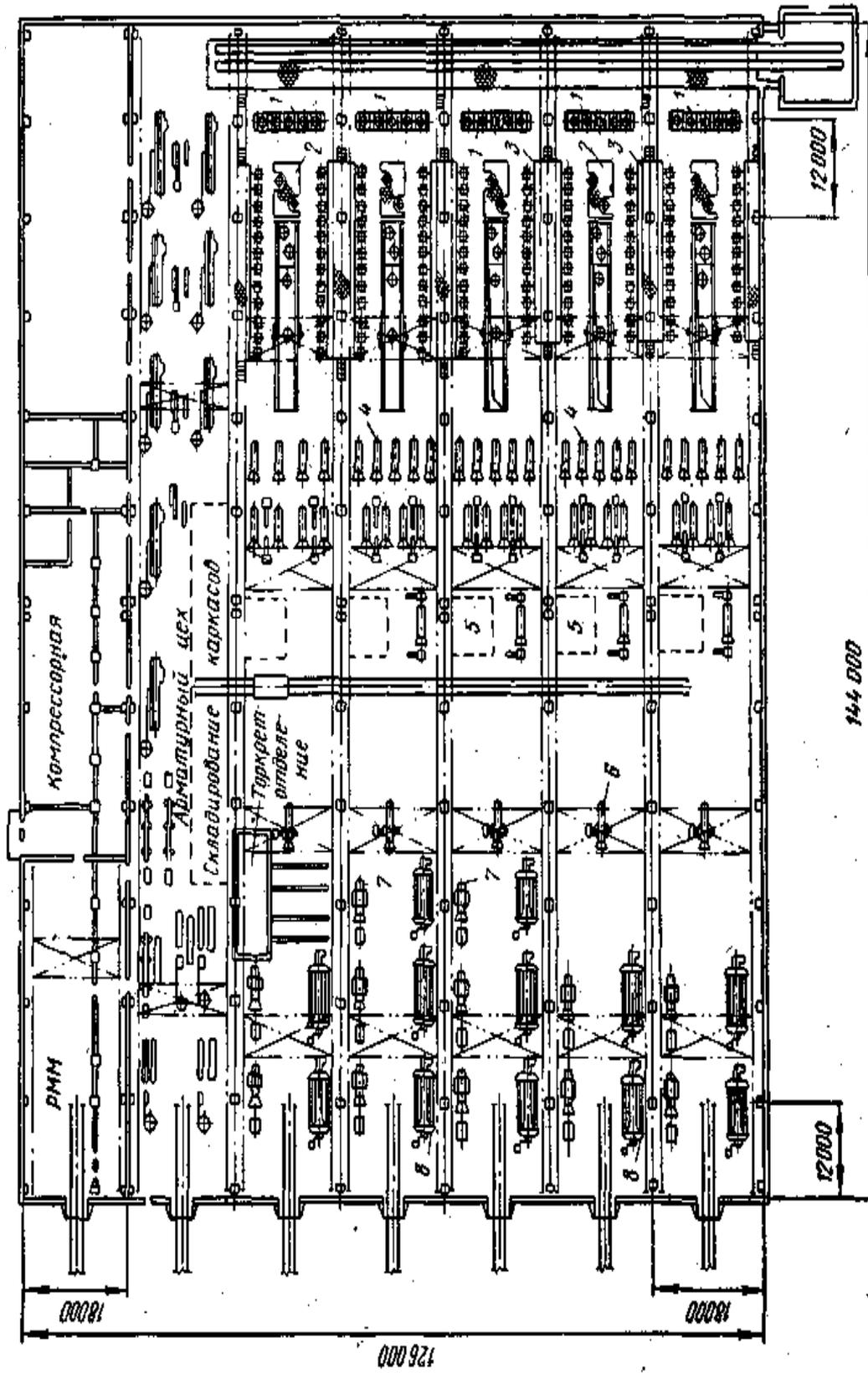


Рис. 1.49. План цеха напорных труб, изготавливаемых методом виброгидропрессования:
 1 – пост формования труб; 2 – пост расформования; 3 – пост тепловой обработки; 4 – пост сборки форм; 5 – пост обрезки концов арматуры; 6 – кантователь для установки труб в вертикальное положение; 7 – станки для шлифовки раструба; 8 – станки для гидравлического испытания труб

1.4. Расчеты при проектировании поточного производства

1.4.1. Выбор типа поточной линии

Технологические линии, на которых процесс производства изделий осуществляется по одной из форм поточной организации процессов, относятся к поточным линиям. В связи с этим при выборе типа поточной линии следует учитывать не только проектируемый способ производства изделий, но и комплекс определяющих признаков поточной линии. В табл. 1.1 и 1.2 представлены как классификация поточных линий, так и расчетные условия для выбора типа поточной линии.

Т а б л и ц а 1.1

Классификация поточных линий

№ п/п	Признаки, характеризующие поточные линии	Сочетание определяющих признаков линий по способу производства				
		конвейерному	агрегатному	стендовому (кассетному)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Разновидности технологических линий	Прокатный стан, ККЛ, тележечный, ленточный, вертикальный и горизонтальный замкнутый конвейер и его разновидности	Полуконвейер, агрегатно-поточная линия	Кассетная установка	Групповые стенды	Однопредметные стенды
2	Возможность рационального применения линии	Массовый и крупносерийный выпуск однотипной продукции	Массовый и крупносерийный выпуск однородной продукции	Крупносерийный выпуск однотипной продукции	Крупносерийный выпуск однотипной продукции	Серийный, мелкосерийный и единичный выпуски однородной продукции
3	Способ поддержания ритма	Регламентированный	Свободный	Свободный		
4	Подвижность предметов обработки в процессе производства	Перемещается непрерывно	Перемещается периодически	Не перемещается		

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7
5	Условия обработки предметов	Во время перемещения	В период между перемещениями	В неподвижном состоянии		
6	Способы перемещения обрабатываемых деталей	С перемещением предметов труда конвейерами	С перемещением другими транспортными средствами			
7	Степень непрерывности процесса	С непрерывным процессом	С прерывным процессом	С прерывным процессом		
8	Форма организации поточной линии	Непрерывно-поточная	Прерывно-поточная	Прямоточная		

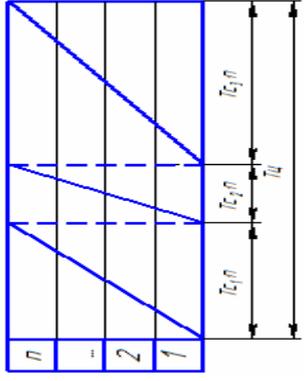
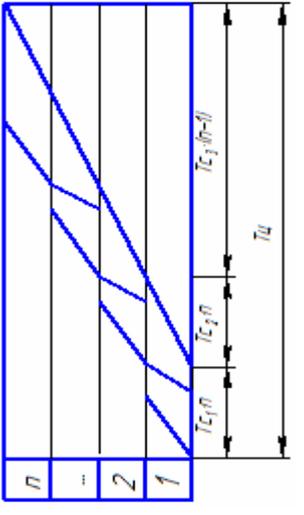
Сначала по табл. 1.1 выбирается способ производства (технологическая линия) и присущие ему признаки, затем по табл. 1.2 – форма организации производственного процесса и, соответственно, проектируемой поточной линии. Далее производится выбор проектируемой поточной линии и расчет ее характеристик (см. п. 1.4.2). Для этого следует выполнить расчеты показателей стадийных процессов, определить тип их структуры, способы обработки изделий в стадийных процессах (последовательный, параллельный, параллельно-последовательный) и длительность циклов, размер партии изделий, одновременно передающихся с одной стадии на другую.

При определении продолжительности цикла следует учитывать степень одновременности выполнения различных операций, т.е. виды движения предметов труда производственного процесса.

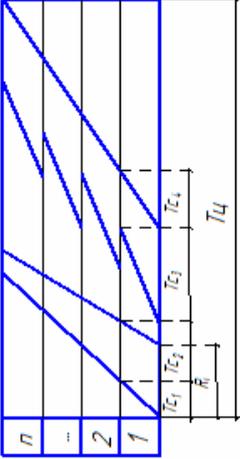
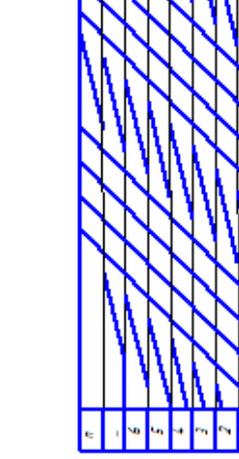
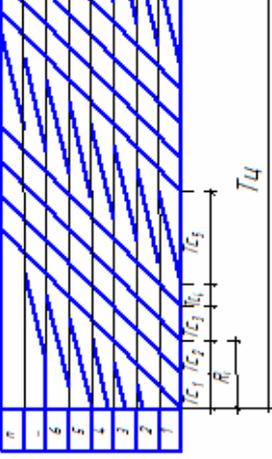
При последовательном движении предмета труда каждая следующая операция начинается только после окончания предыдущей операции для всей партии изделий. Вся партия при этом перемещается от поста к посту одновременно. При этом каждое изделие или часть изделия находится последовательно у рабочего места: сначала в ожидании своей очереди для обработки затем в ожидании окончания обработки всей партии. При таком движении предметов труда продолжительность обработки всего цикла пропорциональна количеству изделий в партии и продолжительности обработки на каждой операции. При этом движении предметов труда в обработке отдельных изделий возникают так называемые организационные перерывы.

Таблица 1.2

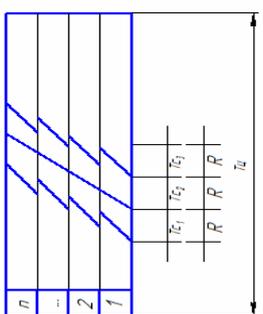
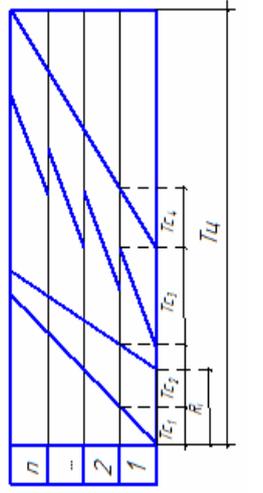
Условия для выбора типа поточной линии

Вид обработки изделий	Расчетные формулы длительности частичного (стабильного) цикла	Способ производства	Типы структурного процесса	Форма организации процесса (тип поточной линии)	Графики форм организации процесса
1	2	3	4	5	6
1. Последовательный	$T_{\text{ц}} = n \sum_{i=1}^m T_{ci},$ <p>где n – число изделий в партии, шт.; i – число стадийных процессов (операций); T_{ci} – длительность стадийного цикла, мин</p>	Стендовый	Непропорциональная равноритмичная, не-пропорциональная разноритмичная или кратноритмичная	Прерывно-поточная	
		Кассетный	Непропорциональная равноритмичная, не-пропорциональная разноритмичная или кратноритмичная	Прерывно-поточная	

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5	6
<p>2. Параллельный</p> 	$T_{ц} = \sum_{i=1}^m T_{ci} + (n-1)T_{c\max}$ <p>где $T_{c\max}$ – время выполнения наиболее продолжительного стадийного цикла (операций), мин</p>	Конвейерный	<p>1. Непропорционально равно- или кратноритмичная</p>	1. Прерывно-поточная	
<p>3. Параллельно-последовательный</p> 	$T_{ц} = \sum_{i=1}^m T_{ci} + (n-1) \sum_{i=1}^m T_{ci\text{ посл}} + \sum C_i$ <p>где $T_{ci\text{ посл}}$ – длительность последнего стадийного цикла (операции), мин; $\sum C_i$ – сумма всех смещений, мин; $C_i = (T_{c\max}^1 - T_{c\max}^2)(n-1)$; где $T_{c\max}^1, T_{c\max}^2$ – соответственно время предыдущего и последующего стадийных процессов (операций)</p>	Агрегатный	<p>2. Пропорциональная равно- или кратноритмичная</p> <p>Непропорциональная-разноритмичная</p>	2. Непрерывно-поточная	

Окончание табл. 1.2

<p>1</p> <p>4. Синхронный</p> 	<p>2</p> $T_{ц} = \sum_{i=1}^m T_{ci} + (n-1)R,$ <p>где R – ритм процесса</p>	<p>3</p> <p>Конвейерный</p>	<p>4</p> <p>Пропорциональная равно- или кратноритмичная</p>	<p>5</p> <p>Непрерывно-поточная</p>	<p>6</p> 
---	--	-----------------------------	---	-------------------------------------	--

Зависимость длительности производственного цикла от вида движений предметов труда изображается графически в виде линейного графика – графика Ганта – и в виде наклонных линий, т.е. циклограмм, представленных на рис. 1.50. При этом способе обработки выработка продукции низкая из-за общей большой длительности цикла. Такой способ характерен для стандового, кассетного, а иногда и для агрегатно-поточного производства. Тип производства – серийный или мелкосерийный.

При параллельном движении обработка изделий, входящих в партию, происходит немедленно на каждом следующем стадийном процессе или операции после окончания предыдущей операции. При параллельной обработке несколько изделий из одной партии могут обрабатываться одновременно на различных операциях, т.е. при этом изделие не простаивает в ожидании обработки. В итоге чем больше операций или стадийных процессов выполняется одновременно, тем короче производственный цикл. Это позволяет повысить степень использования оборудования и производственных площадей.

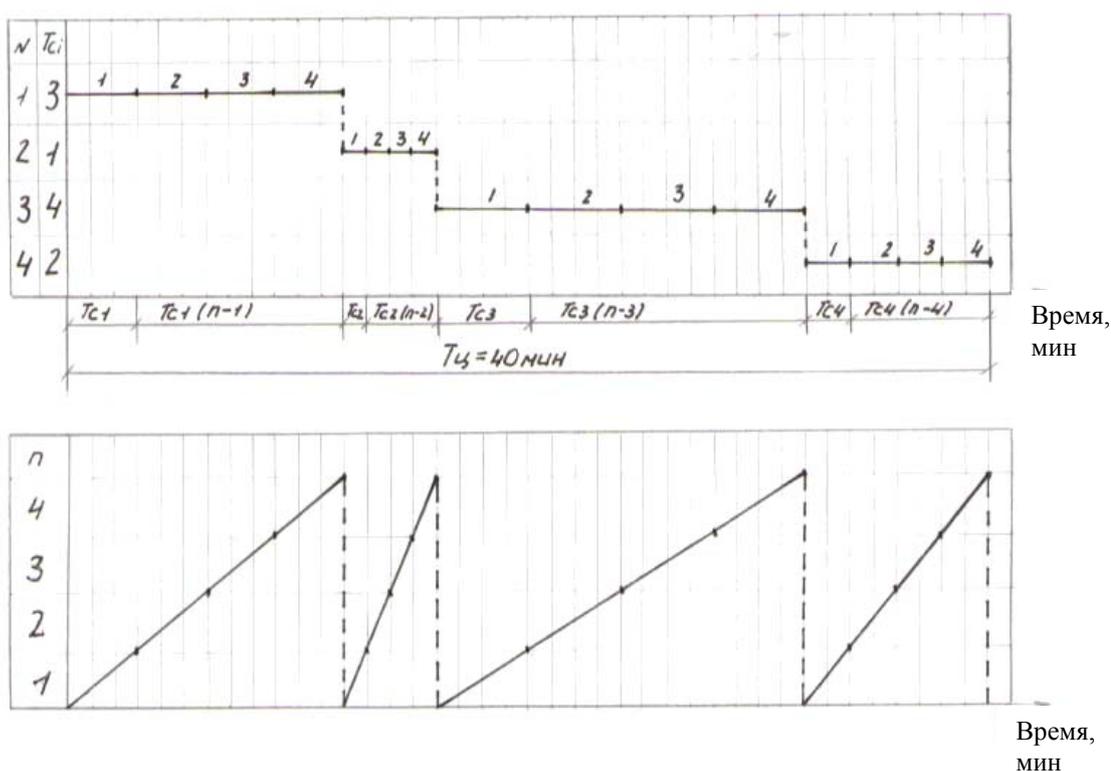


Рис. 1.50. График последовательного движения предметов труда

Недостатком этого вида движения является то, что в виду различной длительности смежных стадийных процессов возникают организационные перерывы на всех стадиях или операциях, кроме наиболее длительной. Целесообразно использовать этот вид движения только при поточной форме организации производства, например в конвейерной технологии производства.

График параллельной обработки предметов труда представлен на рис. 1.51.

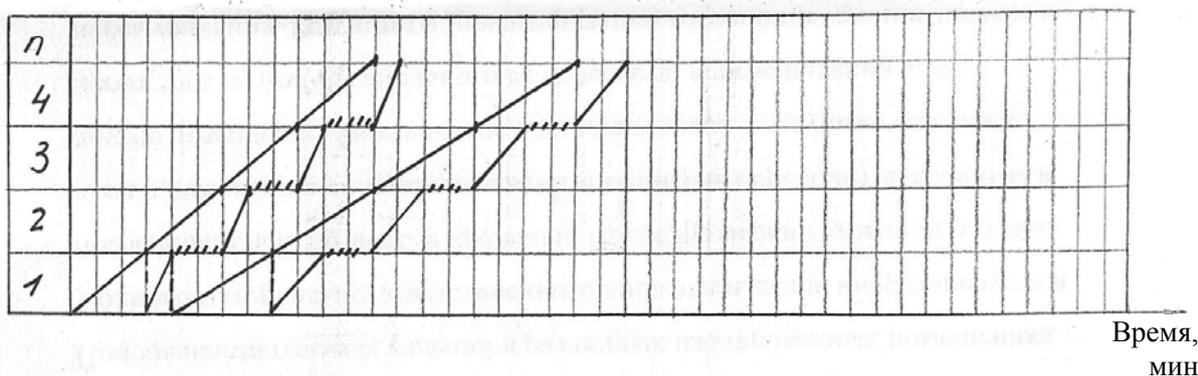
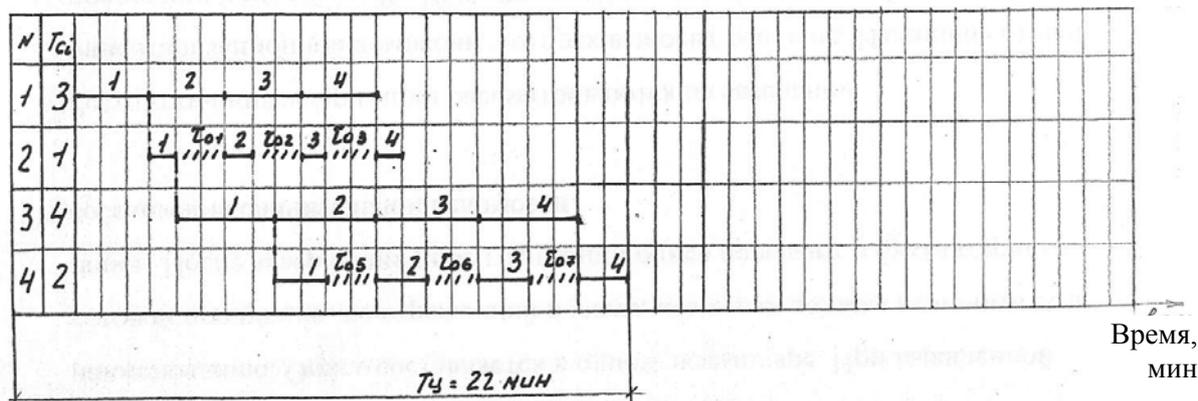


Рис. 1.51. График параллельной обработки предметов труда

При такой обработке происходит непрерывная обработка всей партии изделий на каждой стадии. При этом происходит поштучная передача изделия на последующую операцию. Обработка на следующей операции начинается раньше, чем заканчивается обработка всей партии изделий на предыдущих операциях. Такая организация производственного процесса возможна при изготовлении изделий на нескольких рабочих местах. Процесс производства при этом осуществляется без перерывов. Происходит частичное совмещение предыдущей и последующей операции. Для этого необходимо накапливать некоторое количество изделий перед началом обработки на короткой операции, т.е. иметь задел. Благодаря этому организационных простоев не будет.

При этом менее продолжительную операцию можно начинать только после того, как закончится обработка нескольких изделий на предыдущей более продолжительной операции. Возникает смещение времени обработки на короткой операции. Величина смещения в расчет включается только тогда, когда изделия передаются с более продолжительной на менее продолжительную операцию. Момент начала работы при этом определяется по графику или расчетом смещений от окончания более продолжительной операции до начала более короткой.

Тип производства – крупносерийный.

На рис. 1.52 представлен график параллельно-последовательной обработки предметов труда.

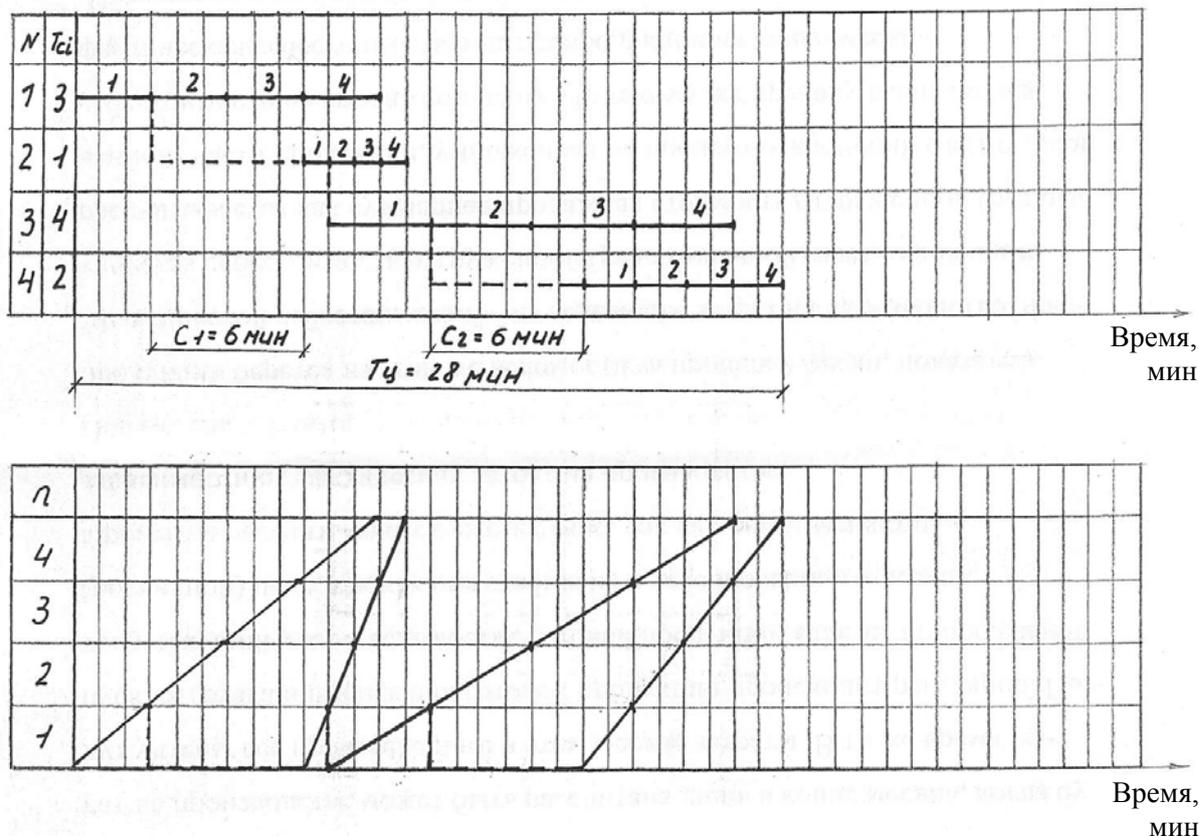


Рис. 1.52. График параллельно-последовательной обработки предметов труда

1.4.2. Расчет основных показателей поточных линий

Одним из важных факторов повышения эффективности производства является совершенствование проектирования поточных технологических линий и улучшение организации работ на них.

Проектирование производства на выбранных поточных линиях осуществляется в соответствии с детально разработанной технологической схемой процесса изготовления продукции по основной номенклатуре. Для осуществления расчетов по организации производства следует описать основные, вспомогательные и операции по перемещению продукции в той последовательности, которая диктуется технологией. При этом необходимо использовать отраслевые нормативные документы на изготовление материалов, изделий и конструкций по соответствующим технологиям [2–5].

Эффективной может считаться организация производства, позволяющая минимизировать затраты экономических ресурсов, максимально увеличить выпуск проектируемой продукции и достигнуть максимальных конечных результатов. Реализация этого возможна лишь при условии выполнения при проектировании следующих требований:

- четкой постановки организационной и экономической проблемы с увязкой общих задач проектирования;

- выявления потенциальных вариантов для сравнения с решаемой проблемой;
- следования методике расчетов по сравниваемым вариантам;
- анализа и обработки материалов;
- определения величины эффективности принятого организационно-экономического решения с учетом экономических, финансовых, социальных, экологических и других последствий от его реализации;
- формирования предложений по проектному решению.

В зависимости от направления и тематики курсовой работы алгоритм расчетов по проектированию может быть различным.

1. Постановка цели и задач проектирования.
2. Составление перечня технологических, транспортных и контрольных операций на изделия в соответствии с выбранной технологией.
3. Определение длительности и трудоемкости выполнения производственных операций.
4. Определение нормативного и расчетного ритма выпуска продукции при заданной годовой производственной программе проектируемой линии.
5. Определение движения предметов труда, т.е. последовательности обработки изделий в стадийных (элементных) процессах.
6. Расчет длительности технологического цикла.
7. Расчет показателей стадийных (элементных) процессов и выбор типа их структур.
8. Выбор формы организации производственных процессов и типа поточной линии.
9. Расчет количества поточных линий, постов на линии и их компоновка.
10. Определение синхронизации постов, количества рабочих и их загрузки на поточной линии.
11. Определение оборотных заделов между постами линии прерывно-поточного производства.
12. Расчет технико-экономической эффективности проектируемой поточной линии.

Расчет трудозатрат и длительности выполнения операций по проектируемой номенклатуре продукции

Для построения циклового графика (циклограммы) технологических операций необходимо произвести расчеты по определению длительности и трудоемкости каждой операции элементного цикла. Показатель длительности находят по отраслевым нормам времени, приведенным в прил. 1. В приложении перечислены не только технологические операции и трудоемкость их выполнения, но и длительность операций, технологическое оборудование, закрепленное за каждой операцией, состав рабочих по профессиям и разрядам и их численность. Кроме того, длительность может быть

определена расчетным путем, причем при расчетах учитывается нормативная трудоемкость (измеряется в нормо-часах, чел-ч, чел.-мин.), устанавливаемая на каждую технологическую операцию и строго связанная с нормативной численностью рабочих, выполняющих конкретную операцию.

Расчет длительности ручных операций производится по формуле

$$t_{\text{оп}} = P t_0 \frac{N_0}{N} \alpha',$$

где P – объем работ по операции (в натуральных показателях);

t_0 – норма времени на единицу объема работ (берется по нормам времени);

N_0 – нормативное число исполнителей на операцию (берется по нормам времени);

N – фактическое (принятое) число исполнителей на операцию;

α' – коэффициент, учитывающий уменьшение длительности операций за счет мастерства и квалификации исполнителей.

Длительность механизированных операций вычисляется по формуле

$$t_{\text{ом}} = \frac{L}{v} \alpha^2 + t_p,$$

где L – расчетная длина (расстояние) рабочего или транспортного (холостого) хода машины, м;

v – расчетная скорость рабочего или транспортного хода машины ($\text{tg } \varphi = \frac{l}{t_p}$), м/мин;

t_p – режимное машинное время, обусловленное технологией (не совмещенное с техническим), мин;

α^2 – расчетное число проходов машин, кол-во,

$$\alpha^2 = \frac{Pv}{L\Pi};$$

здесь P – объем работы, м³ (м², шт.);

Π – производительность машины, м³/ч.

Величины исходных параметров для машин и оборудования берутся из паспортных характеристик.

После расчетов длительности операций по каждой номенклатуре выбирается наиболее максимальная операция. Длительность максимальной операции используется для соизмерения такта выпуска одного изделия по данным ОНТП – 7-85 [1] (или ритма выпуска партии изделий) в соответствии с выбранной технологией. Нормы технологического проектирования приведены в табл. 1.3–1.6.

При их совпадении такт (ритм) принимается нормативным; при несоответствии – производится расчет такта (ритма) по формулам, приведен-

ным в табл. 1.7. Нормативные данные для определения такта (ритма) используются для конвейерной и агрегатной технологий; средняя продолжительность стадийного процесса ($T_{j}^{срел.}$) – для стандового и кассетного производства. При этом расчетная величина ритма не должна быть больше нормативной, что достигается внесением коррективов в исходные характеристики, используемые в расчетах.

Т а б л и ц а 1.3

Нормы для стандового производства

Оборачиваемость стандовых линий длиной до 100 м для изготовления предварительно напряженных балочных конструкций, сут	не более 1
Оборачиваемость коротких стандов и силовых форм для изготовления предварительно напряженных балочных конструкций, сут	не более 1
Максимальный угол отклонения, град:	
– крайней проволоки от оси пакета	6
– каната диаметром 9-15 мм между концевой диафрагмой и упором относительно оси:	
– со стороны натяжения	4
– с хвостовой стороны	10
– стержней с обеих сторон линии	6
Расчетный перепад температуры между упорами стандов и максимальной температурой бетона при тепловой обработке, °С	не более 65

П р и м е ч а н и е . При обеспечении устройств по регулированию и подтягиванию напрягаемой арматуры в процессе термообработки температурный перепад не ограничивается.

Т а б л и ц а 1.4

Нормы для кассетного производства

Число отсеков в кассете, шт.	8-14
Максимальная продолжительность операции для кассеты с 10 отсеками, мин:	
– разборки кассеты и извлечения изделий	60
– чистки, смазки кассеты, установки арматуры и закладных деталей, сборки кассеты	120
– укладки и уплотнения бетонной смеси вибрированием	60
Коэффициент для установления продолжительности операций (по сравнению с нормой для кассеты с 10 отсеками) при числе отсеков в кассете:	
8	0,8
12	1,2
14	1,4
Среднее число оборотов кассет в сутки при двухсменном формовании	не менее 1
Площадь, м, для текущего ремонта кассет при числе кассет в пролете:	60
до 5	
более 5	100

Т а б л и ц а 1.5

Максимальная продолжительность ритма работы
для агрегатно-поточных линий

Характеристика формуемых изделий	Продолжительность ритма, мин, при длине изделий			
	До 6 м		Более 6 м	
	Объем бетона в одной формовке, м ³			
	До 1,5	1,5-3,5	До 3,5	3,5-5
1. Изделия однослойные несложной конфигурации	12	15	20	25
2. Изделия однослойные сложной конфигурации в одной форме	15	20	30	35
3. Изделия многослойные крупногабаритные сложного профиля	20	30	35	40

П р и м е ч а н и е . При формировании изделий, характеристика которых значительно отличается (в сторону усложнения) от приведенных в таблице, продолжительность ритма может быть увеличена, но не более чем на 20 %.

Т а б л и ц а 1.6

Максимальная продолжительность ритма работы
для конвейерных линий

Характеристика формуемых изделий	Продолжительность ритма работы линии, мин, при объеме бетона в одной формовке, м ³	
	До 3,5	От 3,5-5
1. Изделия однослойные несложной конфигурации	12	22
2. Изделия однослойные сложной конфигурации в одной форме	18	28
3. Изделия многослойные крупногабаритные сложного профиля	25	35

П р и м е ч а н и я : 1. При формировании изделий, характеристика которых значительно отличается (в сторону усложнения) от приведенных в таблицах, продолжительность ритма может быть увеличена, но не более чем на 20 %. 2. При распределении операций по постам, выборе оборудования, назначении количества постов и т.п., кроме учета регламентированных затрат времени (перерывов) добавляется резерв на неравномерность к продолжительности технологических операций, в среднем 15 %. Общая продолжительность операций с резервами не должна превышать значений ритмов, приведенных в таблице.

Таблица 1.7

Расчет основных параметров показателей поточных линий

№ п/п	Рассчитываемые величины	Расчетные формулы	Условные обозначения
1	2	3	4
1. Прямолочная (прерывно-поточная) линия агрегатного способа производства			
1.1	Требуемое количество поточных линий $N_{п}$, шт.	$N_{п} = \frac{\Pi_{г}}{\Pi_{гп} K_{и}}$	$\Pi_{г}$ – годовая программа выпуска изделий, м ³ ; $\Pi_{гп}$ – годовая производительность линии, м ³ ; $K_{и}$ – коэффициент использования оборудования, равный 0,97
1.2	Требуемое количество формующих машин (для одноименных машин) $N_{м}$, шт.	$N_{м} = \frac{\Pi_{г} \tau_{ц}}{V_{р} K_{и}}$	$\tau_{ц}$ – время одного цикла формования (по ОНПП 7-85), ч; $V_{р}$ – годовой фонд рабочего времени оборудования, ч; $V_{и}$ – объем бетона формуемого изделия, м ³ ; $л$ – число одновременно формуемых изделий, шт.
1.3	Требуемое количество формующих машин (для разноименных изделий) $N_{м}$, шт.	$N_{м} = \frac{\Phi \tau_{ц}}{V_{р} K_{и}}$	Φ – требуемое количество формовок в год, шт.
1.4	Требуемое количество формующих машин (при известном типе машин и часовой производительности) $N_{м}$, шт.	$N_{м} = \frac{\Pi_{г}}{V_{р} \Pi_{фм} K_{и}}$	$\Pi_{фм}$ – часовая производительность формующей машины, м ³ /ч
1.5	Требуемое количество форм $N_{ф}$, шт.	$N_{м} = \frac{\Pi_{г} K_{рф}}{V_{р} K_{и} K_{оф}}$	$\Pi_{г}$ – годовая программа, м ³ ; $K_{ф}$ – коэффициент запаса форм на ремонт, равный 1,05-1,07;
1.6	Коэффициент оборачиваемости форм $K_{оф}$	$K_{оф} = \frac{24}{\tau_{оф}}$	$V_{р}$ – годовой фонд рабочего времени, сут $K_{оф}$ – коэффициент оборачиваемости форм в сутки; $\tau_{оф}$ – продолжительность одного оборота формы, ч
1.7	Продолжительность одного оборота формы $\tau_{оф}$	$\tau_{оф} = \tau_{т.во} + \sum \tau_{г.оп}$	$\tau_{т.во}$ – продолжительность тепловлажностной обработки, ч; $\sum \tau_{г.оп}$ – суммарная продолжительность всех технологических операций, ч

Продолжение табл. 1.7

1	2	3	4
2. Непрерывно-поточная и прерывно-поточная линии конвейерного способа			
2.1	Требуемое количество конвейерных линий $N_{кл}$, шт	$N_{кл} = \frac{\Pi_r}{\Pi_{гк} K_n}$	Π_r – годовая программа, м ³ ; $\Pi_{гк}$ – годовая производительной конвейерной линии, м ³ ; K_n – коэффициент использования оборудования, равный 0,97
2.2	Расчетный ритм (такт) пульсирующего (шагового) конвейера для одноименных изделий R , мин	$R = \frac{V_p K_n}{\Pi_{гк}}$	K_n – коэффициент неравномерности, учитывающий регламентируемые перерывы в работе линии, равный 0,8-0,85; V_p – годовой фонд рабочего времени по ОНТП 7-85, мин; $\Pi_{гк}$ – годовая программа, шт.
2.3	Годовая производительность конвейерной линии для одноименных изделий $\Pi_{гк}$, м ³	$\Pi_{гк} = \frac{V_p K_n}{R}$	V_p – объем изделий в форме-вагонетке, м ³ ; R – принятый ритм конвейера (с учетом ОНТП 7-85), мин
2.4	Расчетный ритм (такт) пульсирующего (шагового) конвейера для разноименных изделий R , мин.	$R = \frac{V_p K_n}{\Phi}$	Φ – количество формовок, шт.
2.5	Годовая производительность конвейера для разноименных типов $\Pi_{гк}$, м ³	$\Pi_{гк} = \frac{V_p K_n V_{сп}}{R}$	$V_{сп}$ – средневзвешенный объем изделий в форме-вагонетке, м ³
2.6	Количество рабочих постов на линии $N_{п}$, шт.	$N_{п} = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_{сп,i} K_{hi}}{R - \tau_n}$	$\tau_{сп,i}$ – средняя продолжительность операций на участке (по ЕНиР), мин; K_{hi} – операционный коэффициент неравномерности, равный: – для изделий простой конфигурации: 1,05 – при автоматизированном способе выполнения операции;

Продолжение табл. 1.7

1	2	3	4
			<p>1,15 – при механизированном способе выполнения операции; 1,25 – при ручном способе; – для изделий сложной конфигурации: 1,05 – при автоматизированном способе; 1,25 – при механизированном способе; 1,35 – при ручном способе; n – количество операций на участке, шт.; τ_n – нормативное время перемещения форм-вагонетки, равное 1,5-3,0 мин</p>
2.7	Длина непрерывно-поточной линии L	$L = l_{\phi} (N_n + 2) + l_{\Pi} (N_n - 1) + 2l_{\Pi v} + 2l_{\Delta}$	<p>l_{ϕ} – длина форм-вагонетки, м; N_n – количество постов, шт.; l_{Π} – длина промежутков между формами-вагонетками, м (0,3-0,5); $l_{\Pi v}$ – расстояние от крайних форм-вагонеток до передаточных устройств подъемника и снижателя или передаточных тележек (0,4-0,5 м); l_{Δ} – длина участка размещения механизмов передаточных устройств (1,0-1,5 м)</p>
2.8	Годовая производительность конвейера непрерывного действия $\Pi_{Г}$, м ³	$\Pi_{Гк} = \frac{V \nu K_p K_n}{l}$ $K_p = \frac{l}{l + \Delta l}$	<p>ν – скорость движения формовочной ленты стана или форм-вагонеток на участке формовки, м/ч; K_p – коэффициент использования ленты стана за счет перерывов между торцами формовочных изделий; K_n – коэффициент использования оборудования, равный 0,97; l – длина изделий, м; Δl – длина промежутка между торцами формовочных изделий, м</p>

Продолжение табл. 1.7

1	2	3	4
2.9	Длина конвейера непрерывного действия L , м	$L = v \tau_{ц}$	$\tau_{ц}$ – длительность технологического цикла на конвейере, ч
2.10	Требуемое количество форм $N_{ф.в.}$, шт.	$N_{ф.в.} = K_{рф}(N_{кл} + N_{к} + N_{пу})$ $N_{к} = \frac{60 \tau_{тво}}{R}$	$K_{рф}$ – коэффициент запаса форм на ремонт, равный 1,05; $N_{кл}$ – количество форм на конвейерной линии, шт.; $N_{к}$ – количество форм в камере, шт.; $N_{пу}$ – число форм на передаточных устройствах, шт.; $\tau_{тво}$ – продолжительность тепловлажностной обработки, ч; R – ритм конвейера (цикл формования) по ОНТП 7-85, мин
3. Прерывно-потоочная линия стандового способа производства изделий			
3.1	Годовая производительность станда $\Pi_{ст}$, м ³ – для одноименных изделий	$\Pi_{ст} = \frac{V_p n K_{и}}{\tau}$	V_p – годовой фонд рабочего времени, ч; n – количество изделий, шт.; $K_{и}$ – коэффициент использования оборудования станда, равный 0,9; τ – длительность одного оборота станда (по ОНТП 7-85), ч; $\sum_{i=1}^n V_{in}$ – суммарный объем изделий, м ³
	– для разноименных изделий	$\Pi_{ст} = \frac{V_p \sum_{i=1}^n V_{in} K_{и}}{\tau}$	
3.2	Оборачиваемость станда $K_{об}$	$K_{об} = \frac{\tau_{по} + \tau_{тво}}{V_p} + \frac{\tau_{тво}}{24}$ $\tau_{по} = \tau_p + \tau_{си} + \tau_{п} + \tau_{ук} + \tau_{б}$	$\tau_{по}$ – суммарная продолжительность технологических операций на стенде без ТВО, ч; $\tau_{тво}$ – продолжительность периода ТВО, ч; V_p – суточный фонд рабочего времени, ч;

Продолжение табл. 1.7

1	2	3	4
			<p>τ_p – продолжительность распалубки (снятия крышки и вкладышей, натяжение и обрезка арматуры), ч;</p> <p>$\tau_{си}$ – время на съём изделий и транспортирование, ч;</p> <p>$\tau_{п}$ – время подготовки стенда к формованию, ч;</p> <p>$\tau_{ук}$ – время на укладку арматуры, ч;</p> <p>τ_6 – время на бетонирование, ч</p> <p>Π_r – годовая программа, м³</p>
3.3	Требуемое количество стендов $N_{ст}$, шт.	$N_{ст} = \frac{\Pi_r}{\Pi_{ст}}$	<p>$\Pi_{ст}^*$ – годовая производительность типового стенда, м³</p>
3.4	Количество стендовых линий (при привязке к типовым) $N_{ст}^*$, шт.	$N_{ст}^* = \frac{\Pi_r}{\Pi_{ст}^* K_n}$	
3.5	Длина стенда: – длинномерного $L_{ст}$, м	$L_{ст} = n l_{\phi} (n-1) l_{п} + 2 l_y + l_d$	<p>n – число форм на стенде, шт.;</p> <p>l_{ϕ} – длина формы, м;</p> <p>$l_{п}$ – расстояние между формами, равное 0,2-0,3 м;</p> <p>l_y – расстояние от формы до упора, равное 0,5-2,5 м (по ОНТП 7-85);</p> <p>l_d – длина поста для натяжной машины, м</p>
	– короткого (силового) $L_{ст}$, м	$L_{ст} = n l_{\phi} 2 l_y + 2 l_{yc} + l_{ст}$	<p>l_{yc} – расстояние между упорами и внутренней стенкой пропарочной камеры, м;</p> <p>$l_{ст}$ – толщина стенки, равная 0,3-0,4 м</p>
3.6	Годовой съём продукции с 1 м ² формовочной площадки стенда C	$C =$	<p>$\Pi_{ст}$ – годовая производительная стендовой линии, м³;</p> <p>$L_{ст}$ – площадь стендовой линии, м²</p>

Продолжение табл. 1.7

1	2	3	4
4. Прерывно-поточная линия кассетного способа производства			
4.1	Количество комплектов домов в год N_d	$N_d = \frac{P_r}{V_n} \text{ или } N_d = \frac{P}{F_d}$	P_r – годовая программа, $m^2 (m^3)$; F_d – жилая площадь дома, m^2 ; V_n – объем изделий на дом, m^3
4.2	Ритм выпуска конструкции на дом R , сут	$R = \frac{B_p K_u}{N}$	B_p – годовой объем рабочего времени, сут; K_u – коэффициент использования оборудования, равный 0,97
4.3	Требуемое количество кассетных установок $N_{ку}$, шт.	$N_{ку} = \frac{\sum_{i=1}^n \Phi_{in}}{RK_{об} n}$	$\sum_{i=1}^n \Phi_{in}$ – суммарное количество отсеков-формовок для изделий одного типоразмера, шт.; n – количество отсеков в кассетной установке, шт.
4.4	Коэффициент обрачиваемости кассетной установки $K_{об}$	$K_{об} = \frac{24}{\tau_{ц}}$	$\tau_{ц}$ – продолжительность одного оборота кассетной установки (по ОНПП 7-85), ч.
4.5	Продолжительность одного оборота кассеты $\tau_{ц}$	$\tau_{ц} = \tau_p + \tau_{п} + \tau_{ф} + \tau_{тво}$	τ_p – продолжительность распалубки и съема изделий, ч; $\tau_{п}$ – время подготовки кассеты к бетонированию, ч; $\tau_{ф}$ – продолжительность формования и уплотнения бетонной смеси, ч; $\tau_{тво}$ – продолжительность тепловлажностной обработки (по ОНПП 7-85), ч
4.6	Годовая производительность кассетной установки P_r	$P_r = B_p V_n K_{об} K_u$	V_n – объем изделия в кассетной установке, m^3 ; n – число изделий в кассетной установке, шт.; $K_{об}$ – коэффициент обрачиваемости кассетной установки; K_u – коэффициент использования оборудования, равный 0,97

Окончание табл. 1.7

1	2	3	4
4.7	Коэффициент заполнения отсеков l_3	$l_3 = \frac{l_n}{l_0}$	l_n – длина изделий, м; l_0 – длина отсека, м
4.8	Коэффициент загрузки кассеты по объему K_3	$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{i,n}}{\sum_{i=1}^n V_{oi,n}}$	$\sum_{i=1}^n V_{i,n}$ – суммарный внутренний объем отсеков, м ³ ; $\sum_{i=1}^n V_{oi,n}$ – суммарный объем всех изделий в кассетной установке, м ³
4.9	Суточный объем продукции с кассетной установки C , м ³	$C = \sum_{i=1}^n K_{об}$	$\sum_{i=1}^n V_i$ – суммарный объем одновременно формируемых изделий в кассетной установке, м ³
5. Непрерывно-поточная линия кассетно-конвейерного способа производства			
5.1	Годовая производительность формовочной установки $\Pi_{гфу}$, шт.	$\Pi_{гфу} = \frac{B_p K_n}{\tau_{ц}}$	B_p – суточный фонд рабочего времени, ч; K_n – коэффициент использования оборудования, равный 0,95; $\tau_{ц}$ – расчетный цикл работы формовочной машины, мин
5.2	Расчетный цикл работы формовочной машины $\tau_{ц}$, мин.	$\tau_{ц} = \tau_{цф} + \tau_{гво}$	$\tau_{цф}$ – продолжительность укладки и уплотнения бетонной смеси, мин; $\tau_{гво}$ – продолжительность периода тепловлажностной обработки бетона в формовочной машине, мин
5.3	Необходимое количество формовочных машин для каждого типа изделий $N_{фу}$, шт	$N_{фу} = \frac{\Phi}{\Pi_{гфу}}$	Φ – количество формовок в сутки для каждого типа изделий, шт.
5.4	Количество формовок в сутки для каждого типа изделия Φ , шт.	$\Phi = \frac{\Pi_{г}}{B_p \sum N}$	$\Pi_{г}$ – годовая производительность, шт.; B_p – годовой объем рабочего времени, сут; $\sum N$ – суммарное количество изделий в формовочной машине по оптимальной раскладке, шт.

Организация поточного производства требует осуществления определенных расчетов. Исходным при проектировании поточной линии с агрегатной или конвейерной технологией является такт, или ритм, выпуска – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования типоразмера, и исполнения.

Ритм (такт) равен фонду работы времени за календарный период (месяц, смену), деленному на производственную программу за тот же период:

$$R = \frac{T \cdot k}{N},$$

где T – полезный фонд работы за календарный период времени, час.;

k – коэффициент, учитывающий перерывы в работе;

N – программа выпуска за календарный период времени, шт. (m^3 , m^2 и т.д.).

В прерывном производстве величина ритма устанавливается с учетом планируемых перерывов в работе линии.

Величина обратная такту, называется темпом, т.е. темп – это количество изделий определенного наименования, выпускаемого в единицу времени.

$$\text{Темп} = T / N_i,$$

где N_i – количество продукции (работ) за 1 час.;

T – один час.

При проектировании поточной линии для станочного и кассетного производства исходным параметром является средняя длительность стадийного процесса ($T_{cj}^{\text{сред.}}$), которая определяется следующим образом:

$$T_{cj}^{\text{сред.}} = \frac{\text{сумма длительности стадийных процессов}}{\text{количество стадийных процессов}}.$$

1.4.3. Построение графиков формирования изделий на поточной линии

Построение пооперационных графиков изготовления продукции (циклограмм)

Построение пооперационных графиков в виде циклограмм (цикловых графиков) осуществляют в соответствии с перечнем всех операций (технологической схемой изготовления), при этом учитывают длительность и трудоемкость выполнения операций, состав рабочих и оборудования, закрепленный за каждой из них.

В соответствии с характером неравномерности выполнения операций предусматривают резервы их продолжительности, поскольку технологический режим строится не по номинальному, а по действительному ритму, с учетом регламентируемых потерь времени. В табл. 1.8 представлены ко-

эфициенты неравномерности выполнения операции, которые необходимо использовать при расчете резервов продолжительности операций.

Т а б л и ц а 1.8

Коэффициент неравномерности выполнения операций

Вид операций	Коэффициенты неравномерности для изделий	
	простой конфигурации, однослойных	сложной конфигурации, многослойных, офактуренных
Автоматизированные	1,05	1,05
Механизированные	$\frac{1,15}{1,10}$	$\frac{1,25}{1,15}$
Ручные и частично механизированные	$\frac{1,25}{1,15}$	$\frac{1,35}{1,20}$

П р и м е ч а н и е . В числителе – при невозможности переноса операций на другой пост, в знаменателе – при возможности переноса операций на другой пост.

Все технологические и другие операции компонуются в стадийные (или элементные) процессы, длительность которых должна быть синхронна принятому в расчетах ритму (такту) выпуска.

Известно, что продолжительность производственного цикла зависит от длительности стадийных (элементных) циклов и организационных перерывов. Длительность стадийного (элементного) цикла определяется суммой затрат времени на выполнение несовмещенных операций стадийного процесса (часть вспомогательных операций – перемещение и контроль – могут совмещаться с технологическими). Возможность совмещения операций определяется из циклограммы работы оборудования на линии, необходимой для построения пооперационного графика технологического процесса. При этом используют данные табл. 1.6.

По результатам произведенных расчетов длительности стадийных процессов, ритма линии (R) или средней продолжительности стадийного процесса $T_{cj}^{сред}$ заполняется табл. 1.9.

Т а б л и ц а 1.9

Показатели технологического процесса изготовления изделий

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструмент, приспособление	Состав исполнителей			Трудоемкость, чел.-мин	Длительность, мин
			профессия	разряд	число чел.		
1	2	3	4	5	6	7	8

Затем строится пооперационный график изготовления продукции.

Примеры циклограммы приведены на рис. 1.53, 1.54. На цикловом графике формования указывается ритм (такт) выпуска изделий для прерывно- и непрерывно-поточных линий.

После построения пооперационного графика выполнения работ по табл. 1.2 с учетом технологии производства определяется вид обработки изделий: последовательный, параллельно-последовательный и параллельный. Для эффективной организации производства используются показатели кратности, пропорциональности и ритмичности.

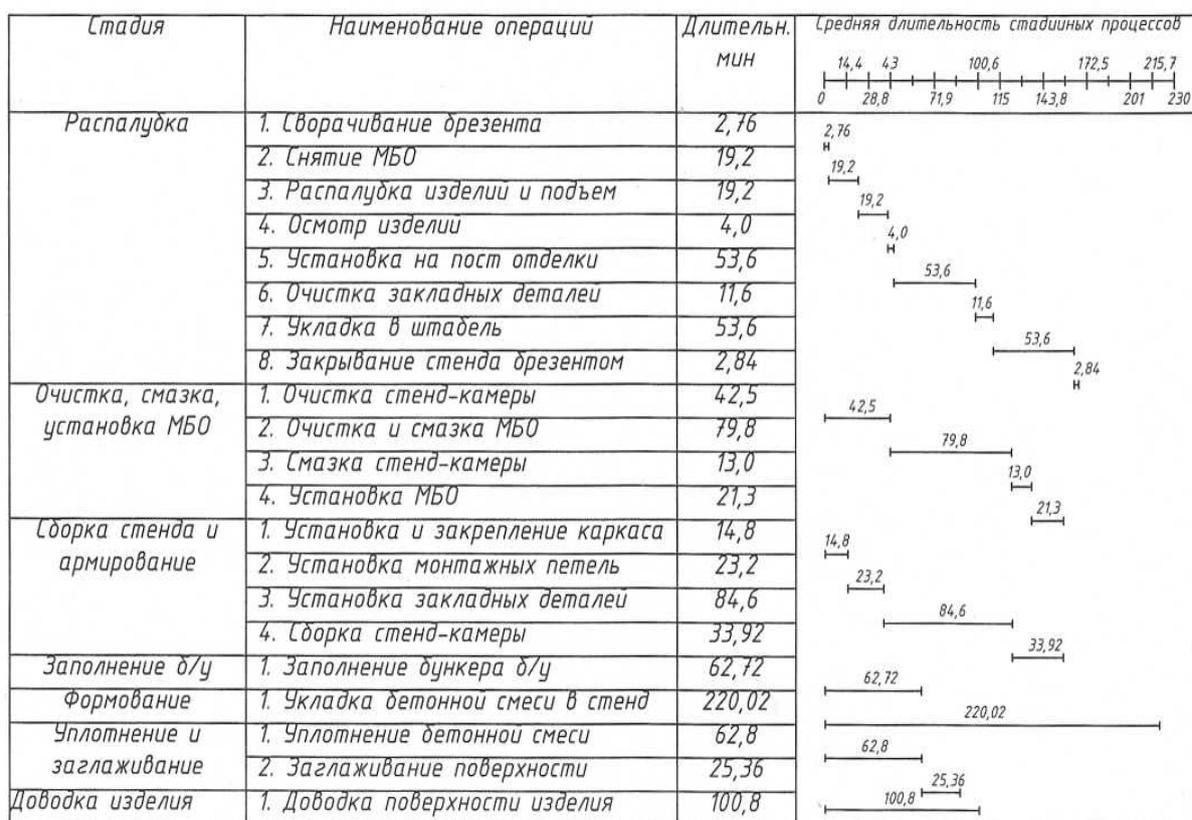


Рис. 1.53. Пооперационный график выполнения работ на прерывно-поточной линии по стендовой технологии

Наименование стадийного процесса	Наименование операций	Оборудование, инструмент	Длительность, мин	Rp = 28 мин	
				0	28
I	Прием формы из камеры Подъем формы на верхний ярус Установка формы на 1 - й пост Съем приемообразователей Открывание замков бортов	Толкатель Подъемник Привод конвейерной линии Кран мостовой Устройство СМЖ- 453	3,3		28
			4		
			3		
			6,4		
			4,4		
II	Передвижение с поста на пост Кантование Съем изделия Установка формы и приемообразов. Установка приемообразователей	Привод конвейерный Кантователь Крановщик пневмоскребок Крановщик	3		28
			1,5		
			3,5		
			5,5		
			6,4		
III	Передвижение с поста на пост Закрывание бортов замков Смазка формы и приемообразоват. Укладка керамической плитки	Привод конвейерный Устройство СМЖ - 453 пулевизатор Вручную	3		28
			4,4		
			1,7		
			12		
IV	Передвижение с поста на пост Укладка раствора Разравнивание фактурного слоя Укладка арм-ры и накладных дет.	Привод конвейерный Бетоноукладчик Вручную Крановщик	3		28
			5,6		
			7,4		
			8		
V	Передвижение с поста на пост Укладка первого слоя бетона Виброуплотнение и разравнивание	Привод конвейерный Бетоноукладчик Вручную	3		28
			15,9		
			5,1		
VI	Передвижение с поста на пост Укладка пенополистирола Установка арматурных сеток Укладка второго слоя бетона	Привод конвейерный Вручную Крановщик Бетоноукладчик	3		28
			9		
			4,1		
			7,9		
VII	Передвижение с поста на пост Разравнивание и уплот- ие бетона Укладка раствора Разравнивание и уплотнение р - ра	Привод конвейерный Вручную Бетоноукладчик Вручную	3		28
			5,1		
			4,2		
			5,2		
VIII	Перемещение с поста на пост Зачистка и отделка поверхности Очистка формы Техконтроль	Привод конвейера Затир.машина Вручную Визуально	3		28
			8,8		
			3		
			3		
IX	Передвижение формы на передаточный пост Опускание формы на нижний ярус Подача форм в камеру	Привод конвейера Снижатель СМЖ- 438 Толкатель	3		28
			4		
			3,3		

Рис. 1.54. Пооперационный график изготовления наружных стеновых панелей из керамзитобетона на прерывно-поточной линии

Расчет показателей стадийных процессов

Обеспечение выпуска планового объема и в заданные сроки возможно при повторении всех стадий производственного процесса с определенной периодичностью.

Длительность элементных (стадийных) циклов характеризует возможности (по времени обработки) отдельных частей процесса. Задача организации частичных процессов заключается в согласовании требований производственной программы с возможностями имеющихся средств обработки.

Условием эффективности организации частичного процесса является равенство или кратность каждого стадийного цикла такту или ритму выпуска:

$$T_{cj} = \alpha_{cj} R,$$

где α_{cj} – показатель кратности. Определяет, сколько рабочих мест должно параллельно работать, чтобы обеспечить заданный выпуск продукции.

$$\alpha_{cj} = \left[\frac{T_{cj}}{R} \right].$$

Квадратные скобки означают, что частное от деления T_{cj} на R (такт выпуска) округляют до целого числа в сторону увеличения.

α_{cj} – всегда целое число, выражающее равенство или кратность такта выпуска

$\alpha_{cj} = 1$ – показатель равенства такта.

$\alpha_{cj} > 1$ – показатель кратности такта.

В состав частичного процесса обязательно входят стадийные (элементные) процессы, длительность которых не равна (и не кратна) плановому ритму.

Поэтому связь между T_{cj} и R выражается зависимостью:

$$T_{cj} + \tau_{cj} = \alpha_{cj} R,$$

где τ_{cj} – длительность перерыва, вызванного несинхронностью стадийного цикла и такта выпуска. Перерыв может иметь значение $0 \leq \tau_{cj} \leq \bar{R}$.

Чем ближе значение τ_{cj} к «0», тем полнее согласуется период повторения элементарного (стадийного) процесса – его рабочий ритм r_{cj} с заданной периодичностью выпуска продукции:

$$R_{cj} = T_{cj} + \tau_{cj}.$$

Степень согласованности стадийного цикла с тактом выпуска характеризуется показателями пропорциональности ритмичности.

Показатель пропорциональности и стадийного процесса β_{cj} выражает равенство или кратность (пропорциональность) затрат времени стадийного цикла и ритма выпуска.

$$\beta_{cj} = T_{cj} / R.$$

При $\tau_{cj} = 0$ достигается равенства $\tau_{cj} = \bar{R}$, т.к. $T_{cj} = \alpha_{cj} \bar{R}$, т.е. $\beta_{cj} = \alpha_{cj}$.

При $\tau_{cj} > 0$ показатель пропорциональности будет дробным числом ($\beta_{cj} < \alpha_{cj}$).

Соответствие такта стадийного процесса r_{cj} такту выпуска R характеризуется показателем ритмичности стадийного процесса

$$\gamma_{cj} = r_{cj} / \alpha_{cj} R.$$

При $\gamma_{cj} = 1$ стадийный процесс является равноритмичным $\gamma_{cj} = 1$ или кратноритмичным.

При $\gamma_{cj} < 1$ стадийный процесс равноритмичный, т.е. такт (а следовательно, и ритм) стадийного процесса не равен и не кратен такту (ритму) выпуска.

Последовательность расчетов и расчетные формулы коэффициента стадийных процессов сведены в табл. 1.10, 1.11.

Пропорциональная равно- или кратно-ритмичная структура – обеспечение непрерывности и равномерной работы в соответствии с штатом выпуска ($\tau_{cj} = 0$).

Непропорциональная равно- или кратно-ритмичная структура – возникают перерывы $i_{cj} > 0$, но такт стадийного процесса равен такту выпускного.

Непропорциональная разноритмичная структура – перерывы суммируются в один большой перерыв ($n\tau_{cj}$).

Стадийные процессы различной структуры имеют резкую степень соответствия принципам пропорциональности, ритмичности и непрерывности.

Сочетание стадийных процессов с различными тактами структур определяет структуру и форму организации частичных процессов. Поточные формы организации процессов характеризуется определенным видом движения предметов обработки.

1) Если частичные процессы включают стадийные процессы только пропорциональной равно- или кратно-ритмичной структуры с синхронным видом движения изделий, то такая форма является непрерывно-поточной. Он обеспечивает непрерывное прохождение изделий через все стадии обработки и, главное, полную загрузку рабочих мест (синхронное движение изделий).

2) Однако полная синхронизация стадийных процессов ($e_{cj} = 0$ для всех j) не всегда осуществима, т.к. различна трудоемкость стадийных процессов, разная производительность оборудования и т.д. При этом возникают перерывы. Это происходит тогда, когда в состав частичного процесса входит один или несколько стадийных процессов с непропорциональной равно- или кратно-ритмичной структурой. Это – прерывно-поточная форма. Она отличается прерывностью стадийных процессов (сохраняя ритмичность).

Таблица 10

Расчет показателей стадийных процессов

№ п/п	Показатели стадийных процессов	Обозначение показателей	Расчетная формула	Условные обозначения величин в расчетных формулах	Условия расчета
1	Кратность (определяет, сколько рабочих мест должно функционировать параллельно) или количество ритмов необходимых для стадийного процесса)	α_{cj}	$\alpha_{cj} = \left[\frac{T_{cj}}{R_p} \right]$	T_{cj} – длительность стадийного процесса, мин R_p – такт (ритм) линии, мин [] – округление до целого числа в сторону увеличения	При $\alpha_{cj} = 1$ $T_{cj} = R_p$ При $\alpha_{cj} > 1$ T_{cj} –ратно такту
2	Длительность организационного перерыва, вызванного несинхронностью стадийного процесса и такта (ритма)	τ_{cj}	$T_{cj} + \tau_{cj} = \alpha_{cj} R$		При условии $0 \geq \tau_{cj} \leq R_p$
3	Пропорциональность	β_{cj}	$\beta_{cj} = T_{cj} / R_p$		При $\tau_{cj} = 0$ $T_{cj} = R_p$ или $T_{cj} = \alpha_{cj} R_p$
4	Ритмичность	γ_{cj}	$\gamma_{cj} = \frac{r_{cj}}{\alpha_{cj} \cdot R_p}$	r_{cj} – внутренний такт стадийного процесса cj при последовательной параллельно-последовательной обработке изделий. $r_{cj} = T_{cj}$ при параллельной $r_{cj} = R_p$	1) при $\tau_{cj} = 0$ $T_{cj} = r_{cj}$ или $T_{cj} = \alpha_{cj} r_{cj}$ $\beta_{cj} = \alpha_{cj}$ 2) при $\tau_{cj} > 0$ $\beta_{cj} < \alpha_{cj}$ 3) при $\alpha_{cj} = 1$ $\gamma_{cj} = 1$ 4) при $\alpha_{cj} < 1$ $\gamma_{cj} < 1$

Для достижения синхронизации – полной загрузки рабочих они закрепляются за смежными рабочими местами (смежными процессами); это возможно только тогда, когда перерывы в выполнении стадийных циклов τ_{cj} не меньше, чем длительность смежных стадийных циклов.

$$T_{cj} : \tau_{cj} = T_{c2} + T_{c3} \text{ (параллельное движение).}$$

Однако полная загрузка рабочих при такой форме не всегда возможна, т.к. перерывы в выполнении стадийных процессов ($i_{cj} < T_{cj-1}$). В этом случае непропорциональные разноритмичные структуры нужно объединить до длительности $n \tau_{cj}$, достаточной для выполнения законченного объема работ в других частичных процессах. Такая форма является по выполнению стадийных процессов в период обработки партии изделий. При этом сохраняется различный такт стадийных процессов, не равный такту впуска (параллельно-последовательное движение).

Т а б л и ц а 1.11

Типы структур стадийных процессов

Тип структуры стадийного процесса		Номер изделий	Коэффициент пропорциональности β_{cj} и кратности α_{cj}	Коэффициент ритмичности γ_{cj}	Организационный перерыв τ_o
Пропорциональная	Равноритмичная	... 2 1	$\alpha_{cj} = 1$ $\beta_{cj} = 1$	1	0
	Кратноритмичная	... 2 1	$\alpha_{cj} = 2, 3 \dots m$ $\beta_{cj} = 1, 2 \dots \overline{m}$	1	0
Непропорциональная	Равноритмичная	... 2 1	$< \beta_{cj}$ $\alpha_{cj} = 1$	$> 1 <$	> 0
	Кратноритмичная	... 2 1	$< \beta_{cj}$ $\alpha_{cj} = 2, 3 \dots \overline{m}$	$> 1 <$	> 0
	Разноритмичная	... 2 1	$\alpha_{cj} \leq \beta_{cj}$		$< T_{cj}$
$\alpha_{cj} > \beta_{cj}$			$> 1 <$	$< T_{cj}$	

Показатели кратности, пропорциональности и ритмичности дают основание определить тип структуры стадийного процесса. В совокупности параметры: вид обработки изделия, технология производства, тип структуры стадийного про-

цесса – позволяют определить форму организации производственного процесса или тип поточной линии.

После всех перечисленных расчетов строятся графики формирования продукции или изделий в форме графика Ганта и циклограммы.

В качестве примера на рис. 1.55 представлены графики формирования на прерывно-поточной линии по конвейерной технологии.

По графикам видно, что необходимо использовать величину смещения между стадийными процессами. Смещение определяется между наиболее длительным стадийным процессом и последующим коротким стадийным процессом. Таких смещений в технологическом цикле может быть несколько. Поэтому в расчетах учитывается суммарная величина смещения.

1.4.4. Расчет синхронизации постов и загрузка рабочих на поточной линии

Для правильной организации работ на проектируемой поточной линии необходимо произвести согласование ритма (такта) линии с пропускной способностью каждого технологического поста, при этом длительность выполнения операций на каждом посту должна быть равна или кратна ритму (такту) линии. Если это условие будет нарушено, то может произойти простой на смежном посту или пропускная способность поста окажется недостаточной. Процесс согласования называется синхронизацией, необходимой для определения:

- количества рабочих постов и их загрузки;
- количества рабочих на постах;
- организации непрерывно-поточного производства (параллельного движения предметов труда).

Для достижения синхронизации постов на проектируемой поточной линии следует предусмотреть возможность:

- изменения количества операций, выполняемых на одном посту, с перенесением части операций на другой пост;
- создания на одном посту нескольких параллельно или последовательно работающих мест для выполнения работ на них;
- обоснованного сокращения длительности операций за счет выбора более производительных механизмов или совершенствования технологии производства изделий, повышения квалификации работающих.

В табл. 1.12 представлена последовательность расчетов, которые сводятся в табл. 1.13, 1.14.

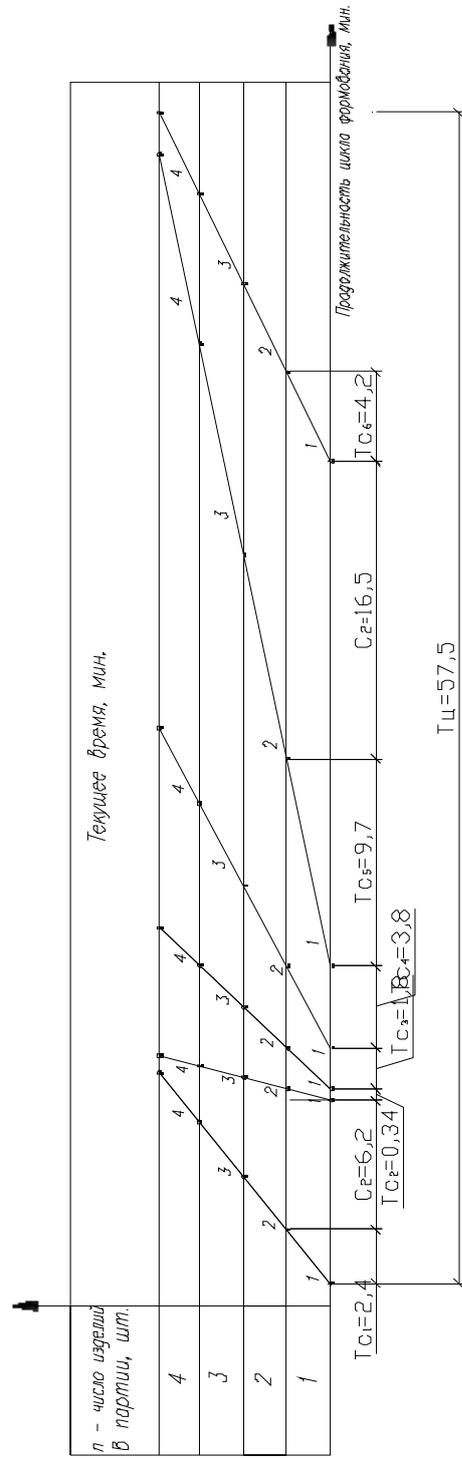
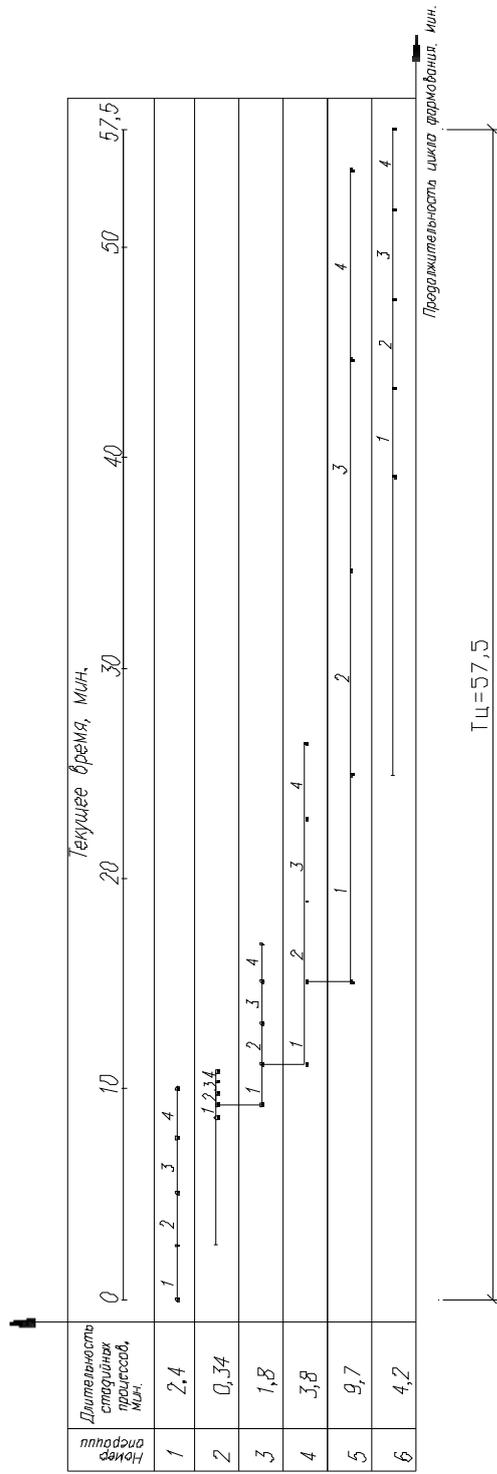


Рис. 1.55. Графики формования изделий на прерывно-поточной линии по технологии «Рифей»

Таблица 1.12

Последовательность расчетов синхронизации рабочих постов на линии

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Расчетная формула	Характеристики, используемые в расчетах	Примечание
1	Расчетное количество рабочих	чел.	$P_{pi} = \frac{N_{прi}}{R_p}$	$N_{пр i}$ – норма времени на операцию, чел.-мин; R_p – ритм линии, мин; (1,2,.....r) – число операций	Берутся по расчетам
2	Принятое количество рабочих при условии: расчетное количество рабочих $P_{pi} < 1$ расчетное количество рабочих $P_{pi} > 1$	чел.	$P_{прi} = 1$ $P_{прi}$ находится путем округления ближайшего целого числа с учетом того, что перегрузка рабочих мест допускается в пределах 10 %	$P_{прi}$ – принятое количество рабочих (целое число)	При расчетах оборотных заделов и построении циклограммы работы по точной линии на перегруженных рабочих местах корректируются
3	Компоновка рабочих постов	шт.	$t_{техн} < R_p$	$t_{техн}$ – общая длительность всех операций для формирования изделий на рабочих постах; S – количество постов на линии; T_s – время выполняемых работ на i -м посту; $P_{пр.s}$ – количество рабочих на одном посту (целое число)	
4	Условие синхронизации	мин	$\frac{t_1}{P_{np1}} = \frac{t_2}{P_{np2}} = \frac{t_s}{P_{npс}} = R_p$		
5	Коэффициент загрузки рабочего	%	$\eta_i = \frac{P_{pi}}{P_{прi}}$	На стадии расчета допускаются предельные значения η_i от 95-105 %	

Таблица 1.13

Последовательность выполнения загрузки рабочих
на технологических постах поточной линии

Номер операции	Исходные данные для синхронизации					Загрузка рабочих η , %	Номер поста	Результат синхронизации постов					Загрузка рабочих на постах η , %
	Наименование операций	Трудоёмкость операций $H_{вр}$, чел.-мин	Расчетное количество рабочих R_r , чел.	Принятая численность рабочих $R_{пр}$, чел.	Обозначение рабочих			Наименование поста	Трудоёмкость операций $H_{вр}$, чел.-мин	Расчетное количество рабочих. R_{r_i} , чел	Принятая численность рабочих $R_{пр}$, чел.	Обозначение рабочих	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Однако не всегда возможно полностью загрузить рабочих на всех технологических постах, поэтому рекомендуется дополнительно разработать график-регламент перемещения рабочих, в котором показывается фактическая их загрузка на всех операциях. Для полной загрузки (в перечне операций) следует предусматривать и вспомогательные работы. Если синхронизация постов при используемой непрерывно-поточной форме организации процессов невозможна, то следует внести коррективы в выбранный способ производства и перейти к проектированию прерывно-поточный или прерывно-проточных процессов. В табл. 1.14 приводится последовательность расчетов. Результаты расчетов оформляются в табличной форме. Графическое изображение синхронной загрузки рабочих представлено на рис. 1.56.

Таблица 1.14

Результат синхронизации рабочих постов

№ п/п	Наименование	$H_{вр_i}$, чел.-мин	R_i , чел	$R_{пр_i}$, чел	Обозначение рабочего на линии	H , %	R (ритм, м) %
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжительность работы вычисляется по формуле:

$$T_i^{\text{пост}} = \frac{\eta_i \cdot R}{100},$$

где η – коэффициент загрузки рабочих на определенном участке ритма R с неизменной производительностью смежных операций i и j , %.

Приведенные сведения позволяют описать организацию поточной линии на предприятиях строительных материалов.

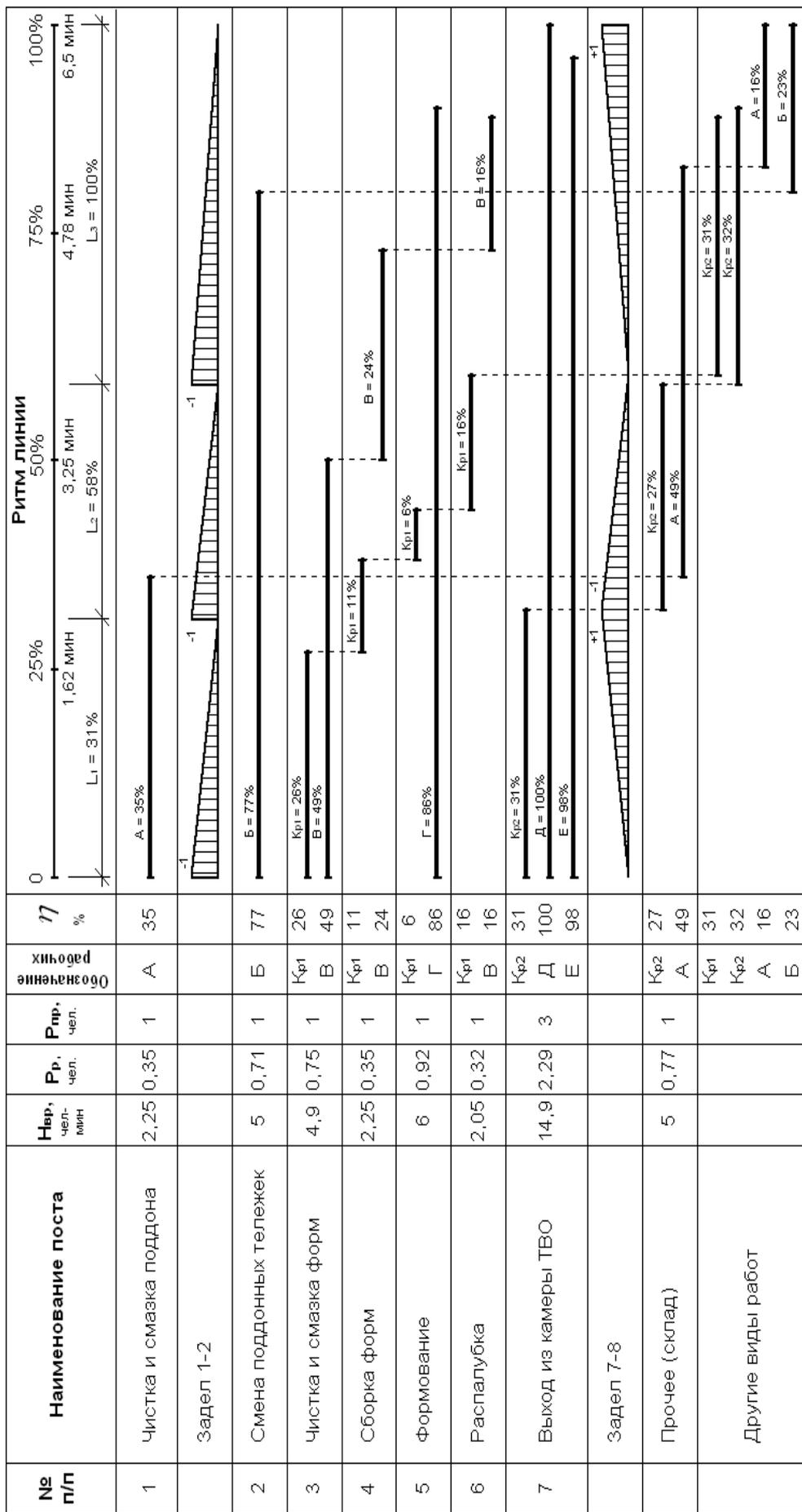


Рис. 1.56. Совмещенный график синхронизации, загрузки рабочих на постах прерывно-поточной линии и оборотных заделов при формовании изделий из железобетона

Рекомендуемая литература

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона [Текст]: ОНТП-7-85. Минстройматериалов СССР. – М., 1986.
2. Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона [Текст]/ Центральное бюро нормативов по труду при научно-исследовательском институте труда Госкомитета СССР по труду и социальным вопросам. – М., 1986.
3. Нормативы времени на производство ж/б изделий и конструкций на заводах сборного ж/б. – Выпуск I. Работы, выполняемые на агрегатно-поточной и конвейерных линиях [Текст]. – М., 1974.
4. Типовые нормы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. Стендовый способ производства. Часть 1. Нормативно-производственное издание [Текст]. – М.: Экономика, 1988.
5. Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций кассетным способом на заводах сборного железобетона. Нормативно-производственное издание [Текст]. – М.: Экономика, 1980.
6. Машины и оборудование для производства сборного железобетона и цемента [Текст]: каталог-справочник. – М.: ЦНИИТЭ-Строймаш, 1972.
7. Монфред, Ю.Б. Организация, планирование и управление предприятиями стройиндустрии [Текст]: учебник для вузов / Ю.Б. Монфред, Б.В. Прыкин. – М.: Стройиздат, 1989. – 508 с.
8. Шляхтина, Т.Ф. Технологические особенности изготовления железобетонных конструкций для жилищного и гражданского строительства [Текст]: учеб. пособие / Т.Ф. Шляхтина. – Братск: БрГУ, 2010. – 129 с.
9. Технология бетона строительных изделий и конструкций [Текст] / Ю.М. Баженов [и др.]. – М.: АСВ, 2006. – 356 с.
10. Никулин, А.П. Проектирование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций [Текст]: учеб. пособие / А.П. Никулин, Е.И. Шмитько. – СПб.: Проспект Науки, 2006. – 352 с.
11. Стройконсультант [Текст]: информационная система Госстроя России по нормативно-технической документации для строительства. – М.: Госстрой России, 2004.
12. Ли, В.А. Зарубежное оборудование для непрерывного формования железобетонных конструкций [Текст]: обзорная информация / В.А. Ли. – М.: ЦНИИ-ТЭстроймаш, 1978. – 55 с.

Приложение 1
Перечень и характеристика технологических операций по изготовлению изделий,
материалов и конструкций

Т а б л и ц а П П
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных опор ЛЭП методом
центрифугирования

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин																					
			Профессия	Разряд	Количество человек																							
I	2	3	4	5	7	8																						
распалубка	1. установка опалубки на пост 2. рассоединение опалубки 3. транспортирование на пост опалубки	Мостовой кран Мостовой кран Мостовой кран	Крановщик Формовщик, стропальщик Формовщик	III III, III III	1 2 1	10 20 2	10 10 2																					
								1. съём верхней полуопалубки 2. передача опалубки на конвейер 3. извлечение готовой стойки 4. передача стойки на конвейер отделки 5. транспортирование на пост №3		Инструмент Кантователь Кантователь Кантователь Мостовой кран	Формовщик Формовщик Формовщик Формовщик Формовщик	III III III III III	1 1 1 1 1	5 5 5 5 2	5 5 5 5 2													
									1. чистка полуформ 2. смазка полуформ 3. транспортирование опалубки на пост №5							Скребок Кисть Мостовой кран	Формовщик Формовщик Формовщик	III III III	1 1 1	10 10 2	10 10 2							
																						1. сборка армокаркаса с навивкой арматуры 2. контрольное натяжение 3. транспортирование на пост бетонирования	Мостовой кран Мостовой кран Натяг. уст-ка Мостовой кран	Крановщик, формовщик Формовщик Крановщик	IV, III III IV	2 1 1	60 12 2	30 12 2
Сборка	1. соединение опалубок 2. натяжение арматуры 3. передача опалубки на центрифугу	Инструмент Натяг. уст-ка Мостовой кран	Формовщик Формовщик Стропальщик, крановщик	III III III, IV	1 1 2	16 22 12	16 22 12																					
								Центрифугирование	1. центрифугирование на пост выдержки 2. транспортирование на пост оголовников	Мостовой кран Мостовой кран	Стропальщик, крановщик Стропальщик, крановщик	III, IV III, IV	1 2	16 12	16 6													
																Отделка	1. отделение оголовников 2. передача оголовников на конвейер распалубки 3. отделка стоек 4. транспортирование стойки на склад	Инструмент Самох. Тележка Инструмент Мостовой кран	Формовщик Формовщик Формовщик Формовщик, крановщик	III III III III, IV	1 1 1 2	13,6 13,6 13,6 6	13,6 13,6 13,6 3					

Перечень и характеристика технологических операций по производству наружных стеновых панелей трехслойных (агрегатно-поточный способ)

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Грузоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Ряды	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
Съём изделия и транспортировка на пост выдержки	1 съём изделия	Мостовой кран		III, IV	2	3,2	1,6
	2. транспортировка изделия на пост выдержки	Мостовой кран	Расформовщик, крановщик	III, IV	2	3,8	1,9
	3. установка изделий	Мостовой кран	Расформовщик, крановщик	III, IV	2	3,2	1,6
	1. транспортировка изделия на пост отделки и пост выдержки	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	3,8	1,9
	2. установка изделия на линию	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	3,2	1,6
	3. очистка поверхностей	Моечная машина	Мойщик	II	2	15	15
Отделка	4. затирка поверхностей	Конвейер отделки	Отделочник, бетонщик	III, III	2	30	15
	5. транспортировка с линии отделки на тележку	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, VI	2	3,8	1,9
	6. установка изделия на тележку	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	3,2	1,6
	1. съём цита	Мостовой кран	Расформовщик, крановщик	III, IV	2	3	1,5
	2. распалубка формы	Ручной инструмент	Расформовщик	III	1	4	4
	3. очистка форм	Ручной инструмент	Расформовщик	III	1	10	4,7
распалубка	4. смазка форм	Ручной инструмент	Расформовщик	III	1	4,7	4,7
	5. сборка форм	Ручной инструмент	Расформовщик, формовщик	III, IV	1	5,7	5,7
	6. укладка керам. плитки	Укладчик	Оператор	IV	1	8,4	8,4
	1. укладка арматуры	Мостовой кран	Крановщик, формовщик	III, IV	2	12	6
	2. установка фиксаторов	Ручной инструмент	Формовщик	III	1	5,2	5,2
	1. Заполнение бетоноукладчика бетоном	Бетоноукладчик	Машинист	II	1	12	12
армирование бетонирование формование	1. транспортировка изделия на виброплощадку	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	3,8	1,6
	2. установка формы на поддон	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	1,58	0,79
	3. укладка нижнего фактурного слоя	Бетоноукладчик	Формовщик	IV	1	3,2	3,2
	4. укладка 1 слоя бетона	Бетоноукладчик	Формовщик	III	1	4,1	4,1
	5. виброуплотнение	Виброплощадка	Формовщик	IV	1	2	2
	6. укладка теплозол. материала	Вручную	Формовщик	IV	1	4	4
	7. укладка 2 слоя бетона	Бетоноукладчик	Формовщик	IV	1	4,1	4,1
	8. виброуплотнение	Виброплощадка	Формовщик	IV	1	1	1
	9. укладка верхнего фактурного слоя	Мостовой кран	Формовщик	IV	1	3,2	3,2
	10. съём формы с виброплощадки	Мостовой кран	Расформовщик, крановщик	III, IV	2	1,58	0,79
	11. транспортировка формы на стелд	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	3,8	1,6

Таблица 3П
Перечень и характеристика технологических операций по производству сухих смесей

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
	1. склад извести	Силосы	Раздатчик	IV	5	60	12
	1. склад цемента	Силосы	Раздатчик	IV	5	60	12
	1. склад песка	Бункер	Раздатчик	IV	5	60	12
	1. склад КК	Бункер	Раздатчик	IV	3	36	12
	1. транспортирование песка к модулю сушки	Ленточный транспортёр	Оператор	IV	1	12	12
	1. сушка песка	Модуль сушки	Оператор	III	1	6	6
	2. фракционирование		Оператор	III	1	6	6
	1. транспортировка песка к бункеру	Ленточн. конвейер	Оператор	IV	1	8	8
	2. дозировка песка	Дозатор	Дозировщик	IV	1	1	1
	3. подача в смеситель		Оператор	IV	1	3	3
	1. транспортировка КК к месту дробления	Ленточный транспортёр	Оператор	IV	1	12	12
	1. дробление КК	Валковая дробилка	Оператор	III	1	12	12
	1. транспортировка КК к месту помола	Конвейер	Оператор	IV	1	12	12
	1. транспортировка извести к месту помола	Пневмотранспорт	Оператор	IV	1	12	12
	1. помол извести и КК	Шаровая мельница	Оператор	III	1	12	12
	1. транспортировка ИКВ к расходному бункеру	Пневмотранспорт	Оператор	IV	1	8	8
	2. дозировка ИКВ	Дозатор	Дозировщик	IV	1	1	1
	3. подача в смеситель	Пневмотранспорт	Оператор	IV	1	3	3
	1. транспортировка цемента к расходному бункеру	Цементопровод	Оператор	IV	1	8	8
	2. дозировка цемента	Дозатор	Дозировщик	IV	1	1	1
	3. подача в смеситель		Оператор	IV	1	3	3
	1. смешивание компонентов	Смеситель	Оператор	III	1	12	12
	1. транспортировка к упаковке	Пневмотранспорт	Оператор	IV	1	4	4
	1. упаковка	Модуль упаковки и выдача готов. смеси	Упаковщик	III	1	12	12

Таблица 4П1

Перечень и характеристика технологических операций по производству многослойных плит перекрытия агрегатно-поточным способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин	
			Профессия	Разряд	Количество человек			
I Пост разгрузки и расстроповки	2	3	4	5	6	7	8	
	1.разгрузка камеры	Мостовой кран	Формовщик, крановщик	III	2	1	2	
	2.растроповка	Мостовой кран	Крановщик	III	1	1,6	1,6	
	3.обрезка арматуры	Резак	Сварщик	III	2	5	10	
	4.проверка продукции	Вручную	Контролёр	IV	1	1	1	
	5.стропиловка и отделение изделия от поддона	Мостовой кран	Крановщик, формовщик	III	2	0,75	1,5	
	6.маркировка и транспортировка	Мостов. кран, кисть	Крановщик, формовщик	III	2	0,25	0,5	
	7.чистка поддона	Скребок	Формовщик	III	1	3,2	3,2	
Подготовка формы	8.перемещение поддона на пост №2	Роликов. конвейер	Оператор	III	1	0,15	0,15	
	1.смазка поддона	Удочка	Формовщик	III	1	1	1	
	2.нанесение подстилающего слоя	Ведро, валик	Формовщик	III	1	2	2	
	3.укладка сеток	Лом	Формовщик	III	2	1,85	3,7	
	4.нагрев и укладка напряг. арматуры	Установка эл.терм. натяжения	Формовщик	III	2	6	12	
	5.проверка натяжения стержней	Прибор	Контролёр	III	1	1	1	
	6.перемещение поддона на пост №3	Конвейер роликов.	Формовщик	III	1	0,15	0,15	
	Выставочный пост	1.строповка поддона	Самоходный портал	Крановщик,	III	1	0,4	0,4
		2.перемещение поддона на пост №4	Самоходный портал	Крановщик	III	1	0,5	0,5
	Формование	1.установка бортооснастки	Самоходный портал	Крановщик, формовщик	III	1	0,5	0,5
		2.укладка нижнего слоя бетона	Бетоноукладчик	Формовщик	III	1	2	2
		3.ввод пустообразователей	Формовочн. машина	Формовщик	III	1	1	1
4.укладка верхних сеток, пелель		Вручную	Формовщик	III	2	1	2	
5.укладка верхнего слоя бетона		Бетоноукладчик	Формовщик	III	1	0,7	0,7	
6.армирование		Вручную	Контролёр	III	1	1	1	
7.уплотнение		Виброплощадка	Формовщик	III	1	1	1	
8.установка виброцинта		Самоходный портал	Крановщик	III	1	0,3	0,3	
9.окопчат. проработка верхнего слоя		Щит	Формовщик	III	1	1	1	
10.извлечение вкладышей		Формовочн. машина	Формовщик	III	1	0,7	0,7	
11.снятие бортооснастки		Самоходный портал	Крановщик	III	1	0,8	0,8	
12.строповка и перемещение поддона		Мостовой кран	Формовщик, крановщик	III	2	1,5	3	

Т а б л и ц а 5П
Перечень и характеристика технологических операций по производству мостовых балок (стендовый способ)

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.распалубка стены	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	49,7	24,8
	2.съём вкладышей	Мостовой кран	Бетонщик	III	1	8,73	8,73
	3.съём изделий и транспортировка		Крановщик, формовщик	IV, III	2	2,99	1,47
2	1.очистка и смазка формы	Вручную	Бетонщик	III	1	22,1	22,1
3	1.подача армат. к месту армирования	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	10,5	5,25
	2.укладка арматуры	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	6,4	3,2
4	1.сборка формы	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	40	20
	2.установка вкладышей	Вручную	Бетонщик	III	1	9,63	9,63
	3.укладка слоя бетона	Бетоноукладчик	Бетонщик	III	1	38	38
	4.виброуплотнение	Виброплотадка	Оператор	IV	1	2	2
	5.заглаживание	Вручную	Бетонщик	III	1	5,35	5,35
	6.закрытие крышки	Мостовой кран	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	III, IV	2	7,4

Т а б л и ц а 6П
Перечень и характеристика технологических операций по изготовлению газобетонных блоков конвейерным способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин					
			Профессия	Разряд	Количество человек							
Подготовка формы	2 1. транспортировка формы на пост 2. очистка формы 3. смазка формы 4. сборка формы 5. установка формы на виброплощадку 6. уплотнение зазоров формы 7. транспортирование на пост формования	3	4	5	6	7	8					
								Крановщик	Ш, IV	2	2,185	1,0925
								Расформовщик	Ш	1	3,5	3,5
								Расформовщик	Ш	1	1,13	1,13
								Расформовщик	Ш	1	6,54	6,54
								Стропальщик, крановщик	Ш, IV	2	1,955	0,9775
								Расформовщик	Ш	1	5	5
Стропальщик, крановщик	Ш, IV	2	2,185	1,0925								
Формование	1. загрузка компонентов в виброгазобетонную мешалку и перемешивание 2. перемещение виброгазобетонной формы к формовочной площадке 3. заполнение формы ячеистой массы 4. возвращение виброгазобетонной формы к формовочной площадке 5. транспортирование формы с изделием на выдержку	3	4	5	6	7	8					
								Машинист, дозирщик	IV, III	2	18,74	9,37
								Машинист	IV	1	0,8	3,7
								Машинист, формовщик	IV, III	2	3,72	1,86
								Машинист	IV	1	0,8	0,8
Крановщик	IV	1	2,185	2,185								
Выдержка	1. выдержка 2. перемещение формы к резательной машине	3	4	5	6	7	8					
Резка	1. срезка "горбушки" 2. раскрепление зажимов и открывание бортов 3. транспортировка бортов 4. транспортирование решеток запаривания к резательной машине 5. резка блоков 6. установка блоков на вагонетки	3	4	5	6	7	8					
								Стропальщик, крановщик	Ш, IV	2	1,869	0,935
								Формовщик-оператор	Ш	1	4,6	4,6
								Расформовщик	Ш	2	5,58	2,79
								Стропальщик, крановщик	Ш, IV	2	2,185	1,093
								Стропальщик, крановщик	Ш, IV	2	1,8	0,9
Подготовка к ТВО	1. комплектование состава автоклавных вагонеток 2. открывание крышки автоклава 3. перемещение передаточного моста к автоклаву 4. загрузка вагонеток 5. перемещение моста от автоклава 6. закрытие крышки автоклава	3	4	5	6	7	8					
								Формовщик-оператор	Ш	1	2,69	2,69
								Стропальщик, крановщик	Ш, IV	2	2,185	1,093
								Пропарщик	Ш	1	1,49	1,49
								Пропарщик	Ш	1	6,81	6,81
								Моторист	Ш	1	1,96	1,96
Пропарщик, моторист	Ш, III	2	7,99	3,995								
Моторист	Ш	1	1,96	1,96								
Пропарщик	Ш	1	4,28	4,28								

Таблица 7Ш

Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных шпал

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин											
			Профессия	Разряд													
1 Пост-распа- лубка и сборки формы	2 1. установка формы на пост 2. распалубка 3. обрезка арматуры 4. закрепление формы на кантователь 5. кантование формы 6. возврат кантователя 7. очистка формы 8. смазка формы 9. установка и выемка вкладышей 10. транспортирование формы	3 Конвейер Мостовой кран Обрезной станок Подъёмный стол Подъёмный стол Подъёмный стол Машина для чистки Машина для смазки	4 Формовщик Крановщик, формовщик Формовщик Формовщик Формовщик Формовщик Формовщик Формовщик	5 Ш IV, Ш Ш Ш Ш Ш Ш Ш	6 1 2 1 1 1 1 1 1	7 8 0,36 4,6 6,6 4 1,3 3,5 6 2											
							Армирование	3. подлём, передвижение и опускание струнопакета 4. установка струнопакетов в форму 5. подлём, передвижение крана в исходное положение 6. укладка закладных частей 7. подготовка закладных частей 8. натяжение арматуры 9. перемещение формы на формование	4 Крановщик Крановщик Крановщик, формовщик Крановщик, формовщик Крановщик Формовщик Формовщик Формовщик Крановщик, формовщик	5 IV IV IV, Ш IV, Ш IV Ш Ш Ш IV, Ш	6 1 1 2 2 1 1 1 1 2	7 0,6 4,8 0,8 4,8 0,6 21,4 4 41 4					
													Формование	4 Бетоноукладчик Бетоноукладчик Бетоноукладчик Виброплошадка Щит Конвейер	5 IV IV Ш Ш Ш IV	6 1 1 1 1 1 1	7 2,24 0,7 6,7 3,7 1 0,36

Т а б л и ц а 8П
Перечень и характеристика технологических операций по производству перегородочных панелей (кассетным способом)

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин	
			Профессия	Разряд	Количество человек			
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1.отключение паропровода	СМЖ-3301Б	Пропарщик	II	1	0,64	0,64	
	2.раскрытие кассеты			II	1	0,35	0,35	
	3.открывание фиксирующего замка			III	1	0,4	0,4	
	4.отвод стенки кассеты			V	1	5,3	5,3	
	5.отделение изделия от стенки кассеты			III	1	12,4	12,4	
	6.выемка изделия из кассеты			IV	2	8,8	4,4	
	7.очистка закладных деталей			III	1	11,1	11,1	
	8.перемещение изделия на пост отделки			IV	2	24	12	
	9.установка изделия на посту отделки			IV	2	6	3	
	10.возвращение крана на пост формования			IV	1	10	10	
2	1.очистка отсеков	СМЖ-259	Расформовщик	III	1	1,2	1,2	
	2.смазка отсеков	Пистолет-распылитель	Расформовщик	III	1	1,8	1,8	
	3.смазка углов	Вручную	Расформовщик	III	1	21,2	21,2	
	4.транспортировка каркаса к кассете	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV	2	20	10	
	5.установка каркаса в секцию кассеты	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV	2	55,6	27,8	
	6.установка анкерных и монтажных петель		Расформовщик	IV	1	16	16	
	7.возвращение стенок кассеты	СМЖ-3301Б	Расформовщик	IV	1	5,3	5,3	
	8.закрывание фиксирующего замка	СМЖ-3301Б	Расформовщик	IV	1	0,35	0,35	
	3	1.подача бетон.смеси к кассете	СМЖ-306А	Формовщик	IV	1	4,24	4,24
		2.заполнение бетононадагчика	СМЖ-306А	Формовщик	IV	1	4,02	4,02
3.укладка бетон.смеси			Формовщик	IV	1	35,3	35,3	
4.уплотнение бетон.смеси			Формовщик	IV	1	2,3	2,3	
5.установка закладных деталей		Мостовой кран	Крановщик	IV	2	24,4	12,2	
6.перемещение бетононадагчика		СМЖ-306А	Формовщик	IV	1	2	2	
4	1.отделка открытой поверхности	СМЖ-3302	Формовщик	IV	1	41,9	41,9	
	2.укрытие кассеты брезентом		Формовщик	II	1	0,36	0,36	
	3.включение паропровода		Пропарщик	II	1	0,6	0,6	

Т а б л и ц а 11Ш1
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных полурам

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоемкость, ч/м	Длительность, мин	
			Профессия	Разряд			
I	2	3	4	5	6	7	8
Распалубка	1. раскрепление стенок кассеты	Механизм	Расформовщик	III	1	4,6	4,6
	2. передвижка стенок	Распал.машина	Оператор	V	1	6,12	6,12
	3. выемка изделий из кассеты	Мостовой кран	Формовщик, стропальщик	III, III	2	76,7	38,35
Сборка кассеты	1. очистка отсеков	Механизм	Формовщик	III	1	20,7	20,7
	2. смазка отсеков	Пистолет	Формовщик	III	1	7,92	7,92
	3. смазка углов кассеты	Механизм	Формовщик	III	1	19,6	19,6
	4. закрытие стенок	Механизм	Расформовщик	III	1	4,9	4,9
	5. установка каркаса в секцию кассеты	Мостовой кран	Формовщик	III, IV	2	57,4	28,7
	6. установка монтажных петель	Механизм	Формовщик	III	1	14,8	14,8
Формование	1. заполнение бетоноукладчика б.с.	Бетоноукладчик	Формовщик	III	1	23,68	23,68
	2. укладка бетона в отсеки	Бетоноукладчик	Оператор, формовщик	V, IV	2	52,32	26,16
	3. установка закладных деталей	Механизм	Формовщик	III	2	52,5	26,25
	4. закрытие кассеты	Механизм	Формовщик	III	1	16	16
Транспортные работы	1. установка изделий на самоходн. тележку	Мостовой кран	Крановщик	III	2	20	10
	2. вывоз изделий на склад	Самох. тележка	Водитель	III	1	11	11

Т а б л и ц а 12П
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных ферм

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. очистка формы 2. смазка формы 3. сборка формы 4. очистка вкладышей 5. установка вкладышей	Механизм Пульверизатор Мостовой кран Вручную Мостовой кран	Бетонщик Бетонщик Крановщик, стропальщик Бетонщик Крановщик, стропальщик	III III IV, V III IV, V	1 1 2 1 2	53,4 24 15,2 19 33,8	53,4 24 7,6 19 16,9
2	1. укладка арматуры 2. натяжение арматуры 3. установка монтажных петель 4. установка закладных деталей	Мостовой кран Механизм Вручную Фиксатор	Крановщик, стропальщик Бетонщик Бетонщик Бетонщик	V, IV V IV IV	2 1 1 2	96,5 66,4 1,4 149,8	48,2 66,4 1,4 74,9
3	1. укладка бетонной смеси 2. уплотнение бетонной смеси	Бетоноукладчик Вибраторы глубин	Формовщик Формовщик	V V	2 1	79,8 20	39,9 20
4	1. отделка поверхности	Вручную	Бетонщик	III	1	29,5	29,5
5	1. закрывание камеры 2. открывание камеры	Мостовой кран Мостовой кран	Крановщик, стропальщик Крановщик, стропальщик	V, IV V, IV	2 2	12,5 11,2	6,3 5,6
6	1. обрезка концов стержней 2. расформовка изделия 3. выемка вкладышей 4. выемка изделия 5. перемещение на склад	Механизм Вручную Мостовой кран Мостовой кран Мостовой кран	Расформовщик Расформовщик Крановщик, стропальщик Крановщик, стропальщик Крановщик	III IV IV, V IV, V IV	1 1 2 2 1	19,5 18,5 33,8 21 10	19,5 18,5 16,9 10,5 10

Т а б л и ц а 13П
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонного бортового камня

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоемкость, ч/м	Длительность, мин	
			Профессия	Разряд			
1	2	3	4	5	6	7	
1	1. строповка и выемка формы из камеры	Мостовой кран Мостовой кран Механизм Сварка Мостовой кран Траверса Конвейер	Строповщик Расформовщик Расформовщик Расформовщик Расформовщик Крановщик Оператор	IV III III III III III V	2 2 1 2 2 1 1	3 1 0,166 10 1,5 0,25 0,15	8 1,5 0,5 0,166 5 0,75 0,25 0,15
	2. перемещение и установка формы						
	3. расстроповка						
	4. обреза арматурных стержней						
	5. строповка и съём изделия с поддона						
	6. транспортирование изделия						
	7. перемещение формы на пост №2						
2	1. чистка формы	Пневмоскребок Улочка Механизм Конвейер	Расформовщик Расформовщик Расформовщик Оператор	III III III V	1 1 1 1	3,2 0,9 1,6 0,15	3,2 0,9 1,6 0,15
	2. смазка формы						
	3. сборка формы						
	4. перемещение формы на пост №3						
3	1. установка и привязка петель	Лом Механизм Конвейер	Формовщик Формовщик Оператор	III III V	2 2 1	11,5 4 0,5	5,75 2 0,5
	2. укладка напрягаемой арматуры						
	3. перемещение на пост №4						
4	1. укладка бетонной смеси	Бетоноукладчик Виброплощадка Пневмоскребок Мостовой кран, захват	Формовщик Формовщик Формовщик Расформовщик Строповщик	III III III III IV	1 1 1 1 2	1,8 0,1 4,8 3,2 3	1,8 0,1 4,8 3,2 1,5
	2. уплотнение бетонной смеси						
	3. затирка поверхности						
	4. очистка формы от бетона						
	5. транспортировка, строповка формы с из-делем к ямной камере и установка в её						

Т а б л и ц а 14П
Перечень и характеристика технологических операций по производству панелей перекрытий полуконвейерным способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд		
1	2	3	+	5	7	8
Выгрузка камеры	1. выгрузка камеры	Мостовой кран, автомат. захват	Крановщик, стропальщик	V, VI	5	2,5
Распалубка	1. установка формы на пост распалубки 2. открывание замков бортов 3. обрезка арматурных стержней 4. разболачивание конусов	Мостовой кран, автомат. захват Ручной инструмент Сварка Ручной инструмент	Крановщик, стропальщик Расформовщик Расформовщик Расформовщик	V, VI III III III	2 8 18 6	1 4 9 3
Армирование	1. съём изделий 2. чистка формы 3. смазка формы 4. установка конусов 5. установка нижней арматурной сетки 6. укладка арматурных стержней	Мостовой кран Пневмоскребок Улочка Вручную Вручную Уст-ка эл. нагрева	Крановщик, стропальщик Расформовщик Расформовщик Расформовщик Расформовщик Расформовщик	V, VI III III III III III	2 8 3 2 5 2 28	4 3 2 5 2 14
Бетонирование	1. укладка бетонной смеси 2. виброуплотнение	Бетоноукладчик Виброплощадка	Оператор Оператор	IV IV	10 2	10 2
Подготовка к загрузке	1. очистка формы от бетона 2. техконтроль 3. съём формы	Ручной инструмент Прибор Мостовой кран	Расформовщик Контролёр Крановщик, стропальщик	III V V, VI	5 2 2	5 2 1
Загрузка камеры	1. загрузка камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, VI	5	2,5

Таблица 15П1

Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных колонн
стендовым способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. снятие крышек и распалубка стенд-камеры	Мостовой кран Вручную Мостовой кран Вручную	Такелажник, опалубщик	IV, IV	2	26,7	13,35
	2. съём вкладышей		Бетонщик	III	1	5,1	5,1
	3. съём изделий и транспортировка		Бетонщик	IV	2	2,67	1,34
2	1. чистка и смазка форм	Вручную	Бетонщик	III	1	22,1	22,1
3	1. укладка арматуры	Мостовой кран	Бетонщик	IV	2	50	25
	2. укладка каркаса	Мостовой кран	Бетонщик	IV	2	6,4	3,2
4	1. сборка форм	Мостовой кран	Опалубщик	IV	2	40	20
	2. установка вкладышей	Вручную	Бетонщик	III	1	5,1	5,1
	3. укладка бетонной смеси и уплотнение глубинными вибраторами	Бетоноукладчик	Бетонщик	IV	1	38	38
	4. заглаживание открытых поверхностей	Вручную	Бетонщик	III	1	9,75	9,75
	5. закрытие крышек	Мостовой кран	Такелажник	IV	2	9	4,5

Т а б л и ц а 16П
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных труб со стальным сердечником

Стадиный процесс	Наименование операции	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Грудеёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. рулоны полосовой стали устанавливают на разматыватель краном 2. заправка конца полосы в подающие ролики и пропуск между вертик-ми роликами 3. подача в формовочный станок 4. сварка трубной заготовки 5. снятие грота и колировка труб 6. перемещение на следующий пост	Мостовой кран Сварной станок Мостовой кран Сварной станок Рольганги	Крановщик, сварщик Сварщик Крановщик Сварщик Формовщик Формовщик	III, III III III III III	2 1 1 1 1	6,2 2,8 1,45 2,7 4,1 0,85	3,1 2,8 1,45 2,7 4,1
2	1. отрезка полосы и её вальцовка 2. сварка встык концов полосы и снятие грота 3. заготовка профиля 4. растяжка элемента 5. установка и приварка концевых элементов к цилиндру 6. перемещение на следующий пост	Стенд для сборки и приварки концевых элементов	Сварщик Сварщик Сварщик Сварщик	III	1 1 1 1	2,3 1,7 2,5 2,8 3,5	2,3 1,7 2,5 2,8 3,5
3	1. закрепление цилиндра и заполнение водой 2. выдержка 3. сброс давления 4. подача сердечника на установку 1. установка цилиндра на позицию обра-ботки содовым раствором 2. передача на позицию обработки водой 3. перемещение на следующий пост	Рольганги Стенд для гидравлических испытаний Рольганги Установка для обезжиривания	Формовщик Машинист Машинист Машинист Формовщик Машинист	III IV IV IV III IV	1 1 1 1 1	2,2 7 2 3 3 6,7	2,2 7 2 3 3 6,7
4	1. установка бандожей и подача на пост центрифугирования	Рольганги Кондуктор, рольганги	Формовщик Формовщик	III III	1 1	15 15	15
5	1. распределение бетонной смеси внутри цилиндра и центрифугирование 2. снятие цилиндра с ремней установки 3. транспортировка в ямную камеру	Центрифуга, лужковые питатели Установка для питателей Мостовой кран	Формовщик Формовщик Крановщик	III III III	1 1 2	8 12,5 5	8 12,5 2,5

Таблица 17П1

Перечень и характеристика технологических операций по производству безнапорных труб методом радиального прессования

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
Распалубка	1.транспортировка на пост	Мостовой кран	Крановщик	V	1	0,2	0,2
	2.установка на поддон-тележку	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,4	0,2
	3.распалубка	Вручную	Оператор №1	V	1	0,85	0,85
	4.снятие формы с пост	Мостовой кран	Крановщик	V	2	0,4	0,2
	5.транспортировка на следующий пост	Мостовой кран	Крановщик	V	1	0,2	0,2
Смена поддона тележек	1.выход поддон-тележки из камеры	Рольганги	Оператор №2	V	1	1	1
	2.загрузка камеры	Рольганги	Оператор №1	V	1	1	1
	3.транспортировка поддн-тележки*	Рольганги	Оператор №1	V	1	1	1
	4.захват поддон-тележки с пути возврата	Манипулятор	Оператор №1	V	1	0,5	0,5
	5.перенос поддон-тележки на пост немедленной распалубки	Манипулятор	Оператор №1	V	1	1	1
	6.возврат манипулятора в исход. положение	Манипулятор	Оператор №1	V	1	0,5	0,5
Чистка и смазка формы	1.установка формы на стенд	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,8	0,4
	2.раскрытие полуформ	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,9	0,45
	3.чистка полуформ	Вручную	Рабочий	IV	1	0,8	0,8
	4.смазка полуформ	Пульверизатор	Рабочий	IV	1	0,7	0,7
	5.закрытие полуформ	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,9	0,45
	6.снятие формы с поста и транспортировка	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,8	0,4
Сборка	1.установка формы на поддон	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,8	0,4
	2.сборка	Вручную	Рабочий	IV	1	0,85	0,85
	3.снятие формы с поста и транспортировка	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,6	0,3
Чистка и смазка поддонов	1.транспортировка поддон-тележки за поддон	Пешком	Рабочий	IV	1	0,2	0,2
	2.перенос поддона на пост чистки и смазки	Пешком	Рабочий	IV	1	0,45	0,45
	3.чистка поддона	Вручную	Рабочий	IV	1	1,3	1,3
	4.смазка поддона	Пульверизатор	Рабочий	IV	1	0,3	0,3

Окончание табл. 17П1

1	2	3	4	5	6	7	8
Формование	1. установка формы на трубоформов. станок	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,4	0,2
	2. поворот карусели станка	Мостовой кран	Оператор	V	1	0,2	0,2
	3. снятие формы с изделием	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,4	0,2
	4. формование	Форм. машина	Оператор	V	1	4	4
	5. чистка станка	Вручную	Оператор	V	1	1	1
Кантование	1. транспортировка кантователя к поддону	Рольганги	Оператор №2	V	1	0,8	0,8
	2. захват и перевод труб в гориз. положение	Кантователь	Оператор №2	V	1	0,8	0,8
	3. транспортировка крана к кантователю*	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	1	0,5
	4. снятие труб с кантователя	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	0,8	0,4
	5. возврат кантователя в исход. полож-ие	Мостовой кран	Оператор №2	V	1	0,8	0,8
	6. транспортировка труб на склад*	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	1	0,5
	7. складирование	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	1,2	0,6
Захват поддон-тележки	1. захват поддон-тележки с пути камеры	Манипулятор	Оператор №2	V	1	0,5	0,5
	2. перенос поддон-тележки на путь возврата	Манипулятор	Оператор №2	V	1	1	1
	3. возврат манипулятора в исход. полож-ие	Манипулятор	Оператор №2	V	1	0,5	0,5
	4. транспортировка поддон-тележки по пути возврата	Привод пути	Оператор №2	V	1	6,5	6,5
Складирование	1. транспортировка к контейнеру	Мостовой кран	Крановщик	V	1	0,3	0,3
	2. подход самоходной тележки	-----	Транспортировщик	IV	1	1	1
	3. снятие трубы с контейнера	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	1,2	0,6
	4. транс-ка трубы к самоходной тележке	Мостовой кран	Крановщик	V	1	0,3	0,3
	5. установка трубы на самоходную тележку	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	V, IV	2	1,2	0,6
	6. отъезд самоходной тележки	-----	Транспортировщик	IV	1	1	1

Т а б л и ц а 18П
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных низконапорных труб

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд		
1	2	3	4	5	7	8
1	1.транспортировка формы из ТВО на пост распалубки 2.распалубка	Мостовой кран	Крановщик, рабочий	IV, II	10	5
2	1.чистка, смазка, сборка формы 2.транспортировка на пост армирование	Кантователь Кисть Мостовой кран	Рабочий Рабочий Крановщик, рабочий	IV IV, II	10 40 4	5 20 2
3	1.установка арматурного каркаса 2.транспортировка формы с каркасом на пост бандажей	Мостовой кран Мостовой кран	Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий	IV, II IV, II	6 4	3 2
4	1.установка на пост бандажей 2.установка бандажей 3.транспортировка и установка на пост центрифугирование	Мостовой кран Стенд, захват Мостовой кран	Крановщик, рабочий Рабочий Крановщик, рабочий	IV, II IV IV, II	6 60 12	3 30 6
5	1.пуск центрифуги 2.распредел. бетонной смеси 3.уплотнение бетонной смеси 4.остановка центрифуги 5.транспортировка и установка на пост снят-ия бандажей	Центрифуга Центрифуга, бетоноукладчик Центрифуга Центрифуга Мостовой кран	Рабочий Оператор Оператор Оператор Крановщик, рабочий	IV V V V IV, II	0,5 13 15 1,5 10	0,5 13 15 1,5 10
6	1.снятие бандажей 2.транспортировка на пост ТВО	Стенд, захват Мостовой кран	Рабочий Крановщик, рабочий	IV IV, II	60 10	30 5

Т а б л и ц а 19П
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных ригелей

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. выгрузка формы из камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	III, III	2	3,5	1,75
	2. перемещение на пост распалубки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	III, III	2	1,2	0,6
	3. установка на пост распалубки	Автом. захват	Крановщик, стропальщик	III, III	2	3	1,5
2	1. открытие бортов	СМЖ-513	Расформовщик	III	1	2	2
	2. спуск натяжения арматуры	Уст-ка 1222/2м	Расформовщик	III	1	5	5
	3. обреза арматуры	Керосинорез	Расформовщик	III	1	13	13
	4. строповка и съём изделия	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	III, III	2	2,4	1,2
	5. перемещение на выставочный пост	Мостовой кран	Крановщик	III	1	1	1
	6. перемещение на пост полготовки форм	Рольганг	Расформовщик	III	1	3	3
3	1. чистка формы	Пневмоскребок	Расформовщик	III	1	12,35	12,35
	2. смазка формы	Удочка	Расформовщик	III	1	6,4	6,4
	3. укладка каркаса и напрят. арматуры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	III, III	2	7	3,5
	4. перемещение на пост армирования	Рольганг	Формовщик	II	1	3	3
4	1. укладка напрят. стержней в захваты	Вручную	Формовщик	II	1	7	7
	2. напряжение до 50% от требуемого	Гидродомкрат	Формовщик	II	1	12	12
	3. перемещение на пост закрывание бортов	Рольганг	Формовщик	II	1	3	3
	4. укладка пегель, привязка к стержням	Вручную	Формовщик	II	1	4,7	4,7
	5. закрывание бортов	СМЖ-513	Расформовщик	III	1	2	2
	6. окончательное натяжение	Гидродомкрат	Формовщик	II	1	12	12
	7. перемещение на пост формирования	Рольганг	Формовщик	II	1	3	3
5	1. укладка бетонной смеси	Бетоноукладчик	Формовщик	II	1	8,64	8,64
	2. установка звукоизолирующего кожуха	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	III, III	2	1,4	0,7
	3. вибрирование	Виброплощадка	Формовщик	III, IV	2	4,9	2,45
	4. съём кожуха	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	III, III	2	1,4	0,7
	5. отделка поверхности	Вручную	Формовщик	III	1	2	2
	6. техконтроль, очистка формы от бетона	Инструмент	Формовщик	III	1	7	7
	7. строповка и перемещение в камеру ГВО	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	III, III	2	2,4	1,2

Т а б л и ц а 20П1

Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных ребристых плит 3х6 м агрегатно-поточным способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд		
1	2	3	4	5	7	8
Выгрузка камеры	1.открытие камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	6,3	3,15
	2.выгрузка камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	4,2	2,1
Распалубка	1.установка на пост распалубки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	2,1	1,05
	2.распалубка и установка на пост выдержки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	23,1	11,55
	3.чистка форм	Пневмоскребок	Бетонщик	III	6	6
	4.смазка форм	Распылитель	Бетонщик	III	1,8	1,8
Армирование	1.установка закладных деталей	Вручную	Арматурщик	IV	3,6	1,8
	2.установка опорных сеток	Вручную	Арматурщик	IV	2,4	1,2
	3.нагрев и укладка напрягаемых стержней	Эл.терм. машина	Арматурщик	IV	14,4	7,2
	4.установка полухомутов	Вручную	Арматурщик	IV	3,6	1,8
	5.установка малых сеток	Вручную	Арматурщик	IV	2,4	1,2
	6.установка торцевых каркасов	Вручную	Арматурщик	IV	3,6	1,8
	7.установка верхних сеток	Мостовой кран	Арматурщик, крановщик	IV, V	3,6	1,8
Формование	1.установка форм	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	2,6	1,3
	2.заполнение бетонной смесью бетоноукладч	Бетоноукладчик	Оператор	IV	4,2	4,2
	3.укладка бетонной смеси в форму	Бетоноукладчик	Оператор	IV	0,5	0,5
	4.уплотнение бетонной смеси	Виброплощадка	Оператор	IV	1,6	1,6
	5.обработка поверхности изделий	Бетоноукладчик	Оператор	IV	2,6	2,6
	6.снятие формы и транс-ка на пост выдержки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	2,6	1,3
	7.обварка шайб	Эл.сварка	Сварщик	V	11,5	11,5
Выдержка	2.мелкая доводка плит	Вручную	Бетонщик	III	3,6	3,6
	3.транспортировка форм с изделием к камере	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	2,6	1,3
	1.загрузка камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	4,2	2,1
Загрузка камеры	2.закрытие камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	V, IV	6,3	3,15

Таблица 21П1

Перечень и характеристика технологических операций по производству преднапряженных ребристых плит покрытия 1,5х6 м агрегатно-поточным способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Грудобъемность, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2.	3	4	5	6	7	8
1	1.открытие ямной камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	0,26	0,13
	2.выгрузка поддона с изделием из камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	1,7	0,85
	3.установка поддона на пост распалубки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	1,55	0,78
	4.обрезка напрягаемой арматуры	Сварочн. ап-ат	Сварщик	III	1	11,1	11,1
	5.распалубка изделия	Инструмент	Расформовщик	III	1	5,7	5,7
	6.транспортировка поддона на след. пост	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	3,8	1,9
2	1.чистка поддона	Пневмоскребок	Расформовщик	III	1	4,5	4,5
	2.смазка поддона	Распылитель	Расформовщик	III	1	1	1
	3.установка боргоснастки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	1	0,5
	4.транспортировка поддона на след. пост	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	4,2	2,1
3	1.транспортировка арматуры по пост арм-рования	Мостовой кран, самоход. тел-жка	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	5,5	2,75
	2.укладка нижней арматуры	Вручную	Расформовщик	III	1	3,2	3,2
	3.укладка фиксаторов	Вручную	Расформовщик	III	1	4	4
	4.эл.терм.нагрев стержней укладка	Эл.терм.установка	Расформовщик	III	1	15,9	15,9
	5.установка монтажных петель	Вручную	Расформовщик	III	1	1,03	1,03
	6.укладка верхней арматуры	Вручную	Расформовщик	III	1	5,6	5,6
	7.транспортировка на следующий пост	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	4,2	2,1
4	1.заполнение бетоноукл-ка бетон. смесью	Бетоноукладчик	Бетонщик	III	1	0,86	0,86
	2.укладка нижнего слоя	Бетоноукладчик	Бетонщик	III	1	3,8	3,8
	3.уплотнение и разглаживание	Виброплощадка	Бетонщик	III	2	10,1	5,05
	4.укладка верхнего слоя	Бетоноукладчик	Бетонщик	III	1	4,2	4,2
	5.уплотнение и разглаживание	Виброплощадка	Бетонщик	III	2	10,1	5,05
	6.установка пригрузочного шита и его съём	Установка	Расформовщик	III	1	1	1
	7.отделка	Затирочн. машина	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	8,4	4,2
5	1.транспортировка поддона на пост ТВО	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	2,2	1,1
	2.загрузка поддона в камеру	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	1,8	0,9
	3.закрытие крышки ямной камеры	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	0,28	0,14
	1.транспорт-ка изделия на пост доводки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	2,6	1,3
2.отделка изделия после пропаривания	Тёрка	Отделочник	IV	2	27,3	13,65	
3.маркировка	Кисть, штамп	Контролёр	IV	1	1,2	1,2	
4.транспортировка изделия на склад	Мостовой кран, самоход. тележка	Крановщик, стропальщик	IV, II	2	5,2	2,75	

Т а б л и ц а 22П1

Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных ребристых плит перекрытий 3х6 м
конвейерным способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин	
			Профессия	Разряд			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. перемещение формы вагонетки к посту расгалубки 2. рапалубка 3. обрезка продольных стержней 4. перемещение формы на пост чистки	Конвейер Мостовой кран Свароч. ап-рат Конвейер	Оператор Бетонщик Сварщик Оператор	III III IV III	1 2 1 1	2 4,8 5 2	2 2,4 5 2
2	1. чистка формы 2. смазка формы 3. перемещ-ие формы-вагонетки на пост сборки	Пневмоскребок Пульверизатор Конвейер	Бетонщик Бетонщик Оператор	III III III	1 1 1	4,6 3 2	4,6 3 2
3	1. сборка формы вагонетки 2. установка закладных деталей 3. транспортирование арматуры 4. перемещение формы-вагонетки на пост натяж.	Инструмент Вручную Самох. тележка Конвейер	Бетонщик Арматурщик Бетонщик Оп ератор	III II III III	2 1 1 1	9,2 3 2 2	4,6 3 2 2
4	1. эл. терм. натяжение и укладка арматуры 2. перемещение формы на пост армирования	Эл. терм. уст-ка Конвейер	Арматурщик Оператор	II III	2 1	15 2	7,5 2
5	1. установка каркаса 2. установка сеток 3. установка монтажных петель 4. перемещение к посту формирования	Мостовой кран Мостовой кран Вручную Конвейер	Арматурщик Арматурщик Арматурщик Оператор	III III III III	2 2 2 1	9 4 2 2	4,5 2 1 2
6	1. заполнение бетонной смеси бетоноукладчика 2. укладка и уплотнение бетонной смеси 3. перемещение формы на пост отделки и выдержки изделия	Бетоноукладчик Бетоноукладчик Конвейер	Формовщик Формовщик Оператор	IV IV III	1 1 1	3,6 8 2	3,6 8 2
7	1. отделка и выдержка изделия 2. перемещение формы к посту выдержки	Скребок Конвейер	Бетонщик Оператор	III III	1 1	8 2	8 2
8	1. выдержка изделия 2. перемещение формы к камере ТВО	Конвейер	Оператор	III	1	8 2	8 2

Т а б л и ц а 23П1

Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных лестничных маршей
 КОНВЕЙЕРНЫМ СПОСОБОМ

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. выгрузка формы из камеры	Мостовой кран	Крановщик	IV	1	2,5	2,5
	2. установка формы	Мостовой кран	Крановщик	IV	1	1	1
	3. открывание замков, бортов	Инструмент	Расформовщик	III	1	4	4
	4. съём вкладышей	Инструмент	Расформовщик	III	1	4	4
	5. перемещение на пост №2	Передаг. тележка	Оператор	V	1	2,5	2,5
2	1. кантование и съём изделия	Кантователь	Крановщик	IV	1	5,5	5,5
	2. чистка формы	Пневмоскребок	Расформовщик	III	1	3	3
	3. закрывание бортов, замков	Инструмент	Расформовщик	III	1	4	4
	4. перемещение на пост №3	Передаг. тележка	Оператор	V	1	2,5	2,5
3	1. обклейка формы по контуру	Вручную	Расформовщик	III	1	2	2
	2. смазка формы	Кисть	Расформовщик	III	1	3	3
	3. установка вкладышей	Вручную	Расформовщик	III	1	2,5	2,5
	4. установка щитов между изделиями	Инструмент	Расформовщик	III	1	5	5
	5. перемещение на пост №4	Привод	Оператор	V	1	2,5	2,5
4	1. установка арматуры	Мостовой кран	Крановщик, расформовщик	IV, III	2	8	4
	2. установка петель, мутких каркасов	Вручную	Расформовщик	III	1	4,5	4,5
	3. перемещение на пост №5	Привод	Оператор	V	1	2,5	2,5
5	1. укладка бетонной смеси	Бетоноукладчик	Формовщик	IV	1	10	10
	2. виброуплотнение	Виброплошадка	Формовщик	IV	1	2,5	2,5
	3. перемещение на пост №6	Привод	Оператор	V	1	2,5	2,5
6	1. разравнивание и затирание поверхностей	Затироч. машина	Расформовщик	III	1	4,5	4,5
	2. освобождение монтажных петель	Инструмент	Расформовщик	III	1	1,5	1,5
	3. очистка формы от бетона	Инструмент	Расформовщик	III	1	2,5	2,5
	4. техконтроль	Визуально	Контроль ОТК	III	1	2	2
	5. съём щитов	Инструмент	Расформовщик	III	1	2	2
	6. съём формы и установка в камеру	Мостовой кран	Крановщик	IV	1	2,5	2,5

Т а б л и ц а 24П1

Перечень и характеристика технологических операций по изготовлению наружных стеновых панелей из ячеистого бетона

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
Разгрузка	1.открытие крышки автоклава	Гидро. Привод	Пропарщик	III	2	4,3	2,15
	2.выгрузка издел. из автоклава толкателем	Передат. тел-ка	Моторист, пропарщик	IV, III	2	7,6	3,8
	3.перемещение вагонетки с изделием	Конвейер	Оператор	III	1	2	2
	4.закрывание крышки автоклава	Гидро. привод	Пропарщик	III	2	4,3	2,15
	5.строповка иотделение изделия от формы	Мостовой кран	Стропальщик, крановщик	II, IV	2	3	1,5
Подготовка формы	1.перемещение вагонетки с формой к посту по конвейеру	Конвейер	Оператор		1	2	2
	2.перемещение вагонетки с формой с помощью кран-балки	Кран-балка	Оператор		1	1,7	1,7
	3.чистка формы	Пневмоскребок	Расформовщик	III	3	10,6	3,53
	4.закрывание бортов, замков формы	Вручную	Расформовщик	III	3	7,7	2,56
	5.смазка зазоров телролатумом	Пульверизатор	Расформовщик	III	1	1,1	1,1
	6.смазка формы	Пульверизатор	Расформовщик	III	2	1,6	0,8
Пост армирования	1.перемещение вагонетки с формой по конвейеру	Конвейер	Оператор		1	2	2
	2.перемещ-ие кран-балки к посту и обратно	Конвейер	Оператор		1	1,7	1,7
	3.укладка арматуры, заклад.деталей и петель	Кран-балка	Формовщик	III	2	12	6
Пост формования	1.перемещение вагонетки с формой к кран-балке по конвейеру	Конвейер	Оператор	IV	1	2	2
	2.перемещение вагонетки с формой кран-балкой на пост формования	Кран-балка	Оператор	III	1	3,4	3,4
	3.перемещение виброгазобетономешалки	Виброгазобетономешалка	Оператор	IV	1	1,2	1,2
	4.заполнение формы ячеистой массой	Виброгазобетономешалка	Формовщик, машинист	III, IV	2	2,4	1,2
	5.виброуплотнение	Виброплощадка	Формовщик	III	1	2,8	2,8
	6.передвижение виброгазобетономешалки к месту загрузки	Виброгазобетономешалка	Машинист	IV	1	1,2	1,2
	7.очистка формы, заклад.деталей, петель	Скребок	Расформовщик	III	2	3	1,5

Окончание табл. 24П1

1	2	3	4	5	6	7	8
Перемещение на пост выдержки	1. перемещение вагонетки с формой на конвейер	Кран-балка	Оператор		1	1,7	1,7
	2. перемещение вагонетки с формой по конвейеру на передаточную тележку	Конвейер	Оператор		1	2	2
	3. перемещение вагонетки с формой в камеру предварительной выдержки	Передат. тел-ка	Моторист	IV	1	1	1
Предварительная выдержка	1. выдержка изделий в камере	Камера предварительной выдержки	Формовщик	III	1	150	150
	Резка	Передат. тел-ка	Моторист	IV	1	1	1
Изделия	1. перемещение вагонетки с формой с помощью передаточной тележки на конвейер	Конвейер	Оператор	III	1	2	2
	2. перемещение вагонетки с формой на пост	Вручную	Расформовщик		4	6,4	1,6
	3. раскрепление зажимов формы и открывание бортов	Шлиф. машина	Формовщик	III	1	1,7	1,7
	4. снятие горбушки	Конвейер	Оператор		1	2	2
	5. перемещение вагонетки с формой на пост поперечной резки изделия	Машина резки	Формовщик	III	1	1,7	1,7
	6. поперечная резка изделий	Вручную	Расформовщик	III	4	6,4	1,6
	7. закрывание бортов и закрепление зажимов	Конвейер	Оператор		1	2	2
Комплектация вагонетки	1. перемещение вагонетки с формой по конвейеру на передаточную тележку	Передат. тел-ка	Моторист	IV	1	1,5	1,5
	2. перемещение вагонетки с формой на конвейер	Конвейер	Оператор		1	2	2
	3. перемещение вагонетки до комплектации	Мостовой кран	Крановщик	IV	1	4	4
	3. перемещение мостового крана	Мостовой кран	Крановщик	IV	1	21	21
	4. комплектация вагонетки с помощью крана	Мостовой кран	Крановщик	IV	1	3	3
Перемещение автоклава	1. перемещение вагонетки с формой по конвейеру на передаточную тележку	Конвейер	Оператор		1	2	2
	2. открывание крышки автоклава	Гидро. привод	Пропарщик	III	2	4,3	2,15
	3. загрузка автоклава	Передат. тел-ка	Пропарщик	III	1	4	4
	4. закрывание крышки автоклава	Гидро. привод	Пропарщик	III	2	4,3	2,15
Автоклавная обработка	1. автоклавная обработка	Автоклав	Пропарщик	III	1	840	840

Т а б л и ц а 25П
Перечень и характеристика технологических операций по изготовлению сантехнических кабин стендовым способом

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
I	2	3	4	5	6	7	8
Распалубка	1. извлечение вибровкладышей и установка на место очистки 2. раскрытие наружных щитов 3. извлечение и транспортировка изделия	Мостовой кран Мостовой кран Мостовой кран	Бетонщик Крановщик, опалубщик Крановщик, бетонщик	III III, IV III, IV	1 2 2	5 20 10	5 10 5
Подготовка формы	1. очистка и смазка, установка 2. закрывание наружных щитов	Скребок, кисть, Мостовой кран	Бетонщик Крановщик	III IV	1 2	30 30	30 15
Армирование	1. подача арматуры к месту армирования 2. укладка каркаса 3. укладка закладных деталей и монт. петель	Мостовой кран Мостовой кран Мостовой кран	Крановщик, бетонщик Крановщик Крановщик, бетонщик	III, IV III III, IV	2 2 2	30 30 30	15 15 15
Формование	1. бетонирование 2. установка вибровкладышей	Бетоноукладчик Вручную	Бетонщик Бетонщик	III III	1 1	30 10	30 10

Т а б л и ц а 26П
Перечень и характеристика технологических операций по производству шлако-карбонатных блоков

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Грудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
Приготовление водочелочного р-ра	1. дозирование щелочи	Дозатор	Оператор	IV	1	5,76	5,76
	2. приготовление раствора	Бункер					
Приготовление шлакового вяжущего	3. дозирование раствора	Дозатор					
	1. подача шлака в сушильный барабан	Питатель Конвейер	Оператор	IV	1	5,76	5,76
	2. транспортировка шлака в сушильный барабан	Сушильный барабан Конвейер					
	3. сушка материала	Питатель Конвейер					
	4. транспортировка материала в промежуточный бункер	Барaban, мельница Пластинч. конвейер					
	5. дозирование шлака	Питатель					
	6. транспортировка шлака	Конвейер					
	7. помол материала (шлак+известняк)	Барaban, мельница					
	8. транспортировка материала в бункер	Пластинч. конвейер					
9. дозирование вяжущего	Питатель						
Приготовление зернистого наполнителя (дробление известняка)	1. дозирование известняка	Питатель	Оператор	IV	1	5,76	5,76
	2. транспортировка известняка в барабан	Конвейер					
	3. сушка известняка	Сушильный барабан Конвейер					
	4. транспортировка известняка в грохот	Конвейер					
	5. грохочение известняка	Грохот					
	6. транспортировка остатка на помол	Пластинч. конвейер					
	7. дозирование остатка	Дозатор					
	8. транспортировка известняка в бункер	Конвейер					
	9. дозирование известняка	Дозатор					
Приготовление дизельного шлака	1. подача дизельного шлака в дробилку	Конвейер	Оператор	IV	1	5,76	5,76
	2. дробление шлака	Молотков. дробилка					
	3. грохочение шлака	Грохот					
	4. транспортировка шлака в бункер	Конвейер					
	5. транспортировка отхода в бункер-накоп.	Пластинч. конвейер					
	6. дозирование шлака в смеситель	Питатель					
	7. дозирование отхода в мельницу	Питатель					

Окончание табл. 26П1

1	2	3	4	5	6	7	8
Приготовление смеси	1. перемешивание компонентов в смесителе 2. транспортировка смеси к прессу	Смеситель Конвейер	Оператор	IV	1	5,76	5,76
Формование изделий	1. прессование блоков в пресс-формах 2. укладка изделий на вагонетки 3. транспортировка вагонеток к камере	Пресс Автомат-укладчик Цепной привод	Оператор	IV	1	5,76	5,76
ТВО	1. загрузка вагонеток в камеры 2. ТВО 3. выгрузка вагонеток из камеры 4. транспортировка вагонеток	Цепной привод Пропарочная камера Цепной привод Цепной привод	Оператор	IV	1	5,76	5,76

Т а б л и ц а 27П1
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных труб методом центрифугирования

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. транспортировка формы с изделием на пост распалубки 2. установка формы на пост распалубки 3. снятие замков раскрытие формы 4. выемка изделия из формы и транспортировка на испытание	Мостовой кран Мостовой кран Гайковерт, мостовой кран Мостовой кран	Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий	IV, II IV, II IV, II IV, II	2 2 2 2	10,26 5,3 37,4 6,25	5,13 2,65 18,7 3,125
2	1. чистка и смазка формы 2. транспортировка на пост армирования	Щетка, кисть Мостовой кран	Рабочий Крановщик, рабочий	II IV, II	1 2	32,1 6,1	32,1 3,05
3	1. установка формы 2. укладка арматурного каркаса 3. сборка формы 4. транспортировка на пост формования	Мостовой кран Мостовой кран Гайковерт, мостовой кран Мостовой кран	Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий Крановщик, рабочий	IV, II IV, II IV, II IV, II IV, II	2 2 2 2	5,3 2,48 38,33 6,1	2,65 1,24 19,165 3,05
4	1. установка формы на центрифугу 2. включение центрифуги 3. заполнение и распределение бет. смеси 4. уплотнение бетонной смеси 5. остановка центрифуги 6. транспортировка на пост ТВО	Мостовой кран Центрифуга Центрифуга Центрифуга Центрифуга Мостовой кран	Крановщик, рабочий Оператор Оператор Оператор Оператор Крановщик, рабочий	IV, II V V V V IV, II	2 1 1 1 1 2	5,33 0,1 17 15 0,1 6,08	2,665 0,1 17 15 0,1 3,04
5	Закрывать крышки и подавать пар	Камера	Рабочий	II	1	0,5	0,5

Т а б л и ц а 28П
Перечень и характеристика технологических операций по изготовлению плит перекрытий из керамзитобетона

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. приём формы из камеры 2. перемещение передаточной тележки 3. установка формы на пост №1	Конвейер Передат.тележка Подъёмник	Оператор	5	1	3,3 4 3	3,3 4 3
2	1.открытие замков 2.разбачивание конусов 3.открытие бортов 4.перемещение формы на пост №2	Устр-во для открывания, закрывания бортов Вагонетка	Расформовщик	III	1	4 6 2 3	4 6 2 3
3	1. кантование и съём изделия 2.чистка и смазка формы 3.установка конусов 4.установка арматурных каркасов 5.перемещение формы на пост №3	Кантователь Скребок, кисть Мостовой кран Мостовой кран Вагонетка	Крановщик, расформовщик	III, III	2	6 5 5 6 3	3 2,5 2,5 3 3
4	1.закрывание бортов 2.закрывание замков 3.установка каналообразователей 4.установка и крепление монтажных петель 5.перемещение формы на пост №4	Уст-во для закрывания бортов Вручную Вручную Вагонетка	Формовщик	II	2	2 4 6 4 3	1 2 3 2 3
5	1.укладка пластифицирующего слоя 2.укладка бетонной смеси 3.перемещение формы на пост №5	Растворосмеситель Бетоноукладчик Вагонетка	Формовщик	IV	1	2 10 3	2 10 3
6	1.виброуплотнение 2.перемещение формы на пост №6	Виброплощадка Вагонетка	Оператор		1	2 3	2 3
7	1.укладка раствора 2.разравнивание брусом бетоноукладчика 3.перемещение формы на пост №7	Бетоноукладчик Бетоноукладчик Вагонетка	Формовщик	IV	1	4 8 3	4 8 3
8	1.выдержка 2.перемещение формы на пост №8	Вагонетка	Формовщик	III	1	12 3	12 3
9	1.заглаживание поверхности 2.перемещение формы на пост №9	Отделочн. Машина Вагонетка	Формовщик	III	1	12 3	12 3
10	1.высвобождение монтажных петель 2.очистка формы от бетона 3.тех. контроль 4.перемещение формы на пост №10	Вручную Лопата Визуально Вагонетка	Формовщик	II	1	2 3 3 3	2 3 3 3
11	1.установка формы на передаточн. тележку 2.перемещение передаточ.тележки и обратно 3.заталкивание формы в камеру	Конвейер Передат.тележка Передаточный мост	Оператор		1	3 4 3,3	3 4 3,3
12	1.тепловая обработка в щелевой камере	Щелевая камера					600

Т а б л и ц а 29П
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных подкрановых балок

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин	
			Профессия	Разряд			
1	2	3	4	5	7	8	
1	1.очистка 2.смазка 3.сборка формы	Механизм Пульверизатор Мостовой кран	Бетонщик	III	1	80	80
			Бетонщик	III	1	63,6	63,6
			Опалубщик, крановщик	V	2	20,1	10,05
2	1.укладка стержней в форму 2.вытяжка и закрепление их в упорах 3.установка гидродомкрата 4.установка штырей 5.укладка и закрпкление закладных петель 6.укладка и закрепление монтажных петель	Мостовой кран Домкрат Мостовой кран Вручную Вручную Фиксатор	Бетонщик, крановщик	IV	2	107,3	53,65
			Бетонщик	IV	1	77,3	77,3
			Бетонщик, крановщик	IV	2	52,6	26,3
			Бетонщик	III	1	16	16
			Бетонщик	IV	1	31	31
			Бетонщик	IV	1	21,7	21,7
3	1.заполнение бетоноукладчика 2.укладка бетонной смеси 3.уплотнение бетонной смеси	Механизм Бетоноукладчик Вибратор	Формовщик	III	1	4,9	4,9
			Бетонщик	V	2	43,82	21,91
			Бетонщик	V	1	15,7	15,7
4	1.отделка поверхности 2.закрывание стенда 3.открывание стенда 4.извлечение штырей	Вручную Вручную Вручную Станок	Бетонщик	III	1	2,84	2,84
			Бетонщик	III	1	65,2	65,2
			Формовщик	III	1	2,76	2,76
			Бетонщик	III	1	19,2	19,2
5	1.распалубка 2.подъём и транспортирование	Мостовой кран Мостовой кран	Опалубщик, крановщик	V	2	20,8	10,4
			Опалубщик, крановщик	III	2	12	6
6	1.доводка изделия 2.транспортирование на склад	Вручную Мостовой кран	Отделочник	V	1	67,8	67,8
			Опалубщик, крановщик	III	2	12	6

Т а б л и ц а 30П
Перечень и характеристика технологических операций по производству силосных панелей перекрытий

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей		Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин		
			Профессия	Разряд				
1 Распалубка	2 1.подача и установка формы на пост №1 2.открытие бортов, замков 3.обрезка арматурных стержней 4.разворачивание конусов	3 Мостовой кран Ручной инструмент Ручной резак Вручную	4	5	6	7	8	
				Крановщик	IV	1	2	2
				Распалубщик	III	1	4	4
				Резчик	IV	1	8	8
				Распалубщик	III	1	3	3
Чистка, смазка	№2 1.перемещение формы на пост №2 2.съём изделия 3.чистка формы 4.смазка формы 5.установка конусов	Вагонетка Мостовой кран Скребок, щётки Распылитель Вручную	Оператор	IV	1	2	2	
			Крановщик, стропальщик	III, III	2	8	4	
			Распалубщик	III	2	8	4	
			Распалубщик	III	2	4	2	
			Формовщик	III	2	10	5	
Армирование	№3 1.перемещение формы на пост №3 2.укладка нижней арматурной сетки 3.укладка арматурных стержней 4.закрывание бортов, замков 5.установка петель, закладных деталей 6.установка каналообразователей	Вагонетка Мостовой кран Эл. термич. уст-ка Инструмент Инструмент Инструмент	Оператор	IV	1	2	2	
			Крановщик, арматурщик	IV, III	2	6	3	
			Арматурщик	III	1	12	12	
			Формовщик	III	1	3	3	
			Арматурщик	III	1	6	6	
			Формовщик	III	1	6	6	
Формование	№4 1.перемещение формы на пост №4 2.укладка бетонной смеси 3.уплотнение бетонной смеси 4.заглаживание поверхности 5.перемещение формы в камеру	Вагонетка Бетоноукладчик Виброплощадка Щит Мостовой кран	Оператор	IV	1	2	2	
			Формовщик	III	1	14	14	
			Формовщик	III	1	4,5	4,5	
			Формовщик	III	1	3	3	
			Крановщик, стропальщик	IV, III	2	6	3	

Т а б л и ц а 31Ш
Перечень и характеристика технологических операций по производству железобетонных балок перекрытия

Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Трудоёмкость, ч/м	Длительность, мин
			Профессия	Разряд	Количество человек		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.распалубка стенда	Мостовой кран Лом Мостовой кран	Крановщик, стропальщик Формовщик Крановщик, стропальщик	IV, III	2	49,7	24,85
	2.съём вкладышей			III	1	8,73	8,73
	3.съём изделий и их транспортировка			IV, III	2	2,95	1,475
2	1.чистка и смазка	Скребок, распылитель	Формовщик	III	2	22,1	11,05
3	1.подача арматуры к месту армирования	Тележка	Арматурщик	IV	1	10,5	10,5
	2.армирование	Мостовой кран	Крановщик, арматурщик	IV, IV	2	64	32
	3.укладка каркаса	Мостовой кран	Крановщик, арматурщик	IV, IV	2	6,4	3,2
4	1.сборка форм	Лом	Формовщик	III, III	2	40	20
	2.установка вкладышей	Вручную	Формовщик	III	1	9,53	9,53
5	1.укладка бетонной смеси	Бетоноукладчик	Формовщик	III	1	38	38
	2.заглаживание поверхности	Лопата	Формовщик	III	1	5,35	5,35
	3.закрывание крышки	Мостовой кран	Крановщик, стропальщик	IV, III	2	3,75	1,875

Таблица 32П1

Перечень и характеристика технологических операций по изготовлению стенового СКВ-1-0 полуконвейерным способом производства «Bessey»

N п/п	Стадийный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты	Состав исполнителей			Для 4 изделий (поддон)		Для 24 изделий (стеллаж)	
				Профессия	Разряд	Число работающих	Трудоёмкость, чел.-мин.	Длительность, мин.	Трудоёмкость, чел.-мин.	Длительность, мин.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Пост дозирования и перемешивания материалов	1. Дозирование сырьевых мат-ов 2. Перемешивание материалов	Дозатор Смеситель	оператор оператор оператор		1 1 1	0,28 0,28 1,17	0,28 0,28 1,17	1,68 1,68 7,02	1,68 1,68 7,02
2	Пост формирования	1. Транспортир. бет. смеси и заполнение бункера вибропресса 2. Заполнение бетоном матрицы 3. Уплотнение смеси на вибропрессе	Транспортер «Рифей-Универсал» «Рифей-Универсал»	оператор оператор оператор		1 1 1	0,67 0,28 0,5	0,67 0,28 0,5	4,02 1,68 3	4,02 1,68 3

Продолжение табл. 32П1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Пост укладки изделий на накопитель и контроль качества изделий	1. Выпрессовка изделий из матрицы на поддон 2. Перемещение поддона на накопит. 3. Контроль качества изделий 4. Перестановка стеллажа с изд-ми с накопит. на площадку 5. Подача пустого стеллажа с площадки на накопитель 6. Стропование стеллажа с изделиями	«Рифей-Универсал»	оператор		1	0,12	0,12	0,72	0,72
			«Рифей-Универсал»	оператор		1	0,81	0,81	4,88	4,88
			Визуальный осмотр	контролер		1	0,25	0,25	1,5	1,5
			Электротельфер	крановщик		1	0,09	0,09	0,55	0,55
			Электротельфер	крановщик		1	0,09	0,09	0,55	0,55
			Электротельфер	крановщик		1	0,09	0,09	0,55	0,55
4	Пост ТВО	1. Открывание камеры ТВО 2. Разгрузка камеры и транспортёр-е подонов на пост распалубки 3. Закрывание камеры ТВО 4. Транспортировка поддонов в камеру	Электротельфер Электротельфер Электротельфер Электротельфер	крановщик, стропальщик крановщик, стропальщик крановщик, стропальщик крановщик, стропальщик		2 2 2 2	0,34 1 1,16 0,4	0,17 0,5 0,58 0,2	2,04 6 6,98 2,4	1,02 3 3,48 1,2
5	Пост распалубки и маркировки	1. Разгрузка камней с технологических поддонов и их штабелирование на поддоны для транспортировки	Пневмосхват	крановщик, расформовщик		2	1,66	0,83	9,96	4,98

Окончание табл. 32П

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		2.Контроль качества изделий и маркировка 3.Транспортировка на пост складирования	Кисть Электрокара	контролер водитель		1 1	0,28 0,34	0,28 0,34	1,68 2,04	1,68 2,04
6	Пост чистки и смазки поддонов	1.Транспортировка поддонов на пост чистки и смазки 2.Чистка и смазка поддонов 3.Транспортир-ние поддонов на пост формирования	Электротельфер Пульвезатор, скребок Электротельфер	крановщик, расформовщик крановщик крановщик, расформовщик		2 1 2	0,34 1 0,56	0,17 1 0,28	2,04 6 3,36	1,02 6 1,68

Т а б л и ц а 33П
Перечень и характеристика технологических операций по производству стеновых камней «Рифей»

Стадийные процессы	№ п/п	Наименование операций	Оборудование, инструменты, приспособления	Состав исполнителей			Трудоёмкость, чел.-мин	Длительность, мин
				профессия	разряд	число работающих		
Заготовка поддонов	1	Чистка поддонов	Вручную	расформовщик	III	1	1,9	1,9
	2	Смазка поддонов	Пульверизатор	расформовщик	III	1	0,5	0,5
	3	Заполнение бункера вибропресса	Лента питателя	машинист	III	1	0,34	0,34
Формование	4	Заполнение бетоном пуансонматрицы	«Рифей-универсал»	оператор	V	1	0,6	0,6
	5	Уплотнение вибропресующим способом	«Рифей-универсал»	оператор	V	1	0,6	0,6
	6	Выпрессовка изделий из пуансонматрицы на поддон	«Рифей-универсал»	оператор	V	1	0,6	0,6
Подача на ТВО	7	Транспортировка поддона в камеру	Кран	Бетонщик + крановщик	III	2	1,9	0,95
	8	Закрывание камеры ТВО	Кран	Бетонщик + крановщик	III	2	1,9	0,95
Распалубка	9	Открытие камеры ТВО	Кран	Бетонщик + крановщик	III	2	1,9	0,95
	10	Транспортировка на пост распалубки	Кран	Бетонщик + крановщик	III	2	1,9	0,95
	11	Съем изделий на транспортировочные деревянные поддоны	Вручную	Расформовщик+ крановщик	II	2	5,9	2,95
	12	Транспортировка на склад	Кран + тележка	Расформовщик+ крановщик	II	2	4,2	2,1

Т а б л и ц а 34П
Перечень и характеристика технологических операций по изготовлению панелей наружных стен

Элементный процесс	Наименование операций	Оборудование, инструменты, приспособления	Состав исполнителей				Трудоёмкость, чел.-мин	Длительность, мин
			профессия	разряд	число работающих			
0	Прием формы из камеры.	Толкатель	Оператор	IV	1	3,3 4,0	3,3 4	
	Подъем формы на верхний ярус	Подъемник	Оператор	IV	1			
1	Установка формы на 1-ый пост линии	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0	
	Съем проеомобразователей	Кран мостовой	Расформовщик Крановщик	IV IV	2	12,8	6,4	
	Открывание замков бортов	Устройство СМЖ-453	Расформовщик	IV	1	4,4	4,4	
2	Передвижение с поста на пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0	
	Кантование	Кантователь СМЖ-453	Расформовщик	IV	2	3,0	1,5	
	Съем изделия	Кран мостовой	Расформовщик Крановщик	IV IV	2	7,0	3,5	
	Чистка формы и проеомобразователя	Пневмоскребок	Расформовщик	IV	1	5,5	5,5	
	Установка проеомобразователей	Кран мостовой	Расформовщик Крановщик	IV IV	2	12,8	6,4	
3	Передвижение формы с поста на пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0	
	Закрывание замков бортов	Устройство СМЖ-453	Расформовщик	IV	1	4,4	4,4	
	Смазка формы и проеомобразователей	Пульверизатор	Расформовщик	IV	1	1,7	1,7	
	Укладка керамической плитки	Вручную	Формовщик	IV	2	24	12	

Продолжение табл. 34П1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Передвижение с поста на пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0
	Укладка раствора	Бетоноукладчик	Формовщик	IV	1	5,6	5,6
	Разравнивание фактурного слоя	Вручную	Формовщик	IV	1	7,4	7,4
5	Укладка арматуры и закладных деталей	Кран мостовой	Крановщик	IV	2	16	8
	Передвижение с поста на пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0
	Укладка 1-го слоя бетона	Бетоноукладчик	Формовщик	IV	1	15,0	15,0
6	Виброуплотнение и выравнивание	Виброплощадка ручную	Формовщик Формовщик	IV	2	10,2	5,1
	Передвижение с поста на пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0
	Укладка пенополистирола	Вручную	Формовщик	IV	2	18,0	9,0
7	Установка арматурных сеток	Кран мостовой	Крановщик Формовщик	IV	2	8,2	4,1
	Укладка 2-го слоя бетона	Бетоноукладчик	Формовщик	IV	1	7,9	7,9
	Передвижение с поста на пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0
8	Разравнивание и уплотнение бетона	Виброплощадка СМЖ-200Б Вручную	Формовщик Формовщик	IV	2	10,2	5,1
	Укладка раствора	Бетоноукладчик	Формовщик	IV	1	4,2	4,2
	Разравнивание и уплотнение раствора	Вручную	Формовщик	IV	1	5,2	5,2
8	Передвижение с поста на пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0
	Затирка и отделка поверхности	Затирочная машина	Формовщик	IV	1	8,8	8,8

Окончание табл. 34П1

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Очистка формы	Вручную	Формовщик	IV	2	6,0	3,0
	Техноконтроль	Визуально	Контролер ОТК	IV	1	3,0	3,0
0,	Передвижение формы на передаточный пост	Привод конвейерной линии	Оператор	IV	1	3,0	3,0
	Опускание формы на нижний ярус	Снижатель СМЖ-438	Оператор	IV	1	4,0	4,0
	Заталкивание форм в камеру	Толкатель	Оператор	IV	1	3,3	3,3

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ

2.1. Технология и организация выполнения основных видов работ

2.1.1. Возведение подземной части здания

Производственный процесс возведения подземной части здания включает в себя комплекс строительных процессов по устройству оснований, фундаментов и возведению других конструкций, прокладке инженерных коммуникаций на прилегающей территории и в подвале здания. Доминирующая роль принадлежит конструкциям, расположенным ниже нулевой отметки здания.

Технологический цикл возведения подземной части здания на естественных грунтах, как правило, один. Однако он разбивается на два или более подциклов – в зависимости от гидрогеологических особенностей грунтов и сложности архитектурно-планировочных и конструктивных решений здания. В результате влияния указанных факторов определяют дополнительные ведущие строительные процессы. Они могут предусматривать водопонижение, устройство пригрузки фильтрующих откосов и дна котлована, возведение шпунтовых ограждений, устройство буронабивных свайных фундаментов и др. Многие из этих процессов могут быть ведущими и образовывать соответствующие подциклы. В самостоятельные подциклы выделяются работы по укреплению грунтов.

Первый подцикл предусматривает устройство оснований и фундаментов. Причиной выделения работ по устройству оснований и фундаментов зданий в самостоятельный цикл является та важнейшая роль, которую играют эти части зданий в обеспечении надежности работы несущих конструкций и здания в целом. Почти каждое второе обрушение (аварийное состояние) конструкций, частей и зданий в целом происходит по причине дефектов оснований и фундаментов. Поэтому полное завершение всего комплекса работ по устройству оснований и фундаментов является определенным гарантом их сохранности при выполнении последующих работ.

Устройство оснований на естественных грунтах представляет собой сложный технологический процесс. Он объединяет строительные процессы по черновой отрывке котлована и траншей, добору грунта до проектных отметок, устранению переборов грунта, устройству укрытий от промерзания грунта в зимних условиях. Особое внимание следует обратить на обеспечение сохранности природного сложения грунтов и их физического со-

стояния при разработке грунтов, исключая их размыв, размягчение, разрыхление, разуплотнение и вынос.

Устройство оснований должно предусматривать два этапа – черновую разработку и добор грунта до проектных отметок. Для соблюдения перечисленных требований работы второго этапа производятся вручную и непосредственно перед устройством фундаментов.

В случае применения свайных фундаментов производятся строительные процессы по их устройству, а также возведению ростверков или монолитных плит. Одновременно производится устройство кольцевого дренажа вдоль фундаментов наружных стен здания. При этом земляные работы по отрывке траншей осуществляются от низких к более высоким отметкам, а прокладка труб и фильтрующих материалов – в направлении от водоразделов в сторону насосной станции, с тем чтобы исключить сброс неосветленных вод.

Во втором подцикле выполняются работы по возведению несущих и ограждающих конструкций, расположенных на фундаментах до нулевой отметки здания. К ним относятся внутренние и наружные стены, колонны, перекрытия и др. Иногда указанные конструкции размещаются в несколько этажей (ярусов), что характерно для заглубленных зданий и сооружений. Ведущим строительным процессом этого подцикла является устройство несущих конструкций, которое необходимо осуществлять после окончания работ по устройству фундаментов. Наряду с перечисленными процессами выполняются работы по возведению конструкций лестниц, шахт лифтов, прямиков для ввода и выпуска инженерных коммуникаций, входов, воздухозаборных каналов и др.

Наряду с перечисленными ведущими и основными процессами в непрерывную технологическую цепь объединяются работы по сварке арматуры, закладных и накладных деталей, их антикоррозионная защита, бетонирование и замоноличивание стыков, прокладка токопроводов молниезащиты и др.

Ведущий процесс по возведению конструкций подземной части здания подразделяется на две составляющие – возведение стеновых конструкций (вертикальные конструкции) и перекрытия. Это связано с необходимостью рационально решить задачу выполнения трудоемких работ по устройству обратной засыпки и подготовок под полы.

После возведения стеновых конструкций (каркаса) выполняются работы по устройству подготовок под полы, а затем перекрытий.

Устройство перекрытия над стеновыми конструкциями создает горизонтальный диск жесткости здания, который совместно с вертикальными несущими конструкциями обеспечивает пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость возведенной части здания. Далее произ-

водится вертикальная гидроизоляция стен, устройство пристенного дренажа, а затем обратная засыпка пазух котлована.

В подземный цикл строительства входят следующие работы:

- разработка котлованов и траншей с зачисткой дна;
- устройство фундаментов, в том числе под оборудование;
- устройство вводов коммуникаций и подпольных каналов;
- устройство горизонтальной и вертикальной гидроизоляции;
- монтаж перекрытий над подвалом и замоноличивание стыков;
- обратная засыпка пазух и планировка под полы;
- бетонная подготовка под полы и отмостки.

Отделочные работы в подвальном этаже выполняются в период наземного цикла на участках (захватках), над которыми в данной смене не производится монтаж.

Возведение фундаментов и подвальной части зданий из сборных конструкций осуществляется с применением рельсовых кранов (нулевиков) или самоходных стреловых кранов (рис. 2.1).

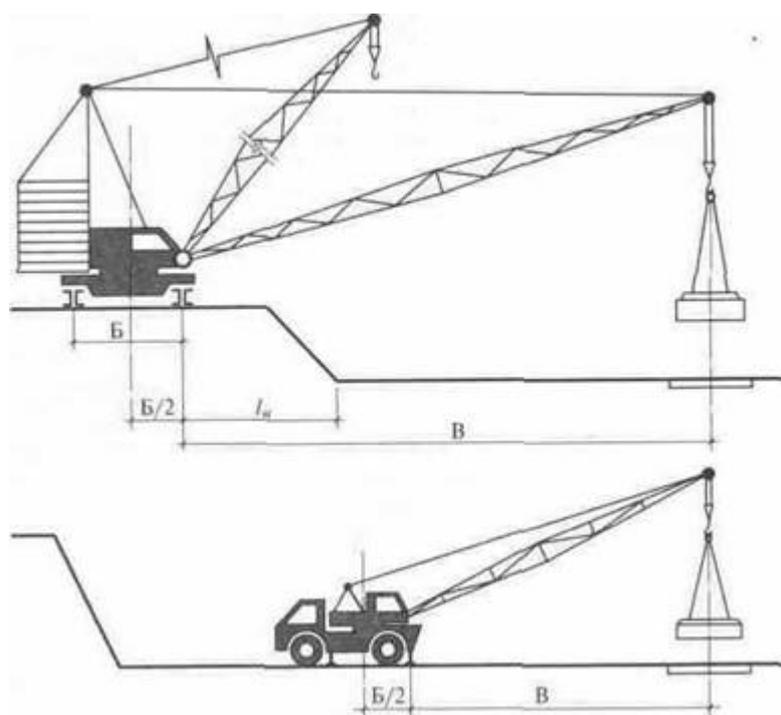


Рис. 2.1. Варианты применения рельсового и автомобильного кранов при возведении подземной части зданий:

Б – база крана; l_B – расстояния от опор до нижней бровки котлована;
В – расстояние от опоры до места монтажа

Условия размещения механизмов зависят от расположения и размеров подземной части здания, грунтовых условий, принятых способов производства работ и технических характеристик кранов. Монтаж подвальной

части зданий с ленточными фундаментами включает в себя следующие работы:

- монтаж фундаментных блоков (рис. 2.2). Блоки стен подвала выравнивают по внутренней поверхности. При песчаных грунтах песчаную подсыпку не делают. Отверстия под санитарно-технические трубопроводы выполняют при устройстве стен подвалов;
- устройство подпольных каналов (под полами подвала);
- монтаж фундаментов под лифтовые лебедки, насосы и т.п., а также лестниц в подвалы;
- укладка плит перекрытий.

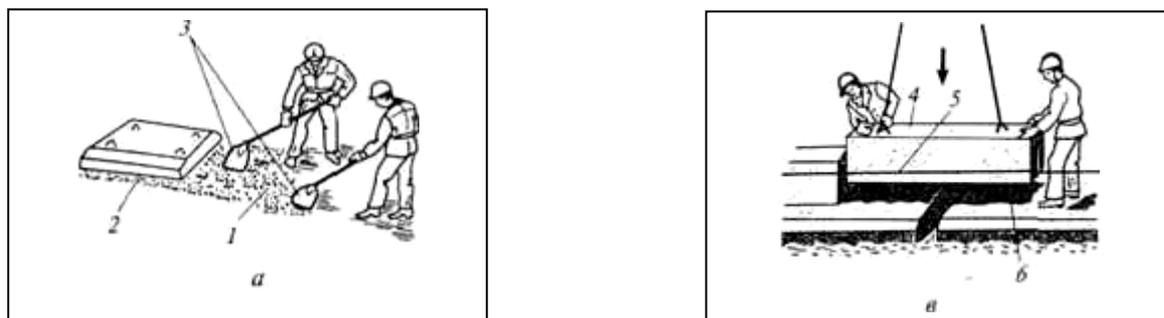


Рис. 2.2. Установка сборных элементов фундаментов:

- а – подготовка песчаного основания; в – установка стеновых блоков;
г – выверка в плане стенового блока:
1 – песчаное основание; 2 – установленный элемент; 3 – лопата; 4 – стеновой блок; 5 – осевая проволока; 6 – растворная постель

Устройство фундаментной плиты значительно сокращает трудоемкость СМР и работ по монтажу технологического оборудования. Обычно используют силовую плиту (с армированием), выполняемую методами монолитного бетонирования. Стоимость такой плиты превышает стоимость обычных сборных фундаментов.

В каркасных зданиях чаще всего устраивают столбчатые фундаменты. При массе до 10 т их рекомендуется выполнять в сборном варианте, свыше 10 т – в монолитном.

При шаге колонн до 6 м обычно разрабатывают траншеи, поэтому оставленная для обратной засыпки земля (рис. 2.3) затрудняет предварительную раскладку фундаментов и, таким образом, стимулирует организацию монтажа фундаментов «с колес». При шаге колонн более 6 м монтажный процесс может быть организован «с колес» и с предварительной раскладкой сборных железобетонных фундаментов. Фундамент устанавливают сразу на место (без предварительной выверки), используя стропы крана.

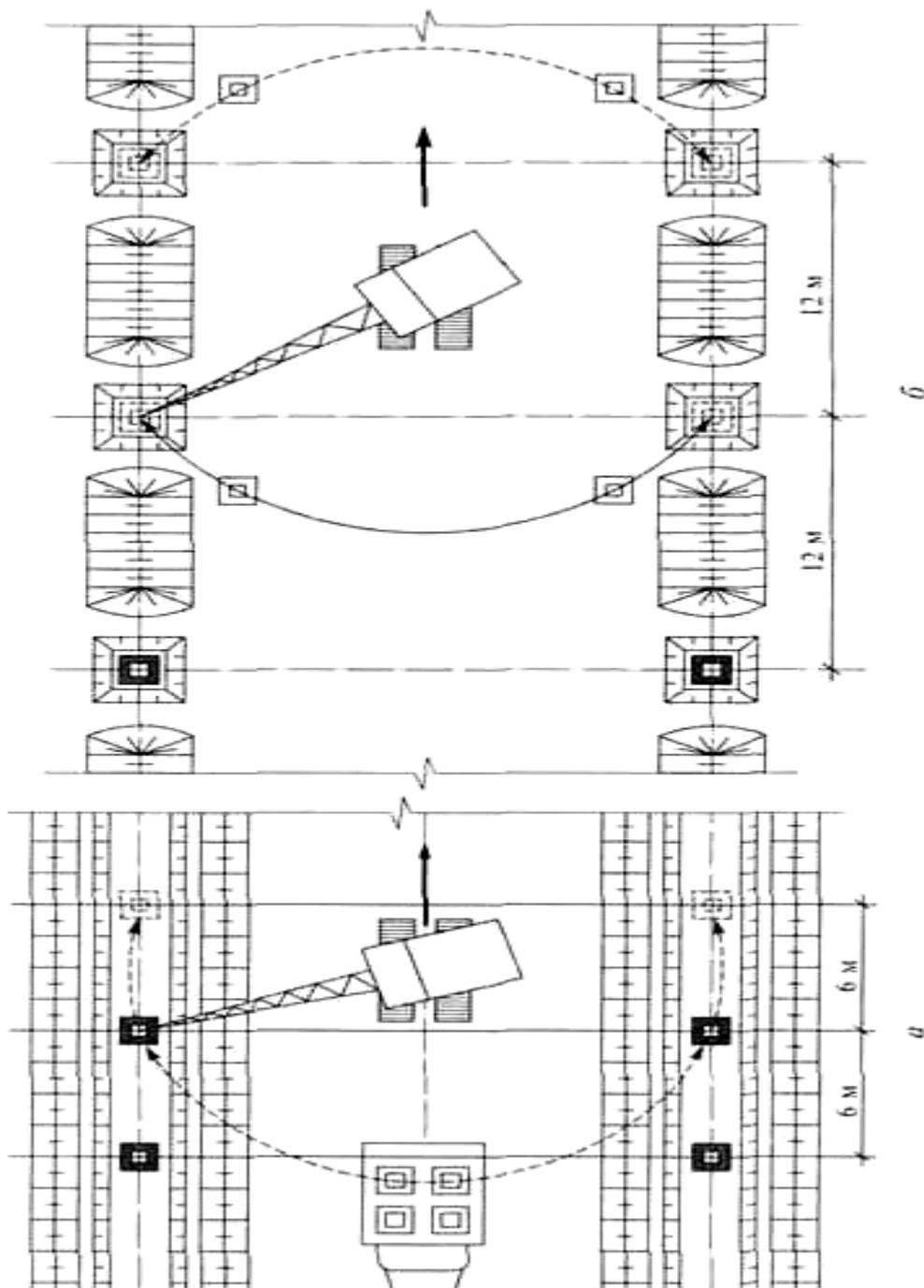


Рис. 2.3. Монтаж столбчатых фундаментов:
 а – с транспортных средств; б – с предварительной раскладкой элементов

2.1.2. Возведение надземной части

Виды частных строительных потоков при возведении надземной части крупнопанельного жилого дома:

1. Монтаж конструкций, электросварка стыков, подъем материалов и оборудования на этаж для последующих работ, выполняемых перед перекрытиями.

2. Замоноличивание стыков, расшивка швов на фасаде, затирка полос под трубы и мест установки радиаторов.

3. Заполнение проемов в перегородках, устройство шкафов, навеска дверей, установка наличников, остекление переплетов.

4. Установка решеток лестниц, балконов и парапетных решеток.

5. Монтаж систем отопления, водопровода, канализации, газоснабжения. Испытания систем, установка ванн.

6. Монтаж стояков освещения и слаботочных систем, скрытой проводки с установкой щитов и испытанием систем.

Устройство крыши:

– укладка теплоизоляционной подготовки под кровлю;

– устройство рулонной кровли.

Отделочные работы и монтаж оборудования:

– затирка швов и борозд на поверхности стен и перекрытий, разделка углов и отделка откосов, облицовочные работы, гидроизоляция в санузлах, настилка плиточных полов;

– подготовка под полы;

– установка сантехприборов и испытание сетей;

– шпаклевка столярных изделий, остекление переплетов и дверей, подготовка стен и потолков под окончательную окраску;

– настилка паркетных, дощатых и линолеумовых полов, настилка плиточных полов на лестничных площадках;

– установка квартирных щитков, штепсельных розеток, выключателей, осветительной арматуры;

– окраска клеевой и масляной краской, острожка и шлифовка паркетных полов, оклейка стен обоями.

При возведении надземной части здания с целью обеспечения рациональной последовательности работ без простоя рабочих здание в плане делят на несколько захваток. Обычно принимают две захватки. Только в многосекционных зданиях устраивают три-четыре и более захваток.

Схемы движения бригад по зданию при выполнении работ второго и четвертого потоков могут быть различными.

При горизонтально-восходящей схеме бригады движутся по захваткам сначала первого этажа (яруса), затем второго, третьего и т. д. Такая схема обычно используется при работах по возведению основных конструкций в надземной части здания.

Вертикально-восходящая схема часто применяется при монтаже сантехнических систем и при производстве электромонтажных работ.

Горизонтально- и вертикально-нисходящие схемы характерны для отделочных работ при возведении зданий высотой до пяти этажей. При строительстве жилых зданий высотой более пяти этажей отделочные работы ведутся поэтажно снизу вверх.

Схема организации работ при возведении надземной части зданий тесно связана с ее конструктивным решением. В кирпичных зданиях ручные процессы по кирпичной кладке стен увязываются с монтажными работами по устройству перекрытий и лестниц.

Кроме того, кладочные работы должны увязываться и с устройством подмостей. Работы по кладке стен и перестановке подмостей могут чередоваться на захватках или выполняться в разные смены на одной захватке.

В последнем случае в первую смену ведется кладка и монтаж сборных элементов, а во вторую – перестановка подмостей и подача кирпича на два-три часа работы каменщиков.

Если в первую смену одновременно с кладкой выполняется большой объем разгрузочных работ, то монтажные работы планируют на вторую смену. Нередко работы организуются в три смены, тогда в первую ведут кладку, во вторую – монтажные работы, а в третью – перестановку подмостей и заготовку материала.

При возведении кирпичных зданий не удастся предусмотреть четкую технологическую взаимозависимость между работой крана и работой каменщиков-монтажников. Кран здесь является обслуживающим механизмом.

Возведение надземной части полносборных зданий с небольшим количеством секций начинается после полного окончания работ нулевого цикла и приемки их специальной комиссией.

Рядом со зданием до начала работ по возведению его надземной части должно быть закончено устройство подкрановых путей для башенных кранов, а в случае применения стреловых кранов – завершена подготовка полосы для их движения. Ведущий процесс при строительстве этих зданий – монтаж сборных конструкций.

Надземная часть здания из крупных блоков разбивается на две захватки: на одной ведется монтаж стеновых блоков, плит междуэтажных перекрытий, а на другой – заделка швов между смонтированными элементами.

Крупнопанельные здания при их монтаже разбиваются на две и более захватки, с тем чтобы на каждой из них можно было чередовать работы разных потоков.

Монтаж крупнопанельных зданий можно производить как с приобъектного склада, так и непосредственно с транспортных средств. При первом способе поступающие на склад сборные элементы укладывают вблизи захватки по видам и маркам с учетом очередности монтажа. Это дает возможность бесперебойно вести монтажные работы на захватке этажа.

В случае квартальной застройки городов при возведении полносборных зданий более прогрессивным является монтаж непосредственно с транспортных средств, когда детали и конструкции доставляют на строительную площадку по часовому графику в строгой технологической после-

довательности и сразу же монтажным краном устанавливают в проектное положение. Почасовые монтажно-транспортные графики составляются на каждый день и на каждую смену монтажа. Формы графиков бывают разные – табличные, в виде линейных и круговых циклограмм.

Монтаж каждого следующего этажа начинают только после окончания всех монтажных работ на предыдущем этаже, включая сварку, антикоррозийную защиту металлических элементов стыков и их замоноличивание. По окончании монтажных работ на этаже проверяют монтажный горизонт и составляют акт приемки работ.

При монтаже каркасно-панельных зданий стеновые панели устанавливают после окончания монтажа каркаса и плит перекрытия каждого этажа, а если колонны высотой на два этажа – то после установки каждого яруса колонн и укладки плит перекрытий на двух этажах.

В целях лучшего использования монтажных кранов работы при возведении зданий организуют в три смены. В первую смену планируют монтаж стен и перегородок, во вторую – подачу строительных деталей и материалов для внутренних работ, а в третью – монтаж перекрытий.

Трехсменная работа монтажных кранов особенно целесообразна при строительстве жилых зданий башенного типа. В этом случае фронт работ невелик, поэтому выполнение их приходится организовывать по однозахватной системе. Момент окончания работы основных монтажных кранов и их демонтаж четко отражается на календарном плане производства работ.

Устройство внутренних санитарно-технических систем в надземной части здания предусматривают в две-три стадии. Работы первой стадии (прокладку труб, навеску радиаторов) могут быть произведены в период монтажа основных строительных конструкций здания. До их начала необходимо:

- выполнить работы по устройству междуэтажных перекрытий, стен и перегородок с отверстиями в них для пропуска труб;
- закончить устройство подпольных каналов;
- установить оконные коробки, а в жилых и общественных зданиях – и подоконные доски; нанести отметки чистых полов на стены всех помещений; остеклить окна и двери;
- обеспечить временное освещение и возможность включения электроинструмента.

Крепежные детали для трубопроводов, отопительных и других приборов устанавливают параллельно с устройством стен.

Штукатурка или облицовка стен плиткой в местах расположения нагревательных приборов и трубопроводов должна быть выполнена до установки и прокладки последних при предварительной заделке в стены кронштейнов.

Санитарно-технические работы начинают при наличии двух смонтированных перекрытий и при условии, что над местом их производства не будут вестись монтажные работы.

Если в проекте предусмотрены такие сборные конструкции систем, как блоки санитарно-технических кабин, блоки санитарных узлов, панельное отопление и т.п., то они монтируются одновременно со сборными конструкциями здания. При такой системе монтажа, с одной стороны, исключается порча санитарно-технических приборов в период производства отделочных работ, а с другой – устраняется возможность повреждения окрашенных панелей стен.

Ванны, раковины, кронштейны под умывальники (при предварительной заделке пробок) устанавливаются во вторую очередь после огрунтовки стен или облицовки их плитками и по окончании устройства чистых полов. Умывальники, унитазы и смывные бачки ставятся в третью очередь после побелки потолков и первой окраски стен.

Продолжительность санитарно-технических работ второй стадии целесообразно принимать равной продолжительности малярных работ.

Электромонтажные работы выполняются в две стадии. На первой стадии осуществляется установка закладных частей и устройство трасс скрытых электропроводок. Эти работы ведутся одновременно с основными строительными работами. После окончания отделочных работ устанавливаются осветительные приборы и электроарматура.

Шахты лифтов целесообразно монтировать одновременно с основными конструкциями надземной части здания.

До начала отделки в целях сохранения ее качества необходимо закончить целый ряд работ. К ним относятся:

- разделка и герметизация швов между блоками или панелями на фасаде здания;
- заделка мест сопряжений оконных и дверных блоков с элементами ограждений, установка подоконников внутри помещений;
- устройство подготовки под чистые попы;
- прокладка всех коммуникаций и сетей и заделка каналов;
- устройство гидроизоляции перекрытий и стяжек под полы с установкой тафт под унитазы после окончания гидравлических испытаний трубопроводов;
- опрессовка санитарно-технических систем и проверка систем вентиляции;
- устройство гидроизоляции перекрытий и стяжек под полы с установкой тафт под унитазы после окончания гидравлических испытаний трубопроводов;
- опрессовка санитарно-технических систем и проверка систем вентиляции;
- устройство гидроизоляции и полов на балконах.

До начала отделочных работ при строительстве зданий высотой до пяти этажей в зимнее время должно быть введено в действие центральное отопление. В многоэтажных зданиях отопление желательно пускать отдельными частями, по четыре-пять этажей, что обеспечивает возможность начала отделочных работ до полного окончания монтажа здания. Положительная температура (не ниже +10) должна поддерживаться в течение 2 суток до начала работ и 12 суток после их окончания (за исключением обойных работ, после завершения которых положительная температура должна быть постоянной).

В потоке отделочных работ за ведущие принимают малярные работы, так как они более трудоемки и осуществляются в несколько этапов.

Подъем материалов для отделочных работ при строительстве малоэтажных зданий должен производиться подъемниками или легкими кранами, монтируемыми в оконных проемах. При строительстве многоэтажных зданий высотой более 5 этажей с наружной стороны здания предусматриваются грузопассажирские лифты. Следует отметить, что использование монтажных кранов экономически невыгодно при отделочных работах и устройстве кровли.

2.1.3. Устройство кровли

Крыша представляет собой несущую конструкцию, которая принимает все внешние нагрузки (вес кровли и собственных элементов), передает нагрузку от обрешетки с лежащим на ней кровельным материалом их на стены дома и внутренние опоры. Помимо несущих и эстетических функций крыша является и своеобразной ограждающей конструкцией, отделяя чердачное помещение от внешней среды. Основными несущими элементами крыши являются: мауэрлат, стропила и обрешетка. Кроме того, в конструкции крыши присутствуют дополнительные крепёжные элементы (ригели, стойки, подкосы, распорки и т.д.). Монтаж стропильной системы зависит от конструктива кровли. Рассмотрим некоторые конфигурации стропильной системы.

Стропильная (несущая) конструкция крыши состоит из следующих элементов:

1. Стропила висячие или (и) наслонные.
2. Мауэрлат.
3. Прогоны коньковые и боковые.
4. Подкосы, раскосы и диагональные связи, служащие для придания жесткости стропильной ферме. Связанные между собой детали крыши образуют стропильную ферму, в основу которой заложен один или несколько треугольников, как самая жесткая геометрическая фигура.

Несущая часть крыши – это система стропил (стропильные ноги). Стропила служат основой несущей части конструкции крыши. Стропила

монтируются под углом, соответствующим углу наклона ската кровли. Через прокладку из мауэрлата (продольный брус), смонтированного на стене для равномерного распределения нагрузки, стропильные ноги нижними концами опираются на наружные стены. Верхние концы стропильных ног опираются на подконьковый брус или промежуточные прогоны, передающие через систему стоек нагрузку на внутренние несущие стены. Стропила располагаются через каждые 0,6–1,5 м (интервал зависит от сечения стропил, материала кровли и других условий). Они призваны выдерживать не только вес кровли, но и давление снега и ветра. Стропила можно подразделить на наслонные и висячие.

Монтаж кровли (кровельные работы) включает в себя обширный перечень работ, в который входит устройство:

- 1) каркаса крыши (её стропильной системы);
- 2) **кровельного пирога**, который состоит из:
 - теплоизоляции;
 - гидроизоляции;
 - пароизоляции;
- 3) обрешетки и контробрешетки;
- 4) других кровельных аксессуаров.

Технология кровельных работ определяется выбором кровельного покрытия и конфигурацией кровли.

1. Устройство рулонных и мастичных кровель

Работы по устройству покрытия, включающего несущие конструкции, пароизоляцию, теплоизоляционный слой, выравнивающую стяжку, водоизоляционный слой из рулонных материалов, организуют таким образом, чтобы была поточность, минимальная опасность увлажнения материалов теплоизоляции, не повреждались ранее выполненные слои и обеспечивалась безопасность работ. Весь фронт работ делится на захватки с учетом рекомендаций ППР. Площадь каждой захватки составляет 200–1000 м².

Комплексный процесс по устройству кровельного покрытия расчленяют на простые процессы: подготовку основания; огрунтовку; устройство пароизоляции, теплоизоляционного слоя, выравнивающей стяжки; наклеивание рулонного материала; устройство защитного слоя; оформление примыканий и других деталей кровли; заготовительные процессы; транспортирование материалов; контроль качества работ.

При поточно-звеньевом (расчлененно-звеньевом) способе бригада кровельщиков делится на четыре звена. Первое выполняет очистку основания, огрунтовку и пароизоляцию. Второе укладывает материал в слой теплоизоляции и выполняет выравнивающую стяжку. Третье наклеивает рулонный материал в кровельное покрытие, оформляет примыкание водоизоляционного ковра к стенам, парапетам, фонарям и т.д. Четвертое готовит мастику, транспортирует материалы на покрытие.

Организация работы звеньев при выполнении закрепленных за ними процессов и операций приведена на рис. 2.4 и 2.5.

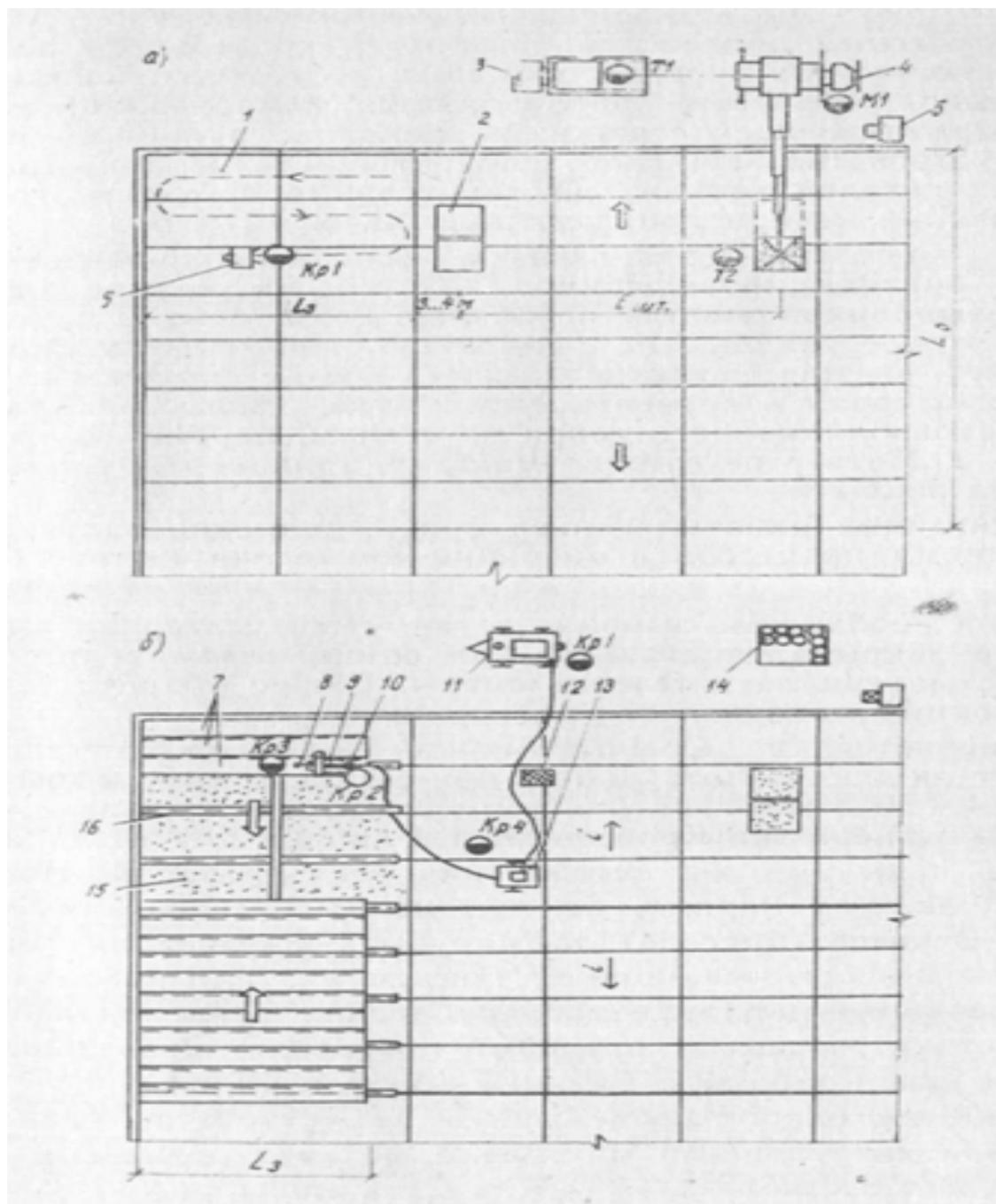


Рис. 2.4. Организация работ по подготовке основания и подаче материалов на покрытие (а); по устройству пароизоляции (б):

- 1 – плиты покрытия; 2 – штабель плит утеплителя; 3 – транспортное средство;
- 4 – кран; 5 – подъемник; 6 – промышленный пылесос; 7 – полотнище рулонного материала;
- 8 – раскатчик рулона; 9 – полосы мастики; 10 – удочка;
- 11 – установка для подогрева и транспортирования мастики; 12 – контейнер с рулонами;
- 13 – установка для подачи и нанесения мастики; 14 – склад;
- 15 – огрунтованное основание; 16 – полоса рулонного материала

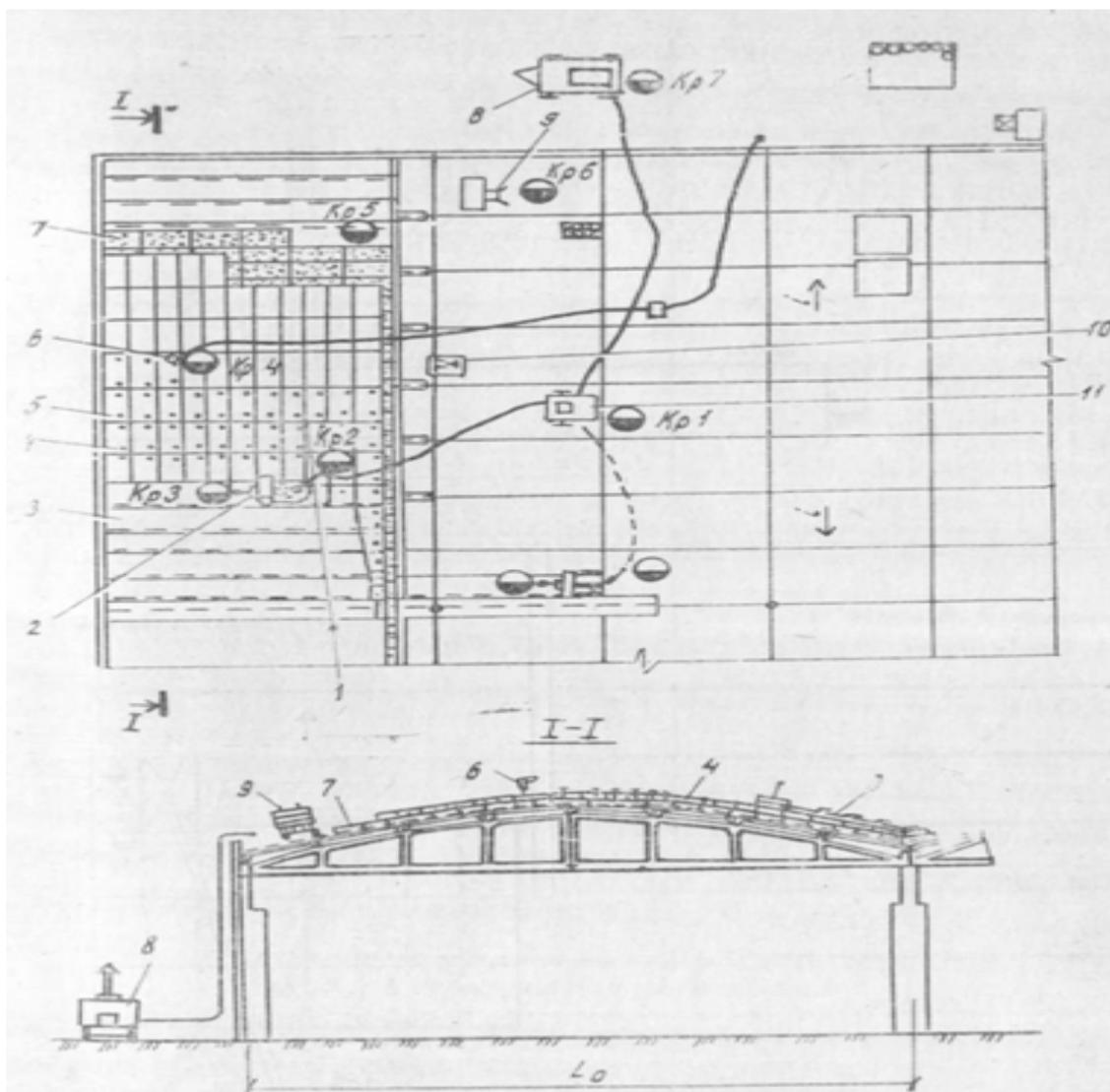


Рис. 2.5. Организация работ по укладке плит утеплителя и наклеиванию рулонного материала:

- 1 – удочка; 2 – раскатчик рулона; 3 – полотнище; 4 – плита утеплителя верхнего слоя; 5 – кнопка-анкер; 6 – ручная электрическая сверлильная машина; 7 – плита утеплителя нижнего слоя; 8 – установка для подогрева и транспортирования мастики; 9 – тележка; 10 – ящик с крепежными деталями; 11 – установка для подачи и нанесения мастики

Работу необходимо выполнять так, чтобы материал теплоизоляции закрывался стяжкой или одним слоем водоизоляционного материала в течение смены. Важно уберечь теплоизоляционный материал от увлажнения.

Применяется и комплексно-звеньевой способ организации кровельных работ, при котором звенья численностью 4–5 кровельщиков выполняют на захватке все процессы и операции. Кровельщики в данном случае должны обладать навыками выполнения всех операций. Исполнители работают парами, но при необходимости могут по одному. В звене (бригаде) должен быть кровельщик, имеющий специальность машиниста подъемника или лебедки.

Наклеивание наплавленного рубероида с расплавлением слоя мастики газовыми горелками производят кровельщики, имеющие опыт работы с газовым оборудованием.

Выработка одного кровельщика на устройстве кровельного ковра из рулонного материала механизированным способом за 8 ч составляет 455 м² (в один слой), а при выполнении работы вручную – 170 м².

Конструкция рулонных кровель зависит от уклона крыши и кровельных материалов. Кровли с уклоном до 2,5 % считаются плоскими, а с уклоном 2,5 % и более – скатными. Наибольший уклон рулонных и мастичных кровель – 25 %. Мастики для устройства кровель подразделяют на горячие и холодные и назначают в зависимости от района строительства, вида и уклона кровель.

Число слоев кровли указывают в проекте. Для покрытия временных зданий и сооружений (сарая, навесов и др.) могут устраиваться однослойные толевые кровли с уклоном 15–20 % по деревянной опалубке, полотнища толи крепят гвоздями с помощью треугольных реек.

Для наклейки рулонных полотнищ на подготовленном основании выполняют устройства для пропуска труб, антенн, закладные элементы для их крепления, воронки внутреннего водоотвода, а вертикальные поверхности каменных конструкций, примыкающих к покрытию – шахт, фонарей, труб – оштукатуривают цементно-песчаным раствором на высоту не менее 250 мм.

В сельском строительстве широко распространено основание из цементно-песчаного раствора ввиду его большой прочности и жесткости. После устройства такого основания сразу производят его огрунтовку; это связано с тем, что огрунтовка лучше проникает в поры стяжки, закрывает их. Если огрунтовку стяжки выполняют через продолжительный период после ее устройства, то основания очищают от пыли сжатым воздухом, получаемым от передвижного компрессора. Огрунтовку можно вести механизированно с помощью установок ПКУ-35м, автогудронатором Д-164 и Д-640 или малогабаритной установка СО-122 для нанесения мастики и грунтовки.

Мастику для огрунтовки готовят централизованно на заводах, транспортируют на стройплощадку автогудронаторами или в термосах.

Для подачи автогудронаторами мастики на кровлю применяют сборные металлические стояки, состоящие из труб длиной 3–4 м, диаметром 50 мм, соединенных фланцами с паронитовой прокладкой. Нижнюю секцию стояка присоединяют к шлангу автогудронатора, а верхняя секция имеет плоский шарнирный фланец с пружинами. В термосах мастику транспортируют к месту работы на специальных тележках.

Рулонные кровли. Рулонные кровельные материалы перед укладкой и наклейкой на основание кровли подготавливают. Покровные рулонные ма-

материалы перематывают на обратную сторону, очищают от сланцевой или песчаной посыпки при помощи машины СО-98, которую обслуживают двое рабочих. Иногда рулонные полотнища очищают от посыпки вручную. В этом случае поверхность материала опыляют растворителем или протирают ветошью, смоченной в растворителе (соляровое масло для рубероида, антрацитовое масло для толя). Полотнища очищают с одной стороны полностью, а с другой – только вдоль края на ширину 100 мм.

Беспокровные рулонные материалы только выпрямляют в процессе подготовки или перематывают на обратную сторону.

Рулонные материалы транспортируют на кровлю грузоподъемным механизмом в контейнере. Запас доставленных рулонов на крыше не должен превышать потребности одной смены. Материалы по крыше транспортирует машина, смонтированная на мотороллере «Вятка МГ-150». Кровлю из рулонных материалов устраивают в следующей последовательности: по железобетонным плитам покрытия выполняют пароизоляцию из эмульсионной битумной мастики сплошным слоем, без разрывов. Слои пароизоляции наносят растворонасосом и бескомпрессорной форсункой. Количество слоев определяется в проекте. Толщина каждого слоя 1–2 мм. На отвердевшую пароизоляцию укладывают монолитную термоизоляцию полосами (через одну) шириной 4–6 м по маячным рейкам. По термоизоляции делают выравнивающую стяжку из цементно-песчаного раствора или асфальтобетона. Поверхность стяжки огрунтовывают раствором битума БН 90/10 в керосине или соляровом масле в соотношении битума 30–40 %, растворителя 60–70 % на антраценовом масле. Далее приступают к наклейке рулонных материалов.

Величину нахлестки рулонных полотнищ по ширине при уклонах крыши более 5 % делают во внутренних слоях 70 мм, а в наружном – 100 мм. При уклонах крыш менее 5 % величина нахлестки полотнищ по ширине равна 100 мм. Продольные нахлестки всех слоев независимо от уклонов делают равными 100 мм. При укладке рулонных полотнищ в одном направлении нахлестки смежных слоев не должны располагаться одна над другой, для этого, например, при устройстве двухслойного покрытия, первое полотнище нижнего слоя укладывают в 1/2 ширины рулона, а первое полотнище наружного слоя – полномерным, что обеспечивает удаление швов нахлестки наружного слоя от швов внутреннего слоя на половину ширины рулона. Соответственно этому в трехслойной кровле первый внутренний слой на карнизном свесе начинают полотнищем в 1/3 ширины рулона, второй – 2/3, третий (наружный) – полотнищем полной ширины.

При механизированном способе выполнения работ кровельное покрытие лучше наклеивать сразу из готового двух-, трех- или четырехслойного ковра, предварительно склеив полотнища в мастерской на специальном станке.

При механизированном способе устройства кровли нахлестки и отступы выполняют иначе. При уклоне крыши до 15 % кровельные работы ведут от карнизов к коньку, раскатывая первое полотнище у ендов или примыканий к парапетам. При уклонах крыши более 15 % наклейку ведут от фронтонных скатов сверху вниз (от конька к карнизу). Сначала наклеивают полотнище шириной 260 мм (1/4 ширины рулона) при четырехслойном кровельном ковре или полотнище шириной 330 мм (1/3 при трехслойной кровле).

При четырехслойной кровле сверху по наклонному первому полотнищу от начальной кромки настилают последовательно полотнища шириной 500, 750 и 1000 мм. Далее с отступом от общей продольной кромки первых полотнищ наклеивают целые рулоны. Следующие три ряда располагают с отступом на 250 мм от продольной накрываемой кромки уложенных полотнищ предыдущего ряда. Расстояние от кромок наклеенных рядов полотнищ составляет сначала 220 мм, затем три раза по 250 мм. В итоге получается готовая четырехслойная кровля.

Покрытия из битумных рулонных материалов выполняют с применением горячих или холодных битумных мастик, а покрытие из дегтевых рулонных материалов – с применением дегтевых мастик. Совместное применение битумных и дегтевых материалов не допускается. Горячие битумные мастики разогревают до температуры 220° С, а дегтевые и гидрокамовые до 160° С. Температура горячих мастик в момент нанесения на основание должна быть не ниже: битумных – 160° С; битумно-резиновых – +160–180° С; дегтевых и гидрокамовых – 130° С.

При наклейке рулонных материалов на холодных мастиках (битумно-латексно-кукерсолевых, битумно-кукерсолевых с использованием солярового масла) при температуре наружного воздуха ниже 5° С мастики подогревают до 70° С.

Расход мастики для наклейки одного слоя рулонного полотнища площадью 1 м² составляет для горячей мастики 2, для холодной – 1 кг. Рулонные материалы всех видов во избежание образования волн при наклейке выдерживают до обработки растворителем в раскатанном виде в штабелях не менее 20 ч. Основания под кровли из рулонных материалов при нанесении мастик и наклейке материалов должны быть сухими.

Наклейку рулонного материала начинают с самых низких мест крыши: на воронках внутреннего водоотвода, карнизных свесах и ендовах. В примыканиях скатов к стенке и другим выступающим над крышей конструкциям кровельный ковер усиливают дополнительным слоем рулонного материала.

Механизированное выполнение рулонных кровель ведет комплексная бригада, в состав которой включены специализированные звенья по всем видам работ, включая звено транспортных рабочих, с завязкой отдельных

процессов в единый поток. Если мастику готовят на объекте, то в бригаду вводят звено варщиков мастики. Кровельные работы выполняют потоками одновременно на нескольких участках. При этом рабочие зоны делят на несколько равных захваток. На захватке работает одно или несколько однотипных звеньев. Захватки подразделяют на деланки, которые являются рабочим местом звена.

Поверхность стяжки перед наклейкой ковра на горячих мастиках грунтуют полосами шириной 4–5 м с помощью битумопульта, автогудронатора или установки ПКУ-35М. Работу выполняет звено огрунтовщиков из 2 кровельщиков 3-го и 2-го разрядов. Кровельщик 3-го разряда при помощи удочки покрывает полосу тонким слоем грунтовки, а второй рабочий при работе с битумо-пультом заправляет бачок грунтовочным составом, а при использовании автогудронатора перемещает шланги.

Кровельный ковер наклеивают на горячих или холодных мастиках. На горячих мастиках возможна его послойная или одновременная наклейка, на холодных – только послойная. Интервал времени при наклейке слоев холодной мастикой должен составлять не менее 12 ч.

При больших объемах работ для нанесения мастик и наклейки рулонных полотнищ применяют машину СО-99, которая обеспечивает выдачу мастики на основание, разравнивает ее слоем нужной толщины и укладывает рулонное полотнище с последующей его прикаткой катками. Благодаря автоматической аппаратуре машина останавливается в случае охлаждения мастики ниже требуемой температуры, а также в случае ее перегрева. Производительность машины – 1500–1700 м² однослойного ковра в одну смену. Выполнение работ вручную допускается при устройстве кровель сложной конфигурации, где трудно механизировать процессы наклейки рулонного материала, и при малых объемах работ. До начала работы мастику проверяют на термостойкость, клеящую способность, гибкость и удобоукладываемость.

При наклейке рулонных материалов кровельщики используют различные инструменты и инвентарь. Наклейка рулонного материала в значительной степени упрощается при использовании катка-раскатчика. Кровельщики 4-го и 2-го разрядов подкатывают каток-раскатчик к месту наклейки и укладывают рулон на вилки рамы (оси) катка. Затем каток-раскатчик устанавливают вдоль меловой линии и пропускают конец полотнища под прокаточный каток. После этого приклеивают выпущенный из-под катка конец рулонного материала и устанавливают на него каток-раскатчик. Вслед за этим кровельщик 2-го разряда наносит со стороны рулонного материала на основание мастику, а кровельщик 4-го разряда перемещает перед собой каток по линии наклеивания. Работая с горячими мастиками, следует соблюдать условие: направление движения при наклейке

полотнища в ветреную погоду должно быть таким, чтобы брызги мастики не попадали на кровельщиков.

Газопламенным способом при устройстве кровельного ковра можно наносить мастику с помощью установки УНБМ или ГГУ-3. Мастику в этих установках применяют в виде порошковой смеси из битума и сухого наполнителя (известь-пушонка, зола-унос, цемент). Сжатый воздух от компрессора, поступая в смесительную камеру установки, разрежает воздух и при этом затягивает из бачка порошковую смесь с большой скоростью, транспортируя ее в сторону горелки, сюда же поступает из баллона горючий газ, который по выходе из раструба горелки горит в струе воздуха, образуя удлинённый факел. Летящие в порошке зерна битума проходят через факел, плавятся и, смешиваясь с пылевидным наполнителем, превращаются в капельки мастики, разогретой до 220° С. Факел направляют на поверхность оштукатуренного основания, где образуется плотный слой мастики толщиной 1 мм, на которую наклеивают полотнища и прикатывают катком.

Устройство защитного слоя. Отдельные участки поверхности рулонного ковра заливают из форсунки слоем горячей мастики. По мере заливки в горячую мастику набрасывают чистый сухой гравий с некоторым избытком. После остывания мастики лишний гравий сметают и затем наносят следующий слой.

Наклейка «наплавляемого» рубероида. Различие между наплавляемым и обычным рубероидом состоит в том, что слой мастики, необходимый для приклеивания к поверхности, у наплавляемого рубероида нанесен в заводских условиях. Перематывать наплавляемый рубероид не требуется. У рулонного ковра из наплавляемого рубероида при наклеивании на поверхность подплавливают мастичный слой с помощью агрегатов, работающих на жидком топливе (газе пропан-бутан, электроэнергии). В качестве агрегатов можно использовать многорожковые газовые горелки и др.

Кровля стеклорубероидная на битумно-полимерной антисеп-тированной мастике (БПАМ). БПАМ представляет собой гидроизоляционный ковер с включением в него сплошного стеклотканевого слоя, что обеспечивает водонепроницаемость рулонного ковра и повышает его механическую прочность. Первый рубероидный слой рулонного ковра наклеивают на основание на горячей мастике, а затем наклеивают стеклотканевый слой на мастике БПАМ, далее на этой же мастике наклеивают второй рубероидный слой, на который наносят мастику и набрасывают чистый сухой мелкий гравий. Мастика БПАМ теплостойка, с высоким адгезионным свойством, что обеспечивает эксплуатацию кровли на длительный период.

Мастичные кровли (безрулонные) применяют в гражданских и производственных зданиях. Мастичный слой является водозащитной преградой, а применяемый совместно с ним стекломатериал (стеклохолст, стеклосетка, стеклорубероид) предназначается для его армирования, что повышает

долговечность кровли. Мастичную кровлю выполняют из слоев горячей битумной, битумно-резиновой мастики, битумно-каучуковых и других битумно-полимерных мастик. Безрулонные покрытия допускается устраивать из холодной битумно-латексной эмульсии. Для мастичной кровли широкое применение получила битумно-полимерная гидроизоляционная мастика, которую наносят с помощью форсунки при температуре от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Водные эмульсии можно наносить только при температуре выше 5°C .

Устройство мастичной кровли начинают с приклеивания или укладки насухо полос из плотного материала на деформационные швы в основаниях, в местах примыкания к выступающим через кровлю конструкциям, на все места возможного образования трещин в основаниях. Полосы приклеивают шириной 50–80 мм горячими или холодными мастиками. Устройство кровли начинают с ендов, разжелобков от карнизов, пониженных мест.

В строительстве применяют комплексные кровельные плиты покрытия, изготавливаемые в заводских условиях, в структуру которых входят паро- и теплоизоляционный слой, стяжка и плита покрытия (железобетонная, клефанерная или деревянная). Комплексные плиты покрытия поступают на стройку с одним слоем рулонного ковра, уложенного по выровненной стяжке. Плиты с помощью монтажного крана укладывают в покрытие. Швы между плитами заполняют раствором на расширяющемся цементе. После схватывания цемента на швы накладывают полосы рубероида шириной 200–300 мм на горячей или холодной битумной мастике. Имеющиеся дефекты на уложенном рулонном ковре устраняют путем шпаклевки мастикой, после чего наклеивают недостающие слои. Последний слой покрывают мастикой и посыпают гравием крупностью 4–10 мм. Кровли из комплексных кровельных плит покрытия в виде штампованных оцинкованных листов с утеплителем, стяжкой и рулонным покрытием находят применение при строительстве животноводческих комплексов.

Рулонные кровли испытывают на прочность наклейки путем пробного отрыва небольшого участка рулонной кровли, начиная от шва. Признаком удовлетворительной наклейки служит разрыв рулонного материала, а не отрыв от мастики; проверяют на ровность покрытия с помощью рейки и шнура. В случаях обнаружения брака в этих местах приклеивают заплатки на мастике; воздушные мешки и пузыри разрезают, просушивают, подклеивают и затем склеивают заплатками; отставшие швы нахлестки также подклеивают, шпаклюют и прокатывают катком.

2. Кровли из асбестоцементных волнистых листов по обрешетке

К началу работ по устройству кровли проводят тщательную инженерную подготовку: принимают несущие конструкции; устанавливают маши-

ны для подачи материалов на крышу; получают материалы и размещают их под навесом или подают на крышу; формируют бригаду; уточняют сроки начала и окончания работы.

Фронт работ может делиться на захватки площадью 200–500 м².

Работа бригады организуется по поточно-звеньевому или комплексно-звеньевому способу. При поточно-звеньевом звенья выполняют следующий примерный перечень операций и процессов: первое звено – заготовку материалов, транспортирование их на крышу; второе и третье – разметку рядов, укладку листов, просверливание отверстий и забивку шиферных гвоздей; четвертое – оформление конька и места примыкания кровли к стенам, парапетам, трубам, вентилям и т.п.

Асбестоцементные волнистые листы укладываются порядно параллельно свесу на всю длину захватки или полосами от карниза к коньку по 4–6 листов. При порядной схеме укладки звенья перемещаются одно за другим с разрывом 10–15 м (рис. 2.6).

Порядную схему целесообразно использовать при небольшой ширине ската крыши (4–5 листов), а укладку листов полосами – при ширине ската более 5 листов и на покрытиях с прогонами.

Выработка одного кровельщика на устройстве кровли из асбестоцементных волнистых листов за 8 ч составляет 34 м².

3. Кровли из асбестоцементных волнистых листов с организованным водоотводом

Первое звено производит заготовку картин и деталей для оформления свеса. Второе укладывает и закрепляет костыли, картины свеса, желоба и детали для отвода воды. Третье и четвертое укладывают асбестоцементные волнистые листы в покрытие, оформляют примыкания кровли. Пятое выполняет транспортные операции. Возможно членение скатов на дялки для работы по комплексно-звеньевому методу. Численность звена в данном случае составляет 4–6 чел.

4. Кровли из черепицы

Первое звено в составе двух кровельщиков транспортирует материалы на крышу и заделывает со стороны чердака горизонтальные швы раствором. Второе, третье и, возможно, четвертое укладывают в ряды и закрепляют черепицу к обрешетке. Пятое оформляет конек, ребра и примыкания к трубам и стенам.

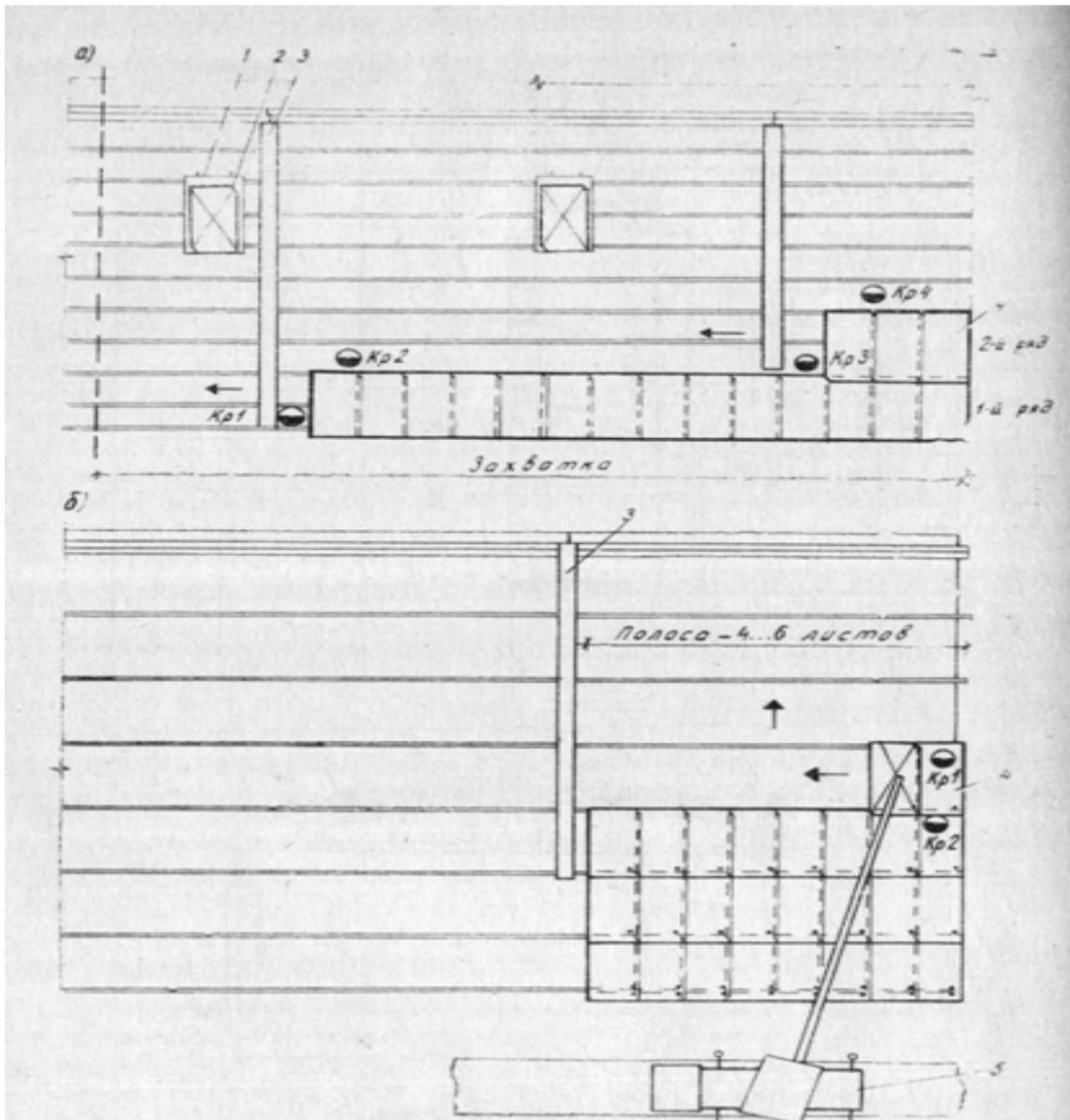


Рис. 2.6. Организация работ при устройстве кровельного покрытия из асбестоцементных волнистых листов:
 а – порядная; б – полосами от свеса к коньку;
 1 – инвентарная площадка; 2 – стопка листов; 3 – трап; 4 – листы в покрытии;
 5 – кран

Выработка одного кровельщика на устройстве черепичного покрытия за 8 ч составляет около 25 м².

5. Кровли из листовой стали

Работы по устройству кровельных покрытий и деталей кровли из листовой стали выполняют поточно-звеньевым (расчлененно-звеньевым) или комплексно-звеньевым способом.

При поточно-звеньевом (расчлененно-звеньевом) способе первое звено производит заготовку деталей и картин для кровли и транспортирует их на крышу. Второе и третье устраивают покрытие на карнизном свесе, на стен-

ный желоб, устанавливают водоприемные воронки, выполняют рядовое покрытие на скатах, примыкания к трубам, парапетам, стенам. Четвертое навешивает звенья водосточных труб, устраивает ограждение на крыше.

При комплексно-звеньевом способе организации работ звено в составе 4–6 кровельщиков выполняет в определенной последовательности все операции по кровельному покрытию на делянке (участке).

Выработка на одного кровельщика за 8 ч при устройстве покрытия карнизного свеса шириной до 0,7 м кровельной сталью составляет 48 м², рядового покрытия – 15–20 м².

Работы по устройству кровельного покрытия предпочтительно производить в теплое время года и при отсутствии атмосферных осадков. В любом случае они должны быть закончены в кратчайший срок, чтобы строящийся объект (или часть объекта) возможно меньше подвергались воздействию осадков.

В случае внезапного наступления ненастья рабочие места могут быть защищены брезентовыми навесами, которые собирают из отдельных секций.

До начала укладки основного кровельного материала необходимо выполнить все подготовительные работы. К ним относятся:

- устройство основания (обрешетки), его осмотр и приемка;
- подготовка мест примыкания основания (обрешетки) к парапетным стенам, гнездам антенн, бортам фонарей, деформационным швам, вентиляционным шахтам;
- покрытие карнизных, фронтовых свесов и других деталей кровельной листовой сталью, монтаж воронок внутренних водостоков, санитарно-технических стояков и другие работы, предусмотренные проектом;
- организация бесперебойного снабжения фронта работ необходимыми кровельными и другими материалами;
- комплектация инвентаря, различных станков, машин, приспособлений, инструментов, тары и другого оборудования, необходимого для производства работ с учетом предполагаемого количества работающих и возможной работы в темное время суток.

Для сокращения срока производства кровельных работ их необходимо выполнять по совмещенному графику, поточным методом, с наименьшими разрывами во времени между отдельными процессами, а также с максимально возможным применением средств механизации.

Фронт работ – значительный участок крыши здания (или вся крыша целиком), отводимый одной или несколькими бригадами кровельщиков для устройства кровли; он должен быть достаточным для размещения на нём кровельщиков с имеющимся у них оборудованием, приспособлениями, инструментами и материалами.

Рекомендуется производство работ выполнять двумя-тремя потоками одновременно. Площадь одного потока (фронт работ) обычно делится на несколько равных по площади участков (захваток) с одинаковым объемом работ. При этом учитывают расположение разжелобков, температурных швов и парапетных стенок, которые могут служить границами захваток. Это облегчает создание поточности во всех процессах, а также допускает производство кровельных работ на каждой захватке независимо от соседних и ввод кровельного покрытия в эксплуатацию по частям.

Кровельные работы выполняют комплексными или специализированными бригадами рабочих-кровельщиков, руководимых бригадирами и мастерами, под общим наблюдением производителя работ. В каждое звено бригады обычно входят 2–3 рабочих различной квалификации (например, один кровельщик 3-го разряда и один 4-го). В звене рабочие, имеющие высокую квалификацию, выполняют более сложные операции, требующие опыта и умения, а несложные операции выполняют менее квалифицированные рабочие.

Бригадой руководит наиболее опытный кровельщик обычно 5-го разряда. В зависимости от объема выполняемых работ в состав бригады входит от 12 до 25 рабочих. Бригадир расстановливает звенья, при необходимости усиливает, перестанавливает и организует дополнительные. Он согласует работу звеньев, определяет их объемы работ, обучает и инструктирует рабочих. В состав бригады иногда дополнительно включают транспортные звенья и одно звено рабочих для вспомогательных работ. Транспортные звенья нужны, как правило, при устройстве кровель промышленных зданий большой площади.

Бригада работает по наряду, в котором указывается объем задания, стоимость работы и срок его выполнения.

Бригада кровельщиков, получив определенный фронт работ, организует работы на захватках с последовательным переходом рабочих с одной деланки на другую. Каждое звено кровельщиков должно иметь, как правило, деланку с объемом не менее его сменной выработки.

Каждое звено организует свое рабочее место. Рабочим местом называется пространство, в пределах которого работают кровельщики и где располагаются материалы, инструменты, приспособления и механизмы, необходимые для выполнения производственного процесса.

Правильная организация рабочего места с рациональной установкой механизмов и приспособлений, удобным расположением кровельных материалов и инструментов позволяет экономить время, снижает утомляемость рабочих, способствует их производительному труду, повышает качество и безопасность выполняемых работ.

Материалы и оборудование поднимают на крышу механизмами. Места расположения подъемников обычно выбирают у наружных стен в соответствии с проектом производства работ (ППР).

На крыше материалы транспортируют двухколесными самозахватными тележками или мотороллерами, в зависимости от площади крыши, объема и срока работы. Направление грузопотоков на крыше увязывают с местом установки подъемника и последовательностью производства работ на рабочих захватках.

Работы по устройству кровли ведут на рабочих захватках навстречу подаче материалов. Все наиболее высокие и удаленные от подъемника участки покрытия (например, световые фонари промышленных зданий) выполняют в первую очередь. Рекомендуется заранее раскладывать подготовленные к укладке материалы по всему фронту работ.

2.1.4. Санитарно-технические работы

Комплекс санитарно-технических работ состоит из подготовительных работ (обработки труб, заготовки узлов систем как в централизованном порядке, так и в условиях строительства, транспортировании и складировании материалов и оборудования), монтажа наружных и внутренних сетей и санитарно-технического оборудования, испытания смонтированных систем и оборудования.

Кроме того, санитарно-технические работы ведутся как в стационарных условиях (заготовочные мастерские), так и на территории строительной площадки (монтаж наружных сетей) и внутри строящегося здания (монтаж внутренних сетей и оборудования). Эти особенности санитарно-технических работ требуют от их руководителей (мастеров, производителей работ, начальников участков) максимального внимания к вопросам правильной организации труда, координации действий с действиями генподрядчика (участие в составлении и контроль за соблюдением графика совмещенных работ), систематического инструктажа работающих по технике безопасности и меняющейся ситуации на строительной площадке (появление опасных зон в местах выполнения работ), а также постоянного контроля за соблюдением требований технологии производства работ и правил техники безопасности.

Производство санитарно-технических работ и в первую очередь монтаж оборудования не допускаются без соответствующего ППР.

В проектах производства санитарно-технических работ должны быть решены следующие вопросы техники безопасности:

- подбор системы освещения строительной площадки, проходов и рабочих мест сантехников;

- ограждение опасных зон работы и защита каждого рабочего места от падения материалов или строительных деталей;

- обеспечение безопасных условий при производстве монтажных и специальных строительных работ в условиях действующих цехов;
- разработка мероприятий, исключающих опасность поражения электрическим током;
- разработка способов производства работ для основных монтажных процессов;
- разработка безопасных способов испытаний и приемки оборудования;
- выполнение монтажных работ совмещенным способом;
- устройство подъездных путей для доставки оборудования, для объектных складов и площадок укрупнительной сборки конструкций.

В ППР, утвержденном главным инженером соответствующей субподрядной организации по согласованию с генеральной подрядной организацией, должны быть решены вопросы о способах ограждения монтажных проемов и отверстий в конструкциях зданий, необходимых для установки монтируемого оборудования, прокладки трубопроводов, установки закладных деталей.

Проекты производства работ при проведении работ в действующих цехах должны быть также согласованы до их утверждения с дирекцией действующего предприятия или цеха.

Начинать производство санитарно-технических работ можно только после приемки здания или захватки под монтаж и обеспечения безопасности труда сантехников. Места производства работ и проходы к ним освобождаются от остатков строительных материалов и мусора, в закрытых помещениях следует принять меры по устранению сквозняков. Внутри многоэтажных зданий из сборных конструкций санитарно-технические работы выполняют только в местах, над которыми имеется не менее двух смонтированных перекрытий. Запрещается производство санитарно-технических работ в захватке, на которой в верхней части монтируют блоки или другие сборные конструкции, а также производят перемещение оборудования грузоподъемными средствами.

До начала работ по монтажу санитарно-технических устройств и технологического оборудования места, опасные для работы и прохода людей, ограждают, а при производстве работ ночью обозначают световыми сигналами.

Производство работ на высоте допускается только с лесов, подмостей или стремянок, а на эстакадах – с инвентарных подмостей, снабженных лестницами.

2.1.5. Электромонтажные работы

Говорить о значении электричества в современной жизни не приходится. Даже дети знают, для чего нужна электрика в квартире. Большинство производственных процессов без электричества стали бы попросту невозможными. Соответственно, электромонтажные работы относятся к тому виду работ, качество и надёжность которых имеют решающее значение.

Прежде чем начать электромонтажные работы, разрабатывают проект и составляют соответствующую документацию. Проект согласовывается с заказчиком и после окончательного утверждения становится основным документом, в соответствии с которым и будут проводиться электромонтажные работы.

Качественный **проект электроснабжения многоэтажного дома** является важным показателем уровня комфортности, от которого зависит надёжность электроснабжения каждой квартиры в отдельности и электроснабжения общедомовых потребителей.

Данный проект разрабатывается на основании СП31-110-2003 и ПУЭ, а также задания на проектирование и технических условий, выданных электроснабжающей организацией.

При проектировании учитывается уровень комфортности жилых помещений, конструктивные особенности данных помещений, определяется тип используемых кабелей и т.д.

По длине периметра определяется количество розеток (одна розетка на каждые 4 м периметра, в том числе и неполные) в жилых комнатах, в коридоре на каждые 10 м² по одной розетке, на кухне не менее четырех розеток. Также расставляются осветительные патроны во всех помещениях, в зале дополнительно устанавливается клеммник на 4 контакта, в санузле – настенный патрон, в ванной комнате – светильник со II классом защиты. По желанию заказчика могут быть установлены специальные люстры, светильники и бра в зависимости от наличия дизайнерского проекта на квартиры. Также могут быть подключены кондиционеры и сплит-системы квартир по отдельной группе по желанию заказчика.

В ванной комнате устанавливается шина уравнивания потенциалов, к которой подключаются металлические трубы и корпус ванны.

В общедомовых коридорах устанавливаются этажные щитки, от которых подключаются розеточные и осветительные сети квартир и электросчетчики для расчета за электроэнергию с населением.

Общедомовые нагрузки имеют свой учет и подключаются от отдельных щитков.

Освещение лестниц и коридоров по желанию заказчика может быть реализовано светильниками с лампами накаливания, с люминесцентными лампами или с использованием светодиодных светильников. Управление освещением может происходить от выключателей, установленных у консь-

ержа, от датчиков движения или другим способом, предложенным заказчиком.

Особенностью типового проекта является то, что он может быть использован неоднократно для аналогичных зданий.

Проект электроснабжения многоэтажного дома выполняется быстро, качественно и в установленные договором сроки.

Если по ходу дела возникнет необходимость внесения каких-либо изменений, они могут быть сделаны лишь после согласования с заказчиком. Если же изменения будут иметь принципиальный характер, соответствующие корректировки будут внесены и в проект.

Электрика в квартире или частном доме проектируется, как правило, на этапе создания проекта строительства или ремонта. Это поможет избежать многих неожиданностей и избавит от необходимости проведения дополнительных работ, что, в свою очередь, положительно отразится на общей смете. При разработке проекта берутся во внимание количество бытовых приборов и других энергопотребляющих устройств (тёплые полы, система «умный дом» и т. д.). Естественно, что электрика в квартире многоэтажного дома и система электроснабжения коттеджа будут существенно различаться.

Ещё более сложным и многоплановым станет проект, если электромонтажные работы планируются на промышленном объекте. Там задействованы большие мощности, потому и требования к проекту выдвигаются серьёзные.

Электромонтажные работы на промышленном предприятии должны быть спроектированы и проведены так, чтобы обеспечить нормальное функционирование всего оборудования, станков, аппаратуры и других энергопотребляющих объектов. Кроме того, электроснабжение заводов и других промышленных предприятий предусматривает наличие аварийной системы энергоснабжения.

Электромонтажные работы осуществляются в несколько этапов. В новом здании первый этап проводится одновременно со строительными работами. В перекрытия и фундамент укладывают трубы для электропроводки, в стенах и других элементах конструкции здания устанавливают детали, к которым впоследствии будут крепиться электромонтажные конструкции и оборудование. В соответствии с проектом устраивают гнёзда для розеток, выключателей, распределительных коробок.

Далее следует основной этап: установка и сборка электромонтажных конструкций и оборудования. От того, насколько качественно будет осуществлена проводка кабелей и проводов, установка оборудования и конструкций, зависит дальнейшая работа всей системы. Поэтому требования к качеству работ на этом этапе предъявляются самые высокие.

После того как всё будет смонтировано и установлено, проводятся электрические измерения и замеры. По результатам этих измерений со-

ставляется технический отчёт о готовности электрооборудования к эксплуатации.

Если же в результате измерений будут выявлены какие-либо недостатки, составляется дефектная ведомость, в которой будут перечислены все нарушения и указаны способы и сроки их устранения.

После того как проведены все пуско-наладочные работы, произведены контрольные измерения, показавшие отсутствие недочётов и дефектов, электромонтажные работы можно считать завершёнными.

Подготовительные и монтажные работы осуществляются бригадой опытных электриков.

2.1.6. Отделочные работы

Отделочные работы – это комплекс строительных работ, связанных с наружной и внутренней отделкой зданий и помещений с целью повышения их эксплуатационных и эстетических качеств. Отделочные работы являются завершающим этапом строительства в новостройке.

К основным видам отделочных работ относятся:

- облицовочные;
- штукатурные;
- покрытие полов, укладка керамической плитки, паркета, ковровина, ламината, линолеума;
- малярные (покраска стен, потолков);
- установка плинтусов и галтелей;
- обойные (оклейка стен обоями);
- стекольные;
- электромонтажные.

К строительно-монтажным работам относится устройство инженерных коммуникаций: электрика, освещение, сантехника, кондиционирование и вентиляция, отопление.

Имеет ли значение последовательность выполнения отделочных работ при отделке квартиры в новостройке? Имеет. План отделки составляется таким образом, чтобы каждый последующий ее этап не отражался негативно на той работе, которая уже сделана.

Мастера, выполняющие отделку квартир, рекомендуют работать в следующей последовательности:

1. Перепланировка квартиры, монтаж стен из гипсокартоновых листов (ГКЛ) при необходимости.
2. Проведение электропроводки, замена труб водопровода и канализации.
3. Выравнивание пола, стяжка.
4. Выравнивание стен, их грунтовка и шпатлевка. Если в качестве отделочного материала для стен выбрана плитка, то на этом этапе производится

ее укладка, причем со 2-го ряда. Далее выполняется укладка плитки на пол.

5. Отделочные работы потолка.
6. Установка дверных проемов.
7. Оклеивание обоями стен.
8. Настил паркета, ламината, линолеума, ковровина.
9. Отделочные работы в санузле.

Для внутренних облицовочных работ, заключающихся в основном в облицовке стен, полов и потолков, применяется следующий ассортимент материалов и изделий:

- керамическая плитка;
- древесностружечные (ДСП), древесноволокнистые (ДВП) и асбестоцементные плиты, декоративная фанера;
- бумажно-слоистый пластик;
- декоративно-акустические плиты и т.п.

Облицовочные работы внутри зданий выполняются, как правило, после окончания общестроительных работ; до начала работ должны быть проложены все скрытые проводки, закончено устройство стояков и санитарно-технических трубопроводов; облицовываемые поверхности выравнивают и просушивают, отделочные материалы сортируют по форме, размерам и цветам, при необходимости в них шлифуют кромки и просверливают отверстия.

Отделочные работы включают в себя три этапа:

- отделка потолка;
- отделка стен;
- отделка пола.

Отделка потолка

Потолок всегда на виду, и любые недочеты и во время начальных фаз ремонта и во время отделочных работ всегда заметны. Поэтому отделочные работы потолочных поверхностей необходимо проводить очень тщательно.

Выбор отделочных материалов для потолка определяется в соответствии с планируемым типом – подвесной (состоит из плит), натяжной (представляет собой полотно) или покрашенный (оклеенный обоями). Проведение современных отделочных работ потолка характеризуется все большим применением гипсокартона (ГКЛ), декоративных панелей, минераловолоконных плит. Различия по качеству и по цене, по скорости монтажа и по звукоизоляционным характеристикам позволяют подобрать для конкретного помещения идеальный потолок.

Подвесной потолок характеризуется повышенной шумоизоляцией, светостойкостью, а также скоростью монтажа. К плюсам натяжного потолка, помимо красоты и прочности, можно отнести и функцию выравни-

вания неровных потолков. Если нужно «поиграть» с уровнями и освещением, лучший выход для отделки потолка – использование гипсокартонных листов (ГКЛ).

Отделка стен

Обилие отделочных материалов для стен просто потрясает воображение. Чаще всего для отделки стен применяют обои. Работа с обоями имеет свои тонкости.

Обои бывают:

- рулонными (недорогие);
- жидкими (декоративная штукатурка, которая не требует выравнивания и не имеет швов);
- металлическими (долговечны и придают отделываемому помещению по-настоящему престижный вид);
- влагостойкими или моющимися (практичны).

Все определяется Вашим вкусом и достатком.

Как правило, обои применяются в случае относительно недорогого ремонта.

Отделочные работы «по высшему разряду» проводят с использованием ткани и декоративного камня, вагонки, блок-хауса, бамбука, керамической плитки. Ткань, к примеру, может применяться в помещении с неровными стенами и старыми ненужными дверями. Она хорошо маскирует и то, и другое.

Устройство полов

Выбор материала для устройства полов зависит от предъявляемых к ним требований.

Требования	Материал
Будут много ходить и часто. Необходимость во влагозащищенности.	Плитка, керамический гранит.
Стандартного уровня	Ковролин, линолеум
Высокого уровня	Ламинат, паркет.

Плитка для пола различается:

- по виду лицевой поверхности:
 - на гладкая;
 - шероховатая;
 - теснённая;
- по цвету:
 - одноцветная;
 - многоцветная;
- по форме:
 - на квадратная;
 - прямоугольная;

- треугольная;
- шестигранная;
- четырёхгранная;
- по толщине
 - 10 мм;
 - 13 мм.

Применяют её для устройства полов в различных помещениях с влажным режимом. В квартирах, например: на кухне, в ванной комнате, в санузлах, в постирочных, в коридоре, на балконе, а также в прихожей и на лестничных площадках.

2.2. Основные расчеты при проектировании строительных потоков

Исходными данными для разработки организационных проектных решений в работе служит задание на проектирование (прил. 2).

Задание с указанием района строительства, а также варианта набора типа зданий и их краткая характеристика выдается руководителем курсового проекта.

Работа состоит из двух частей: пояснительной записки и графической части, выполненной на листе формата А1. Работа может быть выполнена как в рукописном варианте, так и с использованием компьютерных программ.

Пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист;
- задание на выполнение работы;
- оглавление;
- введение;
- характеристику конструктивных решений объектов и условий строительства;
- формирование структуры и расчет объектного потока;
- оптимизацию строительного потока во времени;
- разработку линейного календарного плана и циклограммы потока;
- проектирование общеплощадочного стройгенплана и определение потребности во временных зданиях и сооружениях, временном водоснабжении, энергоснабжении и других ресурсах;
- определение системы технико-экономических показателей.

Графическая часть содержит:

- линейный календарный план строительства объектов и циклограмму объектного строительного потока;

- поквартальный график освоения объемов работ нарастающим итогом;
- график движения рабочих;
- технико-экономические показатели.

2.2.1. Исходные данные для проектирования

Для выполнения работы используют генеральный план застройки жилого массива и конкретизирующие его документы.

Генеральный план в общем смысле – проектный документ, на основании которого осуществляется планировка, застройка, реконструкция и иные виды градостроительного освоения территорий. Основной частью генерального плана является масштабное изображение, полученное методом графического наложения чертежа проектируемого объекта на топографический, инженерно-топографический или фотографический план территории. При этом объектом проектирования может являться как земельный участок с расположенным на нём отдельным архитектурным сооружением, так и территория целого города или муниципального района.

В работе ориентировочно можно принять планировочную структуру участка застройки, характеризуемого следующими технико-экономическими показателями:

Площадь застройки – 50 000 м².

Жилая площадь – (по варианту задания и табл. 2.1).

Общая площадь – (по варианту задания и табл. 2.1).

Общая сметная стоимость (по варианту задания), тыс.руб.

Участок застройки имеет не менее одного въезда и выезда с дорог общего пользования.

Территория строительства свободна от строений и имеет спокойный рельеф.

Транзитная схема предусматривает транзитное движение автомашин по прилегающим к кварталу улицам; дороги и проезды – с двухслойным асфальтобетонным покрытием.

Вышеперечисленные данные предназначены для всех вариантов заданий по проектированию поточной организации строительства объектов. Остальные исходные данные приведены в табл. 2.1-2.7.

Трудоемкость процессов и численность рабочих в комплексных и специализированных бригадах приводится в табл. 2.3.

Таблица 2.1

Перечень зданий, возводимых в микрорайоне, и их характеристики

Наименование здания	Серия	Этаж-ность	Жилая площадь / общая площадь м ²	Объем здания, м ³	Размер здания в плане, м	Высота здания, м	Цена 1 м ² общей площади на 2016г. общая стоимость, тыс.руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
6-секционный 100-квартирный жилой дом	1-464А-15	5	$\frac{3019,4}{4645,2}$	15274	72×12,6	13,8	$\frac{15\ 960}{74137,4}$
8-ми секционный 120-квартирный жилой дом	1-464А	5	$\frac{3727,2}{5734,2}$	21696	120×12,7	13,4	$\frac{13\ 217}{75789}$
1-секционный 53-квартирный жилой дом	1-464А-20	9	$\frac{1667,1}{2564,8}$	8769	12,8×28	24,6	$\frac{15\ 440}{39600,5}$
1-секционный дом гостиничного типа	1-464АК-2	9	$\frac{1994,2}{2215,8}$	11862	14×28,5	24,3	$\frac{14\ 157}{31369,1}$
4-секционный жилой дом	11-49	9	$\frac{5024}{7729,2}$	25494	82*12,6	28,7	$\frac{13\ 720}{106045}$
6-секционный жилой дом	1-464	9	$\frac{6044}{9298,5}$	30594	96*12,6	28,4	$\frac{12\ 520}{116417,2}$

Таблица 2.2

Конструктивная характеристика зданий

№ п/п	Конструктивные части зданий	Характеристика элементов и частей здания
1	Фундаменты	1. Сборные железобетонные и бетонные элементы весом до 3т 2. Свайные со сборными железобетонными ростверками весом до 4,5 т 3. Свайные с монолитными железобетонными ростверками
2	Стены	Наружные – керамзитобетонные панели весом до 3 т Внутренние – железобетонные из тяжелого бетона весом до 4,6т
3	Перегородки	Крупнопанельные гипсобетонные весом до 2,5т
4	Перекрытия	Сборные железобетонные многослойные плиты весом до 6,5 т
5	Кровля	Мягкая из четырех слоев рубероида на битумной мастике
6	Окна, двери	Деревянные, типовые
7	Полы	В жилых комнатах из утепленного линолеума, в ваннах и санузлах – керамическая плитка
8	Объемные санитарно-технические кабины весом до 1,3 т	-
9	Блоки лифтовых шахт весом до 6,12 т	-

Таблица 2.3
Трудоёмкость специализированных потоков при возведении крупнопанельных жилых домов, чел.-дн.

Тип жилого здания	Специализированные потоки						
	Нулевой цикл	Монтаж надземной части здания	Кровельные работы	Санитарно-технические работы	Электромонтажные работы	Отделочные работы	
1	2	3	4	5	6	7	
5-этажный 6-секционный 100-квартирный	468	1014	380	280	220	3000	
5-этажный 8-секционный 120-квартирный	624	1352	330	220	190	2600	
9-этажный односекционный 53 квартирный	312	720	220	260	180	1800	
9-этажный односекционный гостиничного типа	468	1040	220	270	220	3000	
9-этажный 4-секционный	320	1612	278	320	280	2700	
9-этажный 6-секционный	520	1820	360	380	300	2800	
Рекомендуемые численные составы бригад рабочих, чел.*	$\frac{14-20}{26-28}$	$\frac{18-22}{26-28}$	10-12	8-10	6-10	38-40	

* в числителе – при работе в одну смену, в знаменателе – в две смены

Таблица 2.4

Структура застройки участка микрорайона

Тип жилого дома	Количество зданий по вариантам																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Пятиэтажный 6-секционный 100-квартирный	2	0	1	0	2	2	0	4	3	2	0	0	1	3	2	1	0	2	0	1	0	2	2	1	1	2	1	1	
Пятиэтажный 8-секционный 120-квартирный	2	2	1	2	0	2	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	2	1	1	2	0	1	1	0	1	0	
Девятиэтажный 1-секционный 53-квартирный	0	0	1	1	3	0	1	1	0	0	2	1	2	0	0	0	0	1	0	2	2	2	1	0	2	2	0	0	
Девятиэтажный 1-секционный гости- ничного типа	1	1	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	1	0	3	2	2	1	2	2	1	1	2	2	0	1	0	2	
Девятиэтажный 4-секционный	0	3	2	0	0	0	3	1	3	0	2	2	1	1	0	1	3	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	
Девятиэтажный 6-секционный	1	0	0	3	1	2	0	2	0	2	1	1	1	0	1	2	0	2	1	0	0	2	1	2	0	2	1	2	
Тип жилого дома	Количество зданий по вариантам																												
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Пятиэтажный 6-секционный 100-квартирный	2	2	0	2	2	1	0	0	2	2	1	0	1	2	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	1	2			
Пятиэтажный 8-секционный 120-квартирный	2	1	2	1	2	0	1	2	1	2	1	0	1	1	1	2	2	1	2	2	3	2	1	1	1	1			
Девятиэтажный 1-секционный 53-квартирный	2	0	2	2	0	1	0	2	1	2	0	1	2	1	0	2	1	2	3	2	2	2	2	0	2	1			
Девятиэтажный 1-секционный гости- ничного типа	0	0	0	2	2	1	0	1	2	2	1	2	0	1	2	1	2	1	1	1	1	1	3	1	2	3			
Девятиэтажный 4-секционный	1	2	0	1	2	2	1	1	2	0	0	2	2	0	2	0	0	0	2	1	2	1	2	1	2	1	0		
Девятиэтажный 6-секционный	1	0	1	2	1	1	3	1	2	1	2	2	1	2	0	1	1	1	0	1	1	1	1	2	0	2	2		

Продолжение табл. 2.4

Тип жилого дома	Количество зданий по вариантам																											
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
Пятиэтажный 6-секционный 100-квартирный	1	0	2	1	1	2	0	3	2	3	1	0	1	4	2	2	0	1	0	1	0	1	2	1	1	0	1	0
Пятиэтажный 8-секционный 120-квартирный	3	2	0	1	3	2	0	1	2	1	3	2	1	1	1	2	0	3	2	1	2	3	0	1	3	0	1	1
Девятиэтажный 1-секционный 53-квартирный	1	1	2	2	0	0	2	0	1	0	2	2	0	1	1	2	0	0	2	1	0	2	1	2	0	3	2	1
Девятиэтажный гости- ничного типа	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	1	3	0	4	1	3	1	0	1	0	1	2	1	2	1	0	3
Девятиэтажный 4-секционный	1	1	0	0	1	0	3	2	0	2	1	0	2	0	0	0	1	3	3	1	3	1	1	1	0	1	0	0
Девятиэтажный 6-секционный	0	1	1	1	0	2	1	1	1	2	2	3	1	0	0	2	3	0	2	3	2	2	2	3	1	2	3	1
Тип жилого дома	Количество зданий по вариантам																											
83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108			
Пятиэтажный 6-секционный 100-квартирный	1	2	1	1	2	1	0	0	2	2	1	1	1	0	1	3	2	2	1	2	1	0	1	1	1	3		
Пятиэтажный 8-секционный 120-квартирный	1	2	3	2	1	2	1	3	2	0	0	2	0	0	1	1	2	0	1	0	2	2	0	1	0			
Девятиэтажный 1-секционный 53-квартирный	1	1	1	0	2	0	1	1	2	1	0	1	1	4	2	1	2	0	1	3	1	1	0	1	0			
Девятиэтажный 1-секционный гости- ничного типа	1	1	2	3	0	1	3	4	0	0	2	1	0	0	0	2	0	1	1	1	1	3	3	3	0			
Девятиэтажный 4-секционный	1	0	2	1	1	2	0	1	1	0	1	0	3	1	2	0	0	2	2	0	3	0	1	0	4			
Девятиэтажный 6-секционный	1	0	0	0	1	3	0	2	1	3	2	2	2	1	0	1	0	1	3	1	0	1	2	1	2			

Окончание табл. 2.4

Тип жилого дома	Количество зданий по вариантам																											
	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134		
Пятиэтажный 6-секционный 100-квартирный	1	3	2	2	1	0	1	0	2	2	0	1	4	1	2	2	0	0	2	1	1	1	2	1	1	2		
Пятиэтажный 8-секционный 120-квартирный	0	1	1	0	3	3	1	0	0	2	1	1	2	1	2	1	0	1	0	0	1	3	2	1	2	0		
Девятиэтажный 1-секционный 53-квартирный	0	1	0	2	4	1	2	2	1	3	4	0	0	4	2	0	2	0	1	1	1	0	1	1	2	3		
Девятиэтажный 1-секционный госте- ничного типа	3	1	1	2	1	0	1	2	1	0	1	3	0	0	0	0	2	3	1	0	4	0	0	2	0	0		
Девятиэтажный 4-секционный	1	1	1	0	0	2	2	2	3	0	1	2	1	0	0	3	0	1	2	1	1	1	1	2	1	1		
Девятиэтажный 6-секционный	2	1	1	2	0	2	2	2	1	0	1	3	1	1	0	1	1	1	0	4	0	2	1	2	1	3		

Т а б л и ц а 2.5

Средний удельный вес стоимости отдельных комплексов работ
в общей стоимости объекта
(для укрупненной номенклатуры специализированных потоков), %

Наименование комплекса работ	Объекты жилищно-гражданского строительства
Возведение подземной части	8
Устройство надземной части	65
Устройство крыши и кровли	4
Отделочные работы	15
Внутренние санитарно-технические работы	6
Внутренние электротехнические работы	2

2.3. Формирование, проектирование и расчет строительного потока

Сначала на основе исходных данных необходимо сформировать объектный поток с непрерывным использованием трудовых ресурсов. В процессе формирования потока устанавливается очередность возведения зданий и временные параметры потока.

Строительные потоки характеризуются организацией непрерывного и равномерного производства строительно-монтажных работ. Поточное строительство – метод организации строительства, основанный на расчленении общего технологического процесса, разделении труда, совмещении и ритмичности выполнения работ. Для производства отдельных процессов, работ, входящих в состав общего технологического процесса, назначаются рабочие бригады или звенья, которые переходят с одной части здания или сооружения – захватки, участка (или с одного объекта) на другой вместе с закрепленными за ними строительными машинами и инвентарем. При этом работы одного вида выполняются последовательным методом, а работы разных видов – параллельно. Таким образом, сочетается последовательное и параллельное выполнение различных процессов производства на многих участках фронта работ.

При разработке объектного строительного потока «П» все виды строительно-монтажных работ рекомендуется разбивать на специализированные потоки «С» (по укрупненной номенклатуре). Можно выделить следующие специализированные потоки строительства жилых домов и культурно-бытовых зданий:

- возведение подземной части (ПЧ);
- возведение надземной части (НЧ);
- устройство кровли (КР);

- санитарно-технические работы (СТР);
- электромонтажные работы (ЭМР);
- отделочные работы (ОР).

Принятая последовательность производства работ при возведении отдельного здания или комплекса, состоящего из расположенных рядом однотипных зданий, может в значительной степени влиять на общий срок строительства. Существуют три основных метода строительства зданий или производства взаимосвязанных работ.

Последовательный метод предусматривает, что при возведении отдельного здания бригада рабочих выполняет каждую следующую работу только после окончания предыдущей. Следовательно, общая продолжительность строительства здания равна сумме продолжительностей производства отдельных видов работ, т.е. в данном случае потребуется незначительная численность персонала, работающего на одном объекте. В случае, когда ряд однотипных зданий будут строить одно за другим, каждое следующее здание – только после окончания предыдущего, то единая бригада рабочих будет возводить эти здания последовательно, переходя с одного законченного объекта на следующий. При этом методе общая продолжительность строительства комплекса зданий равна произведению продолжительности строительства одного дома на их число, но при этом так же, как и при возведении отдельного здания, требуется относительно малая численность рабочих, задействованных длительное время на одном месте.

Параллельный метод предусматривает одновременное выполнение ряда работ на отдельном здании или возведение нескольких однотипных зданий. На каждом из рассматриваемых объектов будет работать самостоятельная бригада. В идеале все бригады одновременно приступят к работе и в одно время закончат возведение зданий. При параллельном методе общая продолжительность возведения отдельного здания равна времени выполнения всех работ, но при этом в t раз (количество таких работ и бригад рабочих) возрастет потребность в рабочих для одновременной работы. Аналогичная схема привлечения людских ресурсов и продолжительности строительства будет при параллельном методе возведения комплекса однотипных зданий.

Поточный метод строительства сочетает в себе достоинства последовательного и параллельного методов и исключает их недостатки. При этом методе общая продолжительность строительства будет значительно меньше, чем при последовательном методе, но и интенсивность использования рабочих окажется меньше, чем при параллельном методе.

Сформированный объектный поток представляют в виде матрицы.

Согласно приведенным в табл. 2.3 расчетным трудоемкостям выполнения работ на объектах требуется определить расчетные продолжительно-

сти работ на объектах. Численный состав бригад, необходимый для выполнения работ на строительном потоке, можно также принять по табл. 2.3.

Продолжительность t_{ij} выполнения i -го специализированного потока на j -м объекте может быть определена по формуле

$$t_{ij} = q_{ij} / z_i n,$$

где q_{ij} – трудоемкость работ;

z_i – количество исполнителей в бригаде в смену;

n – число смен работы с сутки.

Трудоемкость работ – это показатель, характеризующий затраты живого труда, выраженные в рабочем времени, затраченном на производство продукции (услуг). Трудоемкость измеряется, как правило, в нормо-часах (фактических часах работы, затраченных на производство единицы работы).

Производственная бригада – тип низового структурного подразделения в производственных организациях промышленности, строительства, сельского хозяйства и т. д. Бригада представляет собой постоянный или временный коллектив рабочих, выполняющих общее производственное задание и несущих совместную ответственность за результаты своего труда. Члены бригады могут иметь как одинаковую, так и различные профессии. В зависимости от этого различают специализированные или комплексные бригады.

- *Специализированные бригады* выполняют однородные технологические процессы – изготовление определённой продукции, строительные, полеводческие или садоводческие работы и т. д.

- *Комплексные бригады* выполняют разнородные работы, как правило, смежные или близкие по технологии. Например, в строительстве бригада по возведению монолитных железобетонных конструкций выполняет опалубочные, арматурные, бетонные работы, осуществляет уход за твердеющим бетоном и распалубку. При этом внутри комплексных бригад могут быть организованы специализированные звенья по выполнению отдельных технологических процессов.

Количество смен при использовании основных машин (монтажных кранов, экскаваторов) принимается не менее двух.

Определив продолжительности работ и проставив их в матрицу, последнюю рассчитывают (рис. 2.7).

После расчета матрицы выявляют возможность уменьшения общей продолжительности работ на объектном потоке за счет определения рациональной очередности возведения объектов. По исходной матрице (заданной последовательности возведения объектов) и новой матрице, отображающей рациональную последовательность возведения объектов на потоке, строят циклограммы развития потока при различной последовательности возведения объектов и анализируют, в результате чего достига-

ется сокращение продолжительности работ на потоке. При этом могут быть применены иные методы, ведущие к сокращению сроков строительства (применение параллельных бригад, увеличение сменности работ).

Определив лучший вариант возведения объектов, строят линейный календарный график в системе ОВР (или системе ОФР) и фиксируют на этом графике места критического сближения фронтов работ. После этого строят график движения рабочих на потоке, а затем сетевой график объектного потока.

N	«С»	Специализированные потоки					$\frac{\sum t_t}{\sum t_p}$	
		ПЧ	НЧ	КР	СТР	ЭМР		
N ₁	0	14	116	130	166	186	$\frac{141}{75}$	216
	14	38	14	25	20	30		
	14	52	130	155	186	216		
N ₂	14	52	130	155	186	216	$\frac{136}{94}$	230
	15	36	15	24	18	28		
	29	88	145	179	204	244		
N ₃	29	88	145	179	204	224	$\frac{139}{84}$	223
	22	32	17	22	18	28		
	51	120	162	201	222	252		
N ₄	51	120	162	201	222	252	$\frac{124}{104}$	228
	16	30	14	20	17	27		
	67	150	176	221	239	279		
N ₅	67	150	176	221	239	279	$\frac{115}{123}$	238
	19	26	10	18	16	26		
	86	176	186	239	255	305		
«С» потоков, дн	86	162	70	109	89	139	$\frac{655}{480}$	1135
Число рабочих в бригадах	14×2=28 (работа в две смены)	14×2=28	10×1=10 (работа в одну смену)	7×1=7	5×1=5	28×1=28	K _{пл} =0,58 K _{сов} =2,15	
Трудоемкость потока «С», чел.-дн.	2408	4536	700	763	445	3892		

Рис. 2.7. Расчет матрицы исходного варианта

2.4. Определение рациональной очередности возведения объектов в составе комплексного проекта

Для определения рациональной очередности возведения объектов в составе комплексного проекта существует множество методов. Наиболее распространенными из них являются:

1. Способ, основанный на использовании матричного алгоритма с введением в расчеты двух дополнительных граф.
2. Способ расчета на основе алгоритма Джонсона.

1 способ

При организации неритмичных потоков, когда в роли захваток выступают здания (объекты), важно установить оптимальную очередность их возведения, обеспечивающую кратчайший срок строительства.

Количество возможных вариантов, устанавливающих очередность возведения объектов, среди которых находится оптимальный, зависит от числа объектов и определяется числом перестановок (K_i). Если в нашем примере 4 объекта и нужно решить, при какой очередности (при прочих равных условиях) будет обеспечен кратчайший срок их возведения, то возможно рассмотрение 24 перестановок, т.е. $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ варианта. Из этого следует, что путь полного перебора является громоздким и трудоёмким.

В рассматриваемой методике описываются более простые способы, основанные на использовании матричного алгоритма. На рис. 2.8 приведен расчёт неритмичного потока с введением двух дополнительных граф.

На основании суммарной продолжительности каждого процесса на всех объектах находим поток наибольшей длительности и выделяем его двойной линией (третий процесс). Этот процесс принимается за ведущий, в известной мере определяющий срок строительства. Затем по каждой строке матрицы подсчитывается время, предшествующее ведущему процессу ($\sum t_{\text{предш}}$) и следующее после него ($\sum t_{\text{посл}}$). Результаты заносятся в первую дополнительную графу. Если ведущим потоком является первый или последний, то $\sum t_{\text{предш}}$ или $\sum t_{\text{посл}}$ соответственно обращаются в нуль.

Помимо $\sum t_{\text{предш}}$ и $\sum t_{\text{посл}}$ рекомендуется также определять разность между продолжительностями последнего и первого процессов с записью результатов во вторую дополнительную графу матрицы с соответствующим знаком (см. рис. 2.8).

На основании двух дополнительных граф составляется матрица с новой очередностью возведения объектов согласно следующим правилам.

В первую строку матрицы записывается объект с наименьшим значением $\sum t_{\text{предш}}$ (числитель) и наибольшим значением разности, а в последнюю – объект с наименьшим значением $\sum t_{\text{посл}}$ (знаменатель) и наименьшим значением разности $t_n - t_1$.

Процессы Объекты	1	2	3	4	$\frac{\sum t_{\text{пред}}}{\sum t_{\text{посл}}}$	$t_n - t_1$
I	0 2 — 2	2 4 — 6	6 2 8	12 2 14	$\frac{6}{2}$	0
II	2 3 5	6 2 8	8 4 12	14 1 15	$\frac{5}{1}$	-2
III	5 1 6	8 2 10	12 3 — 15	15 2 17	$\frac{3}{2}$	+1
IV	6 1 7	10 1 11	15 1 16	17 4 21	$\frac{2}{4}$	+3
$\sum t_i$	7	9	10	9		

Рис. 2.8. Исходная матрица для оптимизации неритмичного потока

Затем заполняются вторая и предпоследняя строки матрицы с условием, чтобы $\sum t_{\text{предш}}$ и $\sum t_{\text{посл}}$ постепенно увеличивались при перемещении внутрь матрицы, а значение разности изменялось бы от максимума в первой строке до минимума в последней (рис. 2.9).

Процессы Объекты	1	2	3	4	$\frac{\sum t_{\text{пред}}}{\sum t_{\text{посл}}}$	$t_n - t_1$
IV	0 1 — 1	1 1 2	4 1 5	6 4 10	$\frac{2}{4}$	+3
III	1 1 2	2 2 4	5 3 8	10 2 12	$\frac{3}{2}$	+1
I	2 2 4	4 4 8	8 2 10	12 2 14	$\frac{6}{2}$	0
II	6 1 7	8 2 — 10	10 4 — 14	14 1 15	$\frac{5}{1}$	-2
$\sum t_i$	7	9	10	9		

Рис. 2.9. Рациональная очередность возведения объектов

Произведенный расчёт показал, что при новой очередности возведения объектов срок строительства сократится на 6 принятых единиц времени по сравнению с первоначальным вариантом.

В случае, если изложенные выше правила распределения объектов по строкам матрицы противоречат друг другу, то рекомендуется применять их порознь, т.е. сначала построить одну матрицу, руководствуясь значениями $\sum t_{\text{предш}}$ и $\sum t_{\text{посл}}$, а затем другую – по разностям продолжительностей последнего и первого процессов ($t_n - t_1$).

Указанный метод определения очередности строительства объектов в 80 % случаев даёт сокращение сроков строительства.

2 способ

Этот способ относится к задаче календарного планирования, которая именуется также задачей организации единичного и мелкосерийного производства и представляет собой сложную математическую проблему, имеющую важное практическое значение. Крупносерийное производство, как правило, организуется в форме долговременного ритмичного или кратноритмичного потока и как высшая разновидность поточного производства – конвейера, выпускающего длительное время типовую продукцию в больших объемах (измеряемых миллионами и десятками миллионов экземпляров). Мелкосерийное или единичное производство представляет собой технически сложный объемный проект, имеющий длительный цикл производства. Количество экземпляров измеряется единицами. Организация производства в этом случае представляет собой неритмичные комбинированные формы потоков. Сфера существования задачи по оптимизации такой формы организации работ весьма обширна и распространяется на промышленное производство, строительство и другие отрасли хозяйственной деятельности.

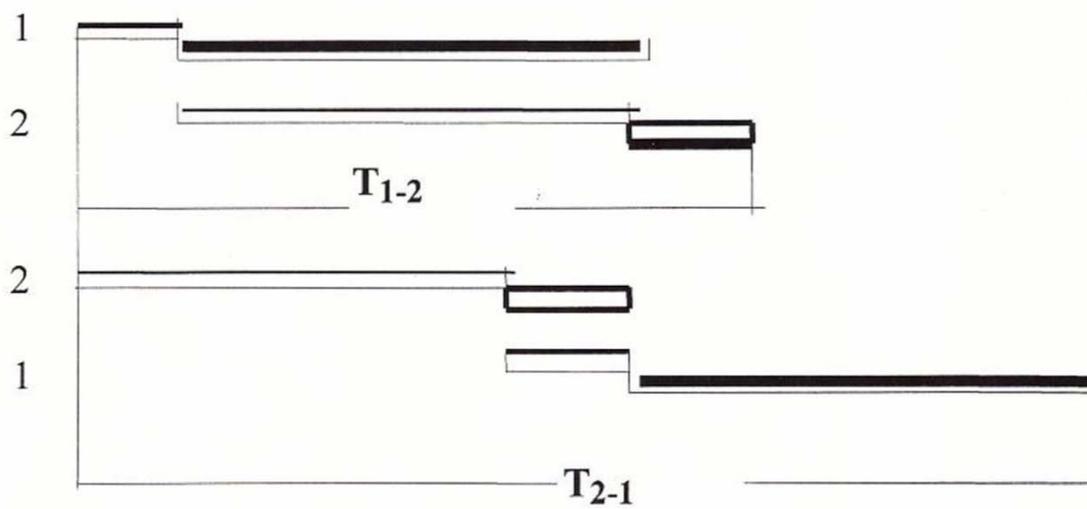
Большинство технологических процессов состоит из некоторого числа (часто весьма большого) операций по превращению сырья в готовую продукцию. Не отвлекаясь на существование этих операций, что относится к технологии производства, сущность проблемы можно сформулировать как постановку задачи по выявлению предпочтительных последовательностей выполнения таких операций.

Решение такой задачи в общем виде весьма сложно и к настоящему времени слабо разработано из-за большого количества факторов, влияющих на конечный результат. Поэтому такие задачи ставятся и решаются при большом числе ограничений и условий. В частности, для промышленного производства постановка задачи формулируется следующим образом: «Имеется n изделий, которые должны пройти обработку сначала на одной операции (на одном станке), а затем – на второй. Каждую операцию можно выполнить только на одном станке. Одновременно на станке может обра-

батываться только одно изделие. Составить план, позволяющий закончить обработку всех изделий за минимальное время».

В строительстве календарная задача имеет такую интерпретацию: «Конечной целью строительства комплекса зданий и сооружений является ввод в эксплуатацию всего комплекса. Поэтому сроки ввода в эксплуатацию отдельных объектов не имеют значения (с точки зрения достижения конечной цели). Определить рациональную последовательность возведения объектов поточным методом, обеспечивающую минимальную продолжительность реализации всего проекта». Неодинаковые продолжительности при разной очередности возведения объектов объясняются различной взаимосвязкой дифференцированных потоков в составе комплексного.

Продемонстрировать эффективность решения задачи можно на простейшем примере. Имеем комплекс, состоящий из двух объектов и выполняемый двумя потоками. В зависимости от очередности (1-2 или 2-1) получаем различные результаты.



Как уже указывалось, задача не имеет точного решения, несмотря на ограниченность учитываемых факторов (в нашем случае всего один – время производства). Поэтому понятен интерес к эвристическим методам решения.

Решение разбивается на два этапа, один из которых – выявление общих закономерностей и точных решений для частных случаев, а второй – эвристический метод.

Первый этап. Задача ставится как минимизация общей продолжительности комплексного потока $T_{A..N}$. Известно, что

$$T_{A..N} = \sum_{I=1}^{N-1} T_{I-J} - \sum_{I=2}^{N-1} T_I.$$

Второе алгебраическое слагаемое этого выражения представляет собой сумму продолжительностей потоков, кроме первого и последнего. Естественно, что вне зависимости от очередности эта величина будет оставаться постоянной. Таким образом, задача сводится к отысканию такой очередности возведения объектов (обработки изделий), при которой сумма продолжительностей всех пар потоков будет минимальной.

Существует простое правило (алгоритм Джонсона) позволяющее определить такую очередность, но только для двух потоков (в отдельных случаях для трех). Если по всем парам очередности совпадают, то задача – решена. Но это крайне редкий частный случай. По тому же алгоритму можно получить самую невыгодную очередность. Таким образом, устанавливается предел изменения продолжительности, но опять-таки только для одной пары. Для общего случая получение суммарного минимального или максимального результатов в большинстве случаев невозможно.

Второй этап. Здесь применяются эвристические алгоритмы. Существует достаточное большое количество таких правил, основанных на тех или иных соображениях. Не вдаваясь в оценку качества этих алгоритмов, приведем один наиболее простой. Основой его являются установленные по алгоритму Джонсона минимальные и максимальные продолжительности пар потоков и их влияние на конечный результат. Там, где интервал между минимальным и максимальным значениями наиболее велик, ведутся поиски оптимальных решений. Наиболее часто встречающиеся сочетания (или отдельные объекты) считаются доминирующими. Далее переходят к меньшим интервалам, продолжают операции, следя за тем, чтобы не нарушить ранее достигнутые вариации. Назовем этот метод «методом предпочтения».

Пример расчета

Исходные данные приведены в табл. 2.6. Даны четыре объекта (1, 2, 3, 4), работы по которым выполняются пятью потоками (*A, B, C, D, E*). Продолжительности отдельных работ указаны в соответствующих квадратах матрицы. В промышленной интерпретации – это пять технологических линий (станков), обрабатывающих четыре детали. Требуется найти такую очередность выполнения работ, при которой общее время на производство было бы минимальным.

Т а б л и ц а 2.6

Потоки (операции)	Объекты (детали)				T_i	
	1	2	3	4		
<i>A</i>	9	12	11	7	41	57, 62, 67, 67
<i>B</i>	12	16	12	18	58	73, 68, 78 , 73
<i>C</i>	11	22	13	15	61	81, 84, 98 , 83
<i>D</i>	7	27	18	20	72	86 , 75, 77, 60
<i>E</i>	10	20	9	14	53	

$$T_{A-B-C-D-E} = (67+78+98+86) - (58+61+72) = 138.$$

К табл. 2.6 выполнены все необходимые расчеты для определения общей продолжительности комплексного потока (табл. 2.7–2.14).

Задача сводится к отысканию минимальной суммы продолжительностей всех пар соседних потоков. На первом этапе, используя алгоритм Джонсона, определим минимальные продолжительности и соответствующие им очередности возведения объектов на примере первой пары $A-B$. Здесь же покажем работу алгоритма.

- 1) Запишем продолжительности отдельных работ в две колонки
- 2) Просмотрим все продолжительности и выберем среди них наименьшую.
- 3) Если она относится к первому потоку (A), то ставим объект первым.
- 4) Если она относится ко второму объекту (B), располагаем объект последним.
- 5) Вычеркиваем строку, относящуюся к этому объекту, и исключаем ее из дальнейшего рассмотрения.
- 6) Повторяем эти шаги в отношении оставшейся части объектов. Таким образом, двигаемся с обоих концов к середине.
- 7) Если попадают равные числа, то для определенности располагаем объект первым (из оставшихся). В общем случае это безразлично.

Т а б л и ц а 2.7

1 шаг			2 шаг			3 шаг		
№ объекта	Потоки		№ объекта	Потоки		№ объекта	Потоки	
	A	B		A	B		A	B
1	9	12	4	7	18	4	7	18
2	12	16	1	9	12	1	9	12
3	11	12	2	12	16	3	11	12
4	7	18	3	11	12	2	12	16
$T_{A-B} = 67$			$T_{A-B} = 65$			$T_{A-B} = 65$		

Минимальная продолжительность пары потоков $A-B$ равна 65. После первого шага критическая точка между соседними потоками появилась на первом объекте. Здесь достигнута минимальная величина, и дальнейшие шаги были сделаны исключительно в учебных целях. Таким образом, рациональная очередность будет выглядеть строго по алгоритму 4-1-3-2. Но в данном случае минимальную очередность можно представить 4- \approx (безразлично).

Для пары *B-C*:

Т а б л и ц а 2.8

1 шаг		2 шаг		3 шаг	
№	Потоки	№	Потоки	№	Потоки
объекта	<i>B C</i>	объекта	<i>B C</i>	объекта	<i>B C</i>
1	12 11	2	16 22	3	12 13
2	16 22	3	12 13	2	16 22
3	12 13	4	18 15	4	18 15
4	18 15	1	12 34	1	12 11
$T_{B-C}=78$		$T_{B-C}=77$		$T_{B-C}=76$	

Минимальная продолжительность этой пары равна 76 при очередности (строго по алгоритму) 3-2-4-1. Опять же заметим, что эта продолжительность была достигнута на третьем шаге. Стало быть, обязательная очередность для минимальной продолжительности – 3-2, а далее безразлично.

Пара *C-D*:

Т а б л и ц а 2.9

1 шаг		2 шаг		3 шаг	
№	Потоки	№	Потоки	№	Потоки
объекта	<i>C D</i>	объекта	<i>C D</i>	объекта	<i>C D</i>
1	11 7	2	22 27	3	13 18
2	22 27	3	13 18	2	22 27
3	13 18	4	15 20	4	15 20
4	15 20	1	11 7	1	11 7
$T_{C-D}=98$		$T_{C-D}=94$		$T_{C-D}=85$	

В этой паре минимальная продолжительность достигнута только на четвертом шаге (конечном) и равна 85 при очередности 3-4-2-1.

Пара *D-E*:

Т а б л и ц а 2.10

1 шаг		2 шаг		3 шаг	
№	Потоки	№	Потоки	№	Потоки
объекта	<i>D E</i>	объекта	<i>D E</i>	объекта	<i>D E</i>
1	7 10	1	7 10	1	7 10
2	27 20	2	27 20	2	27 20
3	18 9	3	18 9	4	20 14
4	20 14	4	20 14	3	18 9
$T_{D-E}=86$		$T_{D-E}=86$		$T_{D-E}=81$	

Минимальная продолжительность пары достигнута на третьем шаге при очередности 1-2-4-3 и равна 81.

Если бы удалось по всем парам соседних потоков сохранить минимальные продолжительности, то тогда общая длительность разработки равнялась бы:

$$T_{\text{об}}^{\text{min}} = (65+76+85+81) - (58+61+72) = 116.$$

Но такой результат можно получить, как мы видели, в крайне редких случаях.

Алгоритмом Джонсона можно воспользоваться и для определения максимальной продолжительности пар соседних потоков. Для этого достаточно установить очередность, обратную по сравнению с минимальной. Такая операция полезна для выявления нежелательных вариаций при установлении рациональной очередности.

Т а б л и ц а 2.11

№ объекта	Потоки		№ объекта	Потоки	
	A	B		A	B
1	9	12	2	12	16
2	12	16	3	11	12
3	11	12	1	9	12
4	7	18	4	7	18
$T_{A-B} = 67$			$T_{A-B} = 70$		

Максимальная продолжительность пары A-B равна 70 при последовательности 2-3-1-4.

Для пары B-C:

Т а б л и ц а 2.12

№ объекта	Потоки		№ объекта	Потоки	
	B	C		B	C
1	12	11	1	12	11
2	16	22	4	18	15
3	12	13	2	16	22
4	18	15	3	12	13
$T_{B-C} = 78$			$T_{B-C} = 81$		

Максимальная продолжительность данной пары 81. Последовательность: 1-4-2-3.

Пара C-D:

Т а б л и ц а 2.13

№ объекта	Потоки		№ объекта	Потоки	
	C	D		C	D
1	11	7	1	11	7
2	22	27	2	22	27
3	13	18	4	15	20
4	15	20	3	13	18
$T_{C-D} = 98$			$T_{C-D} = 98$		

Пара *С-Д* с самого начала имела наихудшую очередность, и поэтому в результате поиска общая продолжительность не изменилась.

Пара *Д-Е*:

Максимальная продолжительность пары *Д-Е* при последовательности 3-4-2-1 составляет 95.

Т а б л и ц а 2.14

№ объекта	Потоки <i>Д</i> <i>Е</i>	№ объекта	Потоки <i>Д</i> <i>Е</i>
1	7 10	3	18 9
2	27 20	4	20 14
3	18 9	2	27 20
4	20 14	1	7 10
$T_{Д-Е} = 86$		$T_{Д-Е} = 95$	

Если бы удалось сохранить максимальные продолжительности по всем парам, то тогда общая длительность разработки равнялась бы:

$$T_{\text{об}}^{\text{max}} = (70+81+98+95) - (58+61+72) = 153.$$

Но в силу несовпадений очередностей по парам это также недостижимо, как и получение минимальной продолжительности.

Второй этап.

По принципу предпочтения будем назначать очередность в зависимости от частоты попадания объекта на то или иное место в вариантах. Результаты предшествующих расчетов сведем в таблицу (табл. 2.15).

Т а б л и ц а 2.15

Пары потоков	T_{I-J}^{min}		T_{I-J}^{max}		<i>R</i>
	очередность	<i>T</i>	очередность	<i>T</i>	
<i>А-В</i>	4-1-3-2	65	2-3-1-4	70	5
<i>В-С</i>	3-2-4-1	76	1-4-2-3	81	5
<i>С-Д</i>	3-4-2-1	85	1-2-4-3	98	13
<i>Д-Е</i>	1-2-4-3	81	3-4-2-1	95	14

В нашем случае из четырех пар потоков два начинаются с объекта 3. Причем потери, имеющие место при этом, равноценны выгодам. Объект 2 дважды фигурирует на втором месте. Исходя из аналогичных рассуждений, присваиваем объекту 4 третье место, а объекту 1 – четвертое.

Итак, окончательная последовательность – 3-2-4-1. Рациональная продолжительность равна 132 (табл. 2.16).

Как видим, решение задачи достаточно трудоемко и не дает гарантии действительного оптимума. Другие эвристические методы также не дают гарантированного оптимума и по трудоемкости мало отличаются от при-

веденного выше. Однако с применением ЭВМ проблема решается значительно проще. Здесь возможен полный перебор вариантов. Однако выгоды, получаемые от результатов решения задачи, с лихвой окупают возможные затраты.

Т а б л и ц а 2.16

Потоки	Объекты				T_{I-J}	$T_{I-J-P_{I-J}}$
	3	2	4	1		
<i>A</i>	11	12	7	9		
						51,60, 69, 69
<i>B</i>	12	16	18	12	58	
						69,72, 76,73
<i>C</i>	13	22	15	11	61	
						68,77,89, 85
<i>D</i>	18	27	20	7	72	
						82, 89, 89,71
<i>E</i>	9	20	14	10		

$$T_{A-B-C-D-E}^{\text{opt}} = (69+76+89+89) - (58+61+72) = 132.$$

Экономическая эффективность внедрения результатов решения задачи

Экономический эффект может быть получен по двум направлениям. Во-первых, подрядчиком (строительной организацией, заводом изготовителем продукции и др.). Например, строительная организация получит прибыль от сокращения сроков строительства за счет уменьшения условно-постоянной части накладных расходов:

$$\mathcal{E} = K(1 - T_2:T_1).$$

Во-вторых, заказчик (потребитель) сможет получить дополнительную прибыль за счет досрочного пуска предприятия в эксплуатацию (использования промышленной продукции).

2.5. Календарное планирование

Календарный план устанавливает целесообразную последовательность, взаимную увязку во времени и сроки выполнения работ по возведению отдельных зданий и сооружений, а также определяет потребность в рабочих, материально-технических и других ресурсах.

Календарный план включает в себя два последовательных этапа проектирования:

- 1) разработку технологии и организации работ с составлением таблицы исходных данных путем определения основных показателей для отдельных видов работ;
- 2) построение и оптимизацию линейного графика.

На 1-м этапе анализируются объемно-конструктивное решение намечаемого к строительству объекта, определяется метод его строительства и потребные ведущие строительные машины и механизмы, уточняется состав работ в технологической последовательности их выполнения, а также объемы работ, определяют затраты труда, составы бригад и звеньев рабочих, устанавливают структуру строительных потоков.

На 2-м этапе строится организационно-технологическую модель (график) возведения объекта. Линейный календарный график строится на основе нормативных данных о продолжительности работ.

По своей форме календарный план производства работ по объекту состоит из двух основных частей: левой расчетной в виде таблицы и правой – графической. Графическая часть представлена в виде линейного графика. Работы изображаются в виде горизонтальных линий, построенных в масштабе времени. Причем работы, выполняемые в одну смену, изображаются одной линией, а в две – двумя параллельными линиями. Над линиями работ линейного графика указана слева – сметная стоимость в день, руб., а справа – продолжительность работы, дн.; под каждой работой – количество рабочих в смену.

Продолжительность любой работы измеряется в днях, определяется по формуле

$$t_{\text{дн}} = \frac{T}{m \cdot K},$$

где T – нормативные затраты труда в чел.-час или маш.-час, определяются по нормативной литературе (государственным элементарным сметным нормам (ГЭСН) или по укрупненным показателям);

m – количество рабочих в бригаде или механизмов,

$$m = pm_j;$$

p – количество звеньев рабочих, выполняющих данную работу;

m_j – количество рабочих в звене, состав которой устанавливается из рекомендаций единых норм и расценок;

K – коэффициент выработки ($1 \leq K \leq 1,3$).

Форма сводного календарного плана представлена в прил. 3.

Построение графиков обеспечения календарного плана ресурсами

График движения рабочей силы

Для оценки календарного плана по потреблению трудовых ресурсов строят так называемый график движения рабочей силы в виде суммирующей эпюры под графиком производства работ, где на каждом отрезке времени суммируется количество рабочих, указанное под линиями графиков

работ. При этом календарный план оценивают по коэффициенту неравномерности движения рабочих:

$$K_p = \frac{N_{\max}}{N_{\text{cp}}},$$

где N_{\max} – максимальное число рабочих по графику, чел.;

N_{cp} – среднее число рабочих, определяемое путем деления общей трудоемкости $Q_{\text{общ.}}$, чел.-дн, на общий фактический срок строительства, дн. Значение величины коэффициента K_p не должно превышать 1,3–1,5.

Дифференциальный график капвложений

При выполнении строительно-монтажных работ важно не только равномерное использование труда рабочих, но и рациональное нарастание осваиваемых капитальных вложений, которое достигается путем построения дифференциального графика на основе суммирования ежедневно осваиваемых денежных средств по всем работам при возведении объекта.

Денежные средства, осваиваемые в день по каждой работе, определяются путем деления общей стоимости работы C_i на ее продолжительность t_i , т.е.

$$K_i = \frac{C_i}{t_i}.$$

Интегральный график капвложений

Интегральный график капвложений строится путем суммирования стоимости работ нарастающим итогом по отдельным периодам (месяцам, кварталам), т.е.

$$K_i = K_{i-1} + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n K_{ij},$$

где K_i – величина освоенных средств на конец i -го периода, тыс.руб.;

K_{i-1} – капиталовложения, освоенные за предыдущий период (для первого периода $K_{i-1} = 0$);

$j = 0, 1, \dots, m$ – число дней в периоде;

$i = 0, 1, \dots, n$ – число выполняемых работ;

K_{ij} – средства, затрачиваемые на выполнение i -й работы в j -й день.

После построения календарного плана и трех графиков (движения рабочей силы, интегрального и дифференциального) рассчитываются технико-экономические показатели.

2.6. Автоматизация решения задач поточной организации строительства

Для решения задач поточной организации работ с применением ЭВМ удобно использовать специальную программу, представляющую пользователю большую степень свободы.

На рис. 2.10 показана укрупненная схема сценария диалога, осуществляемого программой решения задач поточной организации строительства на ПЭВМ.

При вводе исходных данных программа последовательно запрашивает у пользователя данные конкретной задачи поточной организации работ: число фронтов, число процессов, матрицу продолжительности работ по процессам.

После ввода исходных данных ЭВМ предлагает пользователю выбрать режим работы. Подобная программа может работать в шести режимах:

1. Контроль и корректировка исходных данных.
2. Расчет параметров потока при непрерывной работе бригад.
3. Расчет параметров потока при непрерывном освоении фронтов работ.
4. Расчет параметров потока методом критического пути.
5. Функции эксперта.
6. Оптимизация очередности фронтов работ.

Режим контроля и корректировки исходных данных используются, во-первых, для контроля исходных данных и при необходимости их корректировки; во-вторых, для внесения изменений, связанных с анализом вариантов поточной организации работ.

Программа обеспечивает возможность изменения размерности матрицы продолжительности работ за счет изменения количества фронтов и процессов. Все изменения производятся при последовательном выводе на экран введенных ранее данных. Пользователь имеет возможность управлять темпом просмотра.

Во втором, третьем и четвертом режимах программа рассчитывает матрицы начала и окончания работ соответственно при неопределенной работе бригад на объектах, при непрерывном строительстве объектов, при расчете методом критического пути.

После проведения расчетов ЭВМ предлагает пользователю выбрать необходимую форму представления результатов на дисплее:

- матрицу начала работ;
- матрицу окончания работ;
- матрицу продолжительности работ;
- циклограмму.

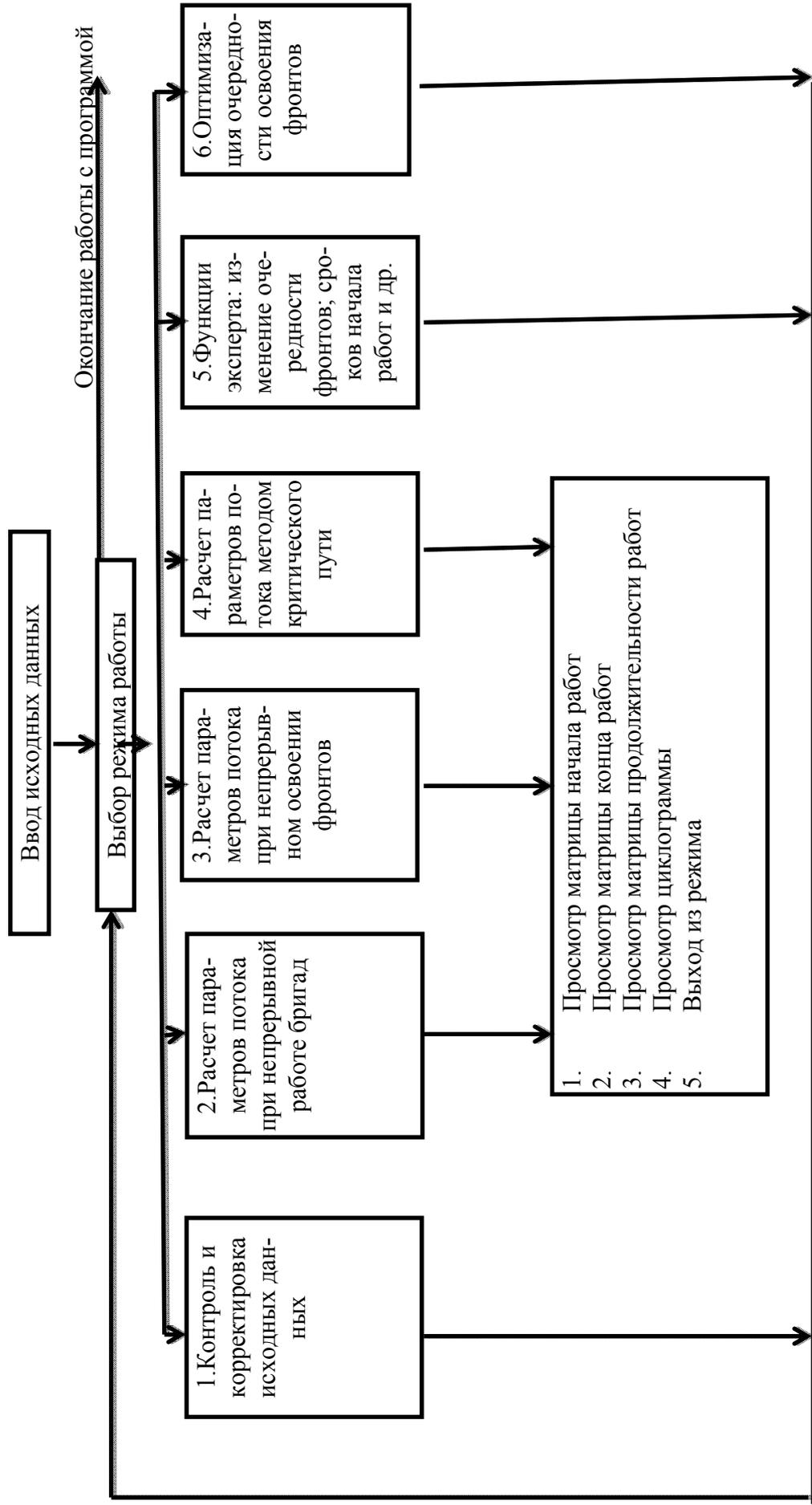


Рис. 2.10. Укрупненная схема сценария диалога на ПЭВМ

Закончив просмотр одних результатов, пользователь может вывести на экран другие, либо закончить работу в этом режиме и перейти к выбору нового режима работы.

В пятом режиме можно воспользоваться функциями, позволяющими без изменения матрицы исходных данных произвести такое их преобразование, которое эквивалентно одному из возможных организационных приемов. К числу таких приемов относится:

- изменение очередности фронтов;
- изменение очередности процессов и их запараллеливание;
- изменение сроков начала работ;
- восстановление первоначальной очередности фронтов и процессов.

Изменение очередности фронтов (процессов) ведется путем присвоения новой нумерации фронтам (процессам).

Все преобразования производятся относительно базовой нумерации (очередности) фронтов (процессов), которая задается при вводе исходных данных.

В этом режиме расчеты не ведутся, поэтому для оценки эффективности организационного приема, реализуемого с помощью заданной функции, необходимо войти в режим два, три или четыре и произвести расчеты.

При большом количестве фронтов достаточно трудно подобрать такую последовательность их выполнения, при которой будет достигнут максимальный срок завершения всех работ. Рекомендации по установлению очередности освоения фронтов, позволяющей минимизировать срок выполнения работ, можно получить, войдя в чистый режим оптимизации очередности освоения фронтов. В этом режиме производится расчет оценок фронтов в соответствии с методикой, изложенной в учебной литературе. Такой подход не всегда приводит к однозначному решению. Однако поскольку затраты времени на расчет варианта очень незначительны, то за несколько итераций можно легко прийти к оптимальному решению.

При окончании работ в одном режиме пользователь выбирает нужный режим работы программы и т.д. При завершении всех работ пользователь сообщает ЭВМ, что он закончил работу с программой.

2.7. Проектирование стройгенплана

2.7.1. Общие требования

В составе работы предлагается разработать общеплощадочный стройгенплан (СГП) (либо объектный по указанию руководителя курсового проектирования).

СГП называют генеральный план площадки, на котором показана расстановка основных монтажных и грузоподъемных механизмов, временных

зданий, сооружений и установок, возводимых и используемых в период строительства.

СГП предназначен для определения состава и размещения объектов строительного хозяйства в целях максимальной эффективности их использования и с учетом соблюдения требований охраны труда. СГП – важнейшая составная часть технической документации и основной документ, регламентирующий организацию площадки и объемы временного строительства.

Различают стройгенплан общеплощадочный и объектный.

Общеплощадочный СГП дает принципиальные решения по организации строительного хозяйства всей площадки в целом и выполняется проектной организацией на стадии проекта или РП в составе ПОС.

Объектный СГП детально решает организацию части строительного объекта и охватывает территорию, примыкающую к нему. Он составляется строительной организацией на одно или несколько зданий и сооружений на стадии рабочей документации в составе ППР. Различия в методах проектирования между СГП в составе ПОС и ППР сводятся, по существу, к степени детализации разработки плана и точности расчетов.

Общие принципы проектирования. СГП является частью комплексной документации на строительство, и его решения должны быть увязаны с остальными разделами проекта, в том числе с принятой технологией работ и сроками строительства, установленными графиками; решения СГП должны отвечать требованиям строительных нормативов (СНиПов). Временные здания, сооружения и установки (кроме мобильных) располагают на территориях, не предназначенных под застройку до конца строительства; решения СГП должны обеспечивать рациональное прохождение грузопотоков на площадке путем сокращения числа перегрузок и уменьшения расстояний перевозок. Это требование прежде всего относится к массовым, а также особо тяжелым грузам. Целесообразность промежуточной разгрузки массовых материалов необходимо каждый раз подвергать тщательному анализу. Правильное размещение монтажных механизмов, установок для производства бетонов и растворов, складов, площадок укрупнительной сборки – основное условие решения этой задачи. СГП должен обеспечивать наиболее полное удовлетворение бытовых нужд работающих на строительстве. Это требование реализуется путем продуманного подбора и размещения бытовых помещений, устройств и пешеходных путей. Принятые СГП решения должны отвечать требованиям техники безопасности и условиям охраны окружающей среды. Затраты на временное строительство должны быть минимальными. Сокращение их достигается использованием постоянных объектов, уменьшением объема временных зданий, сооружений и устройств с использованием инвентарных решений.

Исходными данными для составления общеплощадочного стройгенплана являются:

- генеральный план строительства;
- календарный план строительства;
- расчеты объемов временного строительства;
- организационно-технологические системы застройки;
- графики потребности в основных видах ресурсов;
- расчеты потребности в подсобных зданиях, сооружениях и установках и др.

Стройгенплан разрабатывается для основного периода строительства жилых образований с указанием:

- постоянных зданий и сооружений;
- мест размещения временных, в том числе мобильных (инвентарных) зданий и сооружений;
- постоянных и временных дорог для транспортирования конструкций, материалов и изделий, путей для перемещения кранов большой грузоподъемности;
- инженерных сетей, мест подключения временных инженерных коммуникаций к действующим сетям с указанием источников обеспечения стройплощадки электроэнергией, водой, теплом;
- основных монтажных кранов и механизированных установок.

При разработке стройгенплана необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- решения стройгенплана должны быть увязаны с принятой организацией технологией производства работ; отвечать требованиям строительных нормативов, охраны труда и безопасной эксплуатации строительных машин и приспособлений, обеспечивать наиболее полное удовлетворение бытовых нужд работающих на строительстве; обеспечивать рациональное прохождение грузопотоков на строительной площадке путем сокращения числа перегрузок и уменьшения расстояний перевозок;
- временные здания, сооружения и инженерные коммуникации должны располагаться на свободных площадках и в таких местах, которые позволяют их эксплуатировать в течение всего периода строительства без их разборки, переноски, передвижки;
- затраты на строительство временных зданий и сооружений должны быть минимальными.

2.7.2. Выбор монтажных кранов и методов производства работ

Проектные решения стройгенплана во многом зависят от правильного выбора монтажных кранов. При этом следует принимать во внимание:

- объемно-планировочные и конструктивные решения планируемых к строительству объектов;
- массу монтируемых элементов, расположение их на плане или высоте зданий;
- методы организации строительства;
- методы и способы монтажа конструкций;
- технико-экономические характеристики монтажных кранов;
- расчет экономической эффективности применения комплекта машин.

Размещение (привязка) монтажных кранов и подъемников при проектировании СГП необходимо для определения возможности монтажа выбранным механизмом и безопасных условий производства работ. В процессе привязки выявляют факторы влияния действия устанавливаемого крана на работу механизмов, расположенных на смежных участках, а также на другие элементы строительного хозяйства. Только тщательный учет взаимного влияния расположения кранов, подъемников, объектных складов и дорог позволяет правильно установить кран.

Привязку механизма выполняют в следующем порядке:

- определяют расчетные параметры и подбирают кран;
- производят поперечную и продольную привязку крана и подкрановых путей с уточнением конструкции подкрановых путей;
- рассчитывают зоны действия крана;
- выявляют условия работы и при необходимости вводят ограничения в зону действия крана.

Практически невозможно подобрать кран, у которого все параметры соответствовали бы заданным. Обычно близок к расчетным один из параметров крана, а остальные приходится принимать с определенной избыточностью. Для выбора крана производят технико-экономическое сравнение вариантов, а затем осуществляют окончательную горизонтальную и вертикальную привязку крана и определяют безопасные условия производства работ.

Поперечная привязка подкрановых путей башенных кранов

Установку башенных и рельсовых стреловых кранов (кранов нулевого цикла) у зданий и сооружений производят исходя из необходимости соблюдения безопасного расстояния между зданием и краном. Ось подкрановых путей, а следовательно, и ось передвижения кранов относительно строящегося здания определяют по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}},$$

где B – минимальное расстояние от оси подкрановых путей до наружной грани сооружения, м;

$R_{\text{пов}}$ – радиус поворотной платформы (или другой выступающей части крана), принимают по паспортным данным крана или справочникам, м;

$l_{\text{без}}$ – безопасное расстояние – минимально допустимое расстояние от выступающей части крана до габарита строения, штабеля и т.п., принимают не менее 0,7 м на высоте до 2 м и 0,4 м на высоте более 2 м.

Продольная привязка подкрановых путей башенных кранов

Для определения крайних стоянок крана последовательно производят засечки на оси передвижения крана в следующем порядке:

– из крайних углов внешнего габарита здания со стороны, противоположной башенному крану, – раствором циркуля, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана;

– из середины внутреннего контура здания – раствором циркуля, соответствующим минимальному вылету стрелы крана;

– из центра тяжести наиболее тяжелых элементов – раствором циркуля, соответствующим определенному вылету стрелы согласно грузовой характеристике крана.

Крайние засечки определяют положение центра крана в крайнем положении и показывают расположение самых тяжелых элементов (рис. 2.11).

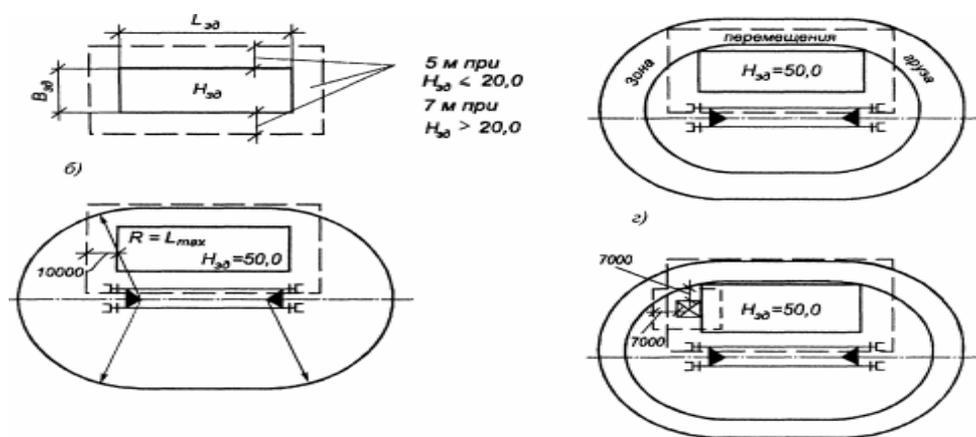


Рис. 2.11. Определение необходимых зон при возведении надземной части зданий башенным или рельсовым стреловым краном:
 а – монтажной зоны; б – зоны обслуживания башенного крана;
 в – зоны перемещения груза; г – зоны работы подъемника

По найденным крайним стоянкам крана согласно определяют длину подкрановых путей:

$$L_{\text{п.п}} = l_{\text{кр}} + H_{\text{кр}} + 2l_{\text{торм}} + 2l_{\text{туп}}$$

или приближенно

$$L_{\text{п.п}} \geq l_{\text{кр}} + H_{\text{кр}} + 4,$$

где $L_{\text{п.п}}$ – длина подкрановых путей, м;

$l_{кр}$ – расстояние между крайними стоянками крана, определяемое по чертежу, м;

$H_{кр}$ – база крана, определяемая по справочникам, м;

$l_{торм}$ – величина тормозного пути крана, принимаемая не менее 1,5 м;

$l_{туп}$ – расстояние от конца рельса до тупиков, равное 0,5 м.

Определяемую длину подкрановых путей корректируют в сторону увеличения с учетом кратности длины полузвена, т.е. 6,25 м. Минимально допустимая длина подкрановых путей согласно правилам Госгортехнадзора составляет два звена (25 м). Таким образом, принятая длина путей должна удовлетворять следующему условию:

$$L_{п.п.} = 6,25n_{зв} > 25 \text{ м,}$$

где 6,25 – длина одного полузвена подкрановых путей, м;

$n_{зв}$ – количество полузвеньев.

В случае необходимости установки крана на одном звене, т. е. на приколе, звено должно быть уложено на жестком основании, исключающем просадку подкрановых путей. Таким основанием могут служить сборные фундаментные блоки или специальные сборные конструкции.

Привязку ограждений подкрановых путей производят исходя из необходимости соблюдения безопасного расстояния между конструкциями крана и ограждением.

Расстояние от оси ближнего к ограждению рельса до ограждения $l_{п.п.}$ определяют по формуле

$$l_{п.п.} = (R_{пов} - 0,5b_{к}) + l_{без},$$

где $b_{к}$ – ширина колеи крана, м (принимают по справочникам);

$l_{без}$ – принимают равным 0,7 м.

Для башенных кранов без поворотной части $l_{без}$ выдерживается от базы крана.

Крайние стоянки башенного крана должны быть привязаны к осям здания и обозначены на СГП и местности хорошо видимыми крановщику и стропальщикам ориентирами.

Рекомендуемые марки монтажных кранов для монтажа конструкций многоэтажных жилищно-гражданских зданий и сооружений приведены в табл. 2.17.

Таблица 2.17

Марка	Грузо-подъемность, т	Вылет, м	Высота подъема, м	Инвентарно-расчетная стоимость, тыс.руб.	Себестоимость маш.-смены, руб.
Башенные передвижные краны					
МСК-3-5-20	3-5	20	25	17,8	17,63
БКСМ-5-5А	5-5	22	30	23,8	21,39
БКСМ-5-10	5-5	22	40	40,4	26,73
БКСМ-14М	5-5	30	56,5	47,2	30,42
КБ-100.0	5-5	20	33	17,4	17,55
КБ-100.3	5-8	25	33	24,0	18,78
МСК-5-20А	5-5	20	29	21,1	18,70
МСК-5-20-45	5-5	20	45	31,1	23,04
МКС-5-30	5-5	30	40	41,1	25,83
КБ-160.2	5-8	25	46,1	33,0	23,45
КБ-160-1М	8-8	20	46	45,6	26,24
МКС-5-5Б	8-8	22	43	28,2	20,75
МСК-10-20	10-10	20	36	35,0	28,29
Краны стреловые рельсовые и «нулевики»					
МБСТК-80/100	3,5-7,7	25	3,5	25,4	24,27
МСТК-90/7,6	4,5-7,7	19	15	20,2	24,74
МСТК-90	5-5	19,4	14,3	20,4	17,88
КС-250	5-8	37	7,8	38,1	24,93
КБ-271	5-10	20	20	20,1	27,06

При выборе метода монтажа конструкций с использованием монтажных кранов следует исходить из следующих предпосылок:

– наибольшее распространение в сборном гражданском строительстве имеет метод монтажа отдельными элементами (колонны, ригели, плиты, панели, балки и т.п.);

– сокращение срока строительства и обеспечение фронта работ для последующих смежных работ в большей степени достигается при использовании комплексного метода монтажа, предусматривающего в пределах здания (или принятой захватки) последовательную установку разнотипных конструкций;

– повышение точности сборки конструкций и сокращение затрат труда и кранового времени наилучшим образом обеспечиваются при применении метода ограниченно свободного монтажа.

2.7.3. Транспортные коммуникации и инженерные сети

Выбор топологии дорог и их параметров (протяженность, размещение, покрытие) осуществляется на основе схемы движения автотранспорта на строительной площадке, предусматривающей беспрепятственный проезд автотранспортных средств в обслуживаемые зоны.

Для нужд строительства в первую очередь следует использовать постоянные автодороги, при необходимости прокладывают и временные дороги.

Проектирование, размещение и сооружение автодорог производятся в соответствии со СНиП 2.05.07-85, СНиП 11-89-80, СНиП 3.06.03-85.

При устройстве инженерных коммуникации целесообразно в начале выполнять работы по канализации, используемой для организованного отвода вод со строительной площадки. Проектирование, размещение и сооружение сетей канализации производятся в соответствии со СНиП 2.04.03-85, СНиП 3.05.04-85.

Проектирование, размещение и сооружение сетей водоснабжения производятся в соответствии со СНиП 2.04.02-84, СНиП 3.05.04-85, СНиП Ш-4-80, СН 478-80.

До начала монтажа подземной части должны быть завершены работы по обеспечению строительства постоянной электроэнергией за счет прокладки кабельных сетей и устройства ЛЭП, сооружения фидерных и трансформаторных подстанций. Проектирование, размещение и сооружение сетей электроснабжения производятся согласно СНиП 111-4-80, ГОСТ 12.1.013-78, СНиП 3.05.06-85, СН 174-75, СН 465-74.

Строительство сетей теплоснабжения включает все работы по строительству камер и каналов, прокладке дренажей, установке креплений, скользящих и неподвижных опор. Проектирование, размещение и сооружение сетей теплоснабжения производятся в соответствии со СНиП 3.05.04-85.

Сети газопроводов с устройством электрозащиты прокладываются от газораспределительных подстанций или действующей сети низкого давления до первого запорного крана на вводе в здание.

2.7.4. Мобильные здания и их комплексы

Мобильные здания имеют различные объемно-планировочные, конструктивные и функционально-технологические решения и в зависимости от их особенностей классифицируются по типу и назначению.

По типу мобильные здания подразделяются на контейнерные и сборно-разборные.

По функциональному назначению мобильные здания подразделяются на производственные, складские, вспомогательные, жилые и общественные. В городском строительстве применяются производственные, складские и вспомогательные здания.

При организации строительных площадок мобильные (инвентарные) здания размещают в виде комплексов, характерной особенностью которых является их компактность, позволяющая сократить протяженность инженерных сетей и размеры временно отводимой для них территории.

Последовательность определения потребности в мобильных зданиях и формирования комплексов включает следующие этапы – установление функциональных групп зданий и их номенклатуры, расчет мощности (вместимости) зданий по периодам строительства, определение параметров использования постоянных зданий для нужд строительства, выбор типов и конструктивных вариантов зданий, определение параметров комплекса мобильных зданий.

Выбор функциональных групп и номенклатуры мобильных зданий осуществляется согласно ГОСТ 25957-83.

Расчет вместимости мобильных зданий следует выполнять для каждой группы зданий.

Применительно к производственным и складским зданиям расчет потребной вместимости осуществляется в соответствии с нормативными показателями на 1 млн руб. строительно-монтажных работ.

- ремонтно-механическая мастерская – 67 м²;
- электротехническая мастерская – 39,3 м²;
- инструментальная мастерская – 32,5 м²;
- материальная кладовая – 24 м²;
- инструментально-раздаточная – 24 м²;
- склад материально-технический – 29 м².

Применительно к вспомогательным зданиям параметры вместимости приводятся к показателям потребной площади.

В расчетах численность работающих принимается по наиболее многочисленной смене с увеличением этого количества на 5 % за счет учеников и практикантов. В жилищно-гражданском строительстве соотношение числа рабочих, ИТР, служащих, МОП составляет соответственно 85, 8,5 и 2 %.

Расчет потребности площади для гардеробных и сушилок осуществляется на общее число рабочих, занятых на строительной площадке.

Расчет для столовых и буфетов производится, исходя из численности посещающих для наиболее многочисленной смены.

При расчете площади гардеробных, душевых, уборных следует руководствоваться отношением численности мужчин и женщин, %, – 70:30 от числа работающих в наиболее многочисленную смену.

Показатель потребной площади вспомогательных зданий находят по формуле

$$S = P_n P,$$

где P_n – нормативный показатель площади (табл. 2.18);

P – расчетная численность работающих.

Результаты расчета площадей временных зданий и сооружений сводятся в табл. 2.19.

Номенклатура и параметры временных зданий представлены в табл. 2.20.

Т а б л и ц а 2.18

Нормы для определения площадей временных зданий

Номенклатура	Единица измерения	Нормативный показатель
Гардеробная	м ² /10 чел.	7
Душевая	м ² /10 чел.	5,4
Помещение для обогрева работающих	м ² /10 чел.	1
Сушилка для одежды и обуви	м ² /10 чел.	2
Столовая (на сырье)	м ² /10 чел.	10,2
Столовая (на полуфабрикатах)	м ² /10 чел.	8,1
Буфет	м ² /10 чел.	7
Помещение для приема пищи	м ² /10 чел.	10
Медпункт	м ² /300-1200 чел.	70
Уборная	м ² /10 чел.	1

Т а б л и ц а 2.19

Расчет площадей временных зданий и сооружений

Наименование	Численность персонала, чел.	Норма, м ² на 1 чел.	Расчетная площадь, м ²	Принимаемая площадь, м ²	Размеры в плане, м	Количество зданий	Используемый типовой проект и конструктивная характеристика
1	2	3	4	5	6	7	8

Т а б л и ц а 2.20

Номенклатура и параметры временных зданий

Назначение	Номенклатура	Параметры зданий		Шифр проекта
		габариты, м	полезная площадь, м ²	
1	2	3	4	5
Производственные	Мастерские: – инструментальная	7*2,8*2,8	18	6297-1
	-ремонтно-механическая	7,5*3,1*3,1	21	5055-5
	-электротехническая	8,9*3,1*2,95	24,4	ПЭМ-2
	-станция малярная	9*3,1*2,8	24,4	ПСМ-72
Складские	Кладовые: – материальная	6,4*3,1*2,7	17,8	1129-К
	-инструментально-раздаточная	9*3,1*2,5	25	МНРП-1
	-склад материально-технический	6*12*3 36*12*4,2	71 426	С-1654 С-1579

Окончание табл. 2.20

1	2	3	4	5
Вспомогательные	Контора	9*2,7*2,7	23	420-01-03
		9*3*3	24	ГОСС-11-3
		6,7*3*3	18	31315
		6*3*2,5	15,6	ИКЗЭ-5
	Диспетчерская	8,7*2,9*2,5	24	ПДП-3
	Гардеробная (с помещением для отдыха и обогрева)	10*3,2*3 (10 чел.)	28	ГК-10
	Здание для кратковременного отдыха, обогрева и сушки одежды	6,5*2,6*2,8 (6 чел.)	15	4078
		3,8*2,1*2,8 (3 чел.)	7,9	Э 420-01
		4*2,4*2,1	9	ЛВ-157
	Душевая	9*3,1*2,8 (6 чел.)	25	ВД-4
		10*3,2*3 (6 чел.)	28	ДК-6
	Уборная	8*3,5*3,1 (4 чел.)	24	494-4-14
		9*3*3 (6 чел.)	24	ГОСС-Т-6

2.8. Расчет технико-экономических показателей строительства жилого комплекса

Технико-экономические показатели поточной организации строительства жилого комплекса включают:

1. Количество объектов, входящих в состав строительного потока.
2. Количество специализированных потоков.

Специализированный поток – совокупность технологически связанных частных потоков, объединенных единой системой параметров и схемой потока. Его продукцией является законченный вид работ, конструктивный элемент или часть здания (сооружения).

Частные и специализированные потоки могут иметь различные направления развития. Направления развития потока зависят от объемно-планировочного и конструктивного решения здания, видов выполняемых работ и их этапов, используемых строительных машин и механизмов. Они могут развиваться по горизонтальной, вертикальной или смешанной схеме.

3. Общая площадь, тыс.м²

Общая площадь жилого помещения состоит из суммы площади всех частей такого помещения, включая площадь помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения гражданами быто-

вых и иных нужд, связанных с их проживанием в жилом помещении, за исключением балконов, лоджий, веранд и террас.

4. Площадь застройки, га.

Площадь застройки – площадь горизонтального сечения здания на уровне цоколя, включая его выступающие части. Крыльцо и пандус также включаются в площадь застройки, а выступающие части крыши – нет. Логика такая: на площади участка выделяются площадь застройки, отмостки, площадок, проездов, дорожек и т.д. Балкон на втором этаже, выступающий за пределы цоколя, не будет включен в площадь застройки, если только он не расположен на несущих столбах. Для владельца земельного участка существенным является «разрешенная площадь застройки», которая обычно не может превышать 30 % общей площади участка.

5. Общая сметная стоимость, тыс.руб.

Общая сметная стоимость строительства, в том числе стоимость строительно-монтажных работ, определяется по сметам к техническому или техно-рабочему проекту.

Общая сметная стоимость строительства определяется сводной сметой – важнейшим документом в течение всего периода строительства, являющимся основанием для финансирования строительства, осуществления расчетов заказчика с подрядчиком.

6. Стоимость 1 м² общей площади, руб.

При определении расчетной стоимости 1 м² общей площади жилья, кроме стоимости возведения коробки здания, рекомендуется учитывать:

– затраты на прокладку наружных инженерных сетей в пределах строительной площадки;

– затраты на благоустройство, озеленение, вертикальную планировку, малые архитектурные формы в пределах красных линий объекта;

– лимитированные затраты, учитываемые в соответствующих главах сводного сметного расчета на строительство здания (временные здания и сооружения, дополнительные затраты на производство работ в зимнее время, согласование и разрешение на строительство, страхование строительных рисков, затраты на проектно-изыскательские работы, экспертизу проекта, авторский надзор, содержание дирекции строительства, технический и авторский надзоры, резерв средств на непредвиденные работы и затраты), а также налог на добавленную стоимость.

7. Стоимость 1 м³ здания, руб.

8. Общая продолжительность строительства объектов в потоке:

А) при непрерывном использовании ресурсов, дн;

Б) при расчете по методу критического пути, дн.

9. Продолжительность возведения каждого объекта (с учетом перерывов), дн., определяемая по календарному плану

10. Общая трудоемкость возведения объектов, чел.-дн., определяемая на основе календарного плана.

11. Максимальная численность рабочих, занятых на возведении объектов, чел., принимается по графику движения рабочей силы, разработанному в рамках календарного плана.

12. Коэффициент неравномерности движения рабочих по количеству K_1 , показывающий равномерность потока по количеству рабочих. Определяется как отношение максимального количества работающих в потоке к их среднему количеству. В свою очередь, среднее количество рабочих в потоке определяется как отношение суммарной трудоемкости выполнения работ к общей продолжительности работ по календарному плану. Оптимальным считается показатель K_n , величина которого находится в пределах от 1 до 2.

13. Показатель изменения потока рабочих по времени K_v . Показывает равномерность потока во времени, определяется как отношение периода установившегося потока к общей продолжительности по календарному плану. Оптимальным считается показатель K_v , величина которого находится в пределах от 0 до 1.

14. Коэффициент совмещения процессов $t_{сов}$ (специализированных потоков). Определяется как отношение суммарной продолжительности выполнения всех частных работ в потоке к общей продолжительности по календарному плану. Оптимальным считается показатель, величина которого больше 1.

Рекомендуемая литература

1. СНиП 12-01-2004. Организация строительства [Текст]; взамен СНиП 3.01.01-85*; введ. в действие Госстроем России 01.01.2005. Изд. офиц. – М.: Госстрой России: ФГУП ЦНС и АОЗТ ЦНИИОМТП, 2005. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

2. СНиП 12-03-01. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [Текст]; взамен СНиП 12-03-99*; введ. в действие Госстроем России 01.09.2001. – Изд. офиц. – М.: Госстрой России: ФГУ ЦОТС, Аналитическим информационным центром «Стройтрудобезопасность», 2001. – (Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации).

3. Агарков, А.П. Теория организации. Организация производства [Текст]: интегрированное учеб. пособие / А.П.Агарков, Р.С.Голов, А.М.Голиков. – М.: Изд-во «Дашков и К^о», 2012. – 272 с.

4. Агарков, А.П. Теория организации. Организация производства на предприятиях [Текст]: интегрированное учеб. пособие рекомендовано УМО вузов РФ) / А.П.Агарков, Р.С.Голов, А.М.Голиков. – М.: Изд-во «Дашков и К^о», 2010. – 260 с.

5. Белова, Е.Ф. Нормирование труда рабочих в строительстве [Текст] / Е.Ф.Белова. – М.: Стройиздат, 2006.

6. Буслов, А.С. Организация строительного производства [Текст]: учеб. пособие / А.С.Буслов, Ю.Е.Розаев, Е.П.Филлипов. – М.: Изд-во МГОУ, 2008. – 193 с.

7. Бычин, В.Б. Организация и нормирование труда [Текст]: учеб. пособие. / В.Б.Бычин, Е.В.Шубенкова, С.В.Малинин. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 248 с.

8. Данилкин, М.С. Технология и организация строительного производства [Текст]: учеб. пособие /М.С.Данилкин, И.А.Мартыненко, И.А.Капралова. – М.: Изд-во «Феникс», 2009. – 512 с.

9. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства [Текст]: учебник для строит. вузов / Л.Г. Дикман. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 608 с.

10. Иванова, Т.Ю. Теория организации [Текст]: учебник /Т.Ю.Иванова, В.И. Приходько. – 2-е изд. стер.– М.: УНОРУС, 2007. – 384 с.

11. Мильнер, Б.З. Теория организации [Текст]: учебник /Б.З.Мильнер. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 864 с.

12. Организация и управления строительством [Текст]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» / Н.А. Шлапакова, Н.М.Белянская, С.Ю.Глазкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 147 с.

13. Основы организации и управления в строительстве. Часть 2. «Управление и планирование в строительстве» [Текст]: учеб. пособие для студентов по направлению подготовки «Строительство» / Н.А. Шлапакова, Н.М. Белянская, С.Ю. Глазкова. – Пенза: ПГУАС, 2013 – 283 с.

14. Смирнов, Э.А. Теория организации [Текст]: учеб. пособие / Э.А. Смирнов. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 248 с.

15. Туровец, О.Г. Организация производства и управление предприятием [Текст] / О.Г. Туровец, М.И. Бухалков, В.Б. Родинов [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2008.

16. Фатхутдинов, Р. А. Организация производства [Текст]: учебник / Р.А. Фатхутдинов. – Москва: ИНФРА-М, 2011. – 544 с.

17. Хадонов, З.М. Организация, планирование и управление строительным производством (в 2-х частях) [Текст]: учеб. пособие (рекомендовано УМО вузов РФ) / З.М. Хадонов. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 688 с.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА**

Кафедра «Экономика, организация и управление производством»

ЗАДАНИЕ

*на курсовую работу по дисциплине
«Основы организации и управления в строительстве»*

Срок выполнения работы:

Начало _____ Окончание _____

Выдано студенту _____ Группе _____

1. Разработать проект по организации работ на строительство жилого комплекса _____

ВАРИАНТ

2. Срок строительства:

Начало строительства _____ 20__ г. Окончание _____ 20__ г.

3. Источники снабжения.

Водой централизованно

Электроэнергией централизованно

Теплом централизованно

4. Источник снабжения строительства: материалами, полуфабрикатами и стройдетальями _____ с приобъектного склада

5. Способы завоза на строительство материалов и деталей и расстояние перевозки _____ автотранспортом

6. Состав работы:

Сводный календарный план строительства объектов, включающий:

- график потока рабочей силы;
- дифференциальный график капиталовложений;
- интегральный график капиталовложений.

Объем проекта – 1 лист формата А-1 и пояснительная записка

Рекомендуемая литература:

1. Дикман Л. Г. Организация строительного производства. – М.: АСВ, 2002.
2. Гаевой А.Ф., Усик С.А. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Стройиздат, 1987.
3. Шлапакова Н.А., Белянская Н.М., Глазкова С.Ю. Основы организации и управления в строительстве: в 2 частях. – Пенза: ПГУАС, 2013.
4. Елин В.А., Уразов Ю.Н. Организация поточного строительства жилого комплекса: методические указания к курсовой работе. – Пенза: ПГАСА, 1999.
5. СНиП 12-03-99. Безопасность труда в строительстве.
6. СНиП 3.01.01-85*(95). Организация строительного производства.
7. СНиП 1.04.03-85*(91). Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.

Задание выдал _____

Приложение 3

Форма сводного календарного плана

№ п/п	Наименование объектов, работ	Сметная стоимость работ, тыс. руб.	Трудоем- кость, чел.-дн.	Продолжительность выполнения работ, дн.	Число смен	Численный состав ком- плексной бри- гады в смену, чел.	График работ, год					
							месяц					
							1	2	3	4	5	...
1	2	3	4	5	6	7					8	
Наименование объекта (по заданию), м ² общая площадь												

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие формируют компетенции, необходимые для будущей профессиональной деятельности студентов, обучающихся по направлению 080301 «Строительство», и отражает современный подход к изучению технологии и организации строительства.

В части 1 «Поточная организация производства на предприятиях строительного комплекса» настоящего учебного пособия по курсу «Основы организации и управления в строительстве» рассмотрены теоретические вопросы, которые охватывают существующие технологии различных по характеру строительных процессов, специфику их организации, способы проектирования процессов в пространстве и во времени, расчеты основных экономических параметров, обоснование эффективности организации поточного производства.

Значительное место в работе уделено особенностям, которые присущи основным предприятиям, входящим в строительный комплекс. При этом сделана увязка между принципиально разными технологиями и организацией производства, которая в совокупности представляет собой организационно-экономическую модель: «производство строительных материалов – подготовка строительной площадки – возведение объекта». Следует иметь в виду, что включение в модель технологически разнородных производств отражается в каждом ее элементе. Так, производство строительных материалов имеет промышленный характер, возведение объектов относится к строительным технологиям. Эти особенности существенно влияют на организацию производства, что находит место в комплексной подготовке производства.

Особое внимание уделено организационно-экономической подготовке производства по разным элементам рассматриваемой модели. Организационно-экономическая подготовка включает в себя разделение производственных процессов на работы, детальную их характеристику с учетом используемых экономических ресурсов, численное значение которых принимается в расчетах параметров при проектировании поточного производства в заводских условиях и при возведении объектов на строительной площадке.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОЙИНДУСТРИИ.....	6
1.1. Существующие технологии производства строительных изделий ..6	
1.1.1. Конвейерный способ производства.....	6
1.1.2. Агрегатная технология.....	26
1.1.3. Стендовый метод производства изделий.....	31
1.1.4. Производство изделий в кассетах.....	40
1.2. Сущность производственного процесса по изготовлению продукции на заводе.....	50
1.2.1. Элементы производства.....	50
1.2.2. Параметры производственного процесса	54
1.3. Формы организации производственного процесса	56
1.3.1. Факторы, влияющие на организацию производства на заводах ..56	
1.3.2. Существующие формы организации производства изделий.....	61
1.4. Расчеты при проектировании поточного производства.....	74
1.4.1. Выбор типа поточной линии.....	74
1.4.2. Расчет основных показателей поточных линий.....	81
1.4.3. Построение графиков формирования изделий на поточной линии ..93	
1.4.4. Расчет синхронизации постов и загрузка рабочих на поточной линии	101
Рекомендуемая литература.....	106
Приложение 1	107
2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ.....	148
2.1. Технология и организация выполнения основных видов работ ..148	
2.1.1. Возведение подземной части здания.....	148
2.1.2. Возведение надземной части	152
2.1.3. Устройство кровли	157
2.1.4. Санитарно-технические работы.....	171
2.1.5. Электромонтажные работы.....	173
2.1.6. Отделочные работы.....	175
2.2. Основные расчеты при проектировании строительных потоков.178	
2.2.1. Исходные данные для проектирования	179
2.3. Формирование, проектирование и расчет строительного потока 186	
2.4. Определение рациональной очередности возведения объектов в составе комплексного проекта	190

2.5. Календарное планирование.....	199
2.6. Автоматизация решения задач поточной организации строительства	202
2.7. Проектирование стройгенплана.....	204
2.7.1. Общие требования.....	204
2.7.2. Выбор монтажных кранов и методов производства работ	207
2.7.3. Транспортные коммуникации и инженерные сети.....	210
2.7.4. Мобильные здания и их комплексы	211
2.8. Расчет технико-экономических показателей строительства жилого комплекса.....	214
Рекомендуемая литература.....	217
Приложение 2	219
Приложение 3	220
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	221

Учебное издание

Белянская Надежда Михайловна
Шлапакова Наталья Александровна
Глазкова Светлана Юрьевна
Хрусталеv Борис Борисович

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЧАСТЬ 1

ПОТОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Учебное пособие по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Редактор Н.Ю. Шалимова
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 22.06.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 13,02. Уч.-изд.л. 14,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 430.



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