

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Строительные материалы и технология строительства»

Э. И. Батяновский

ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-70 01 01
«Производство строительных изделий и конструкций»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2022

УДК 666.982.013.512:658.23:658.5(075.8)

ББК 38.626.1я7

Б28

Р е ц е н з е н т ы:

зав. кафедрой «Архитектура и строительство» УО «Белорусский государственный университет транспорта», кандидат архитектуры,
доцент *А. В. Евстратенко*;

главный научный сотрудник РУП «Институт жилища – НИПТИС имени Атаева С. С.», д-р техн. наук, доцент *Н. Л. Данилевский*

Батяновский, Э. И.

Б28 Организация, планирование и управление предприятиями строительной индустрии : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций» / Э. И. Батяновский. – Минск : БНТУ, 2022. – 290 с.
ISBN 978-985-583-748-1.

В учебно-методическом пособии изложены основные положения организации, планирования и управления производственным процессом изготовления бетонных и железобетонных изделий на предприятиях сборного железобетона. Предметно рассмотрены и отражены этапы проектной разработки технологических линий различного назначения и способов производства продукции, организации производственного процесса на уровне цеха и предприятия в целом.

В пособии сочетается лекционный курс с методическим обеспечением лабораторных, практических занятий и курсового проектирования, полно отражающим проблематику организации, планирования и управления производственным процессом, что обеспечивает необходимые условия для ведения курсового, дипломного проектирования по данной учебной дисциплине и приобретения необходимых компетенций для проектной и практической деятельности инженера-строителя-технолога.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций». Может быть полезным инженерно-техническим работникам, проектирующим новые и реконструирующим существующие предприятия строительной индустрии.

УДК 666.982.013.512:658.23:658.5(075.8)

ББК 38.626.1я7

ISBN 978-985-583-748-1

© Батяновский Э. И., 2022

© Белорусский национальный
технический университет, 2022

Содержание

Предисловие.....	7
Раздел 1. ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС.....	10
1. Организационные основы проектирования предприятий, производственных технологических линий и пролетов	10
1.1. Основы технико-экономического обоснования	10
1.2. Обоснование и выбор способа производства	12
1.2.1. Стендовый способ производства – сущность и рациональная область применения	12
1.2.2. Конвейерный способ производства	16
1.2.3. Агрегатно-поточный способ производства	17
1.3. Компоновка технологических линий и пролета	19
1.4. Планирование номенклатуры продукции предприятия	24
2. Организационно-проектная схема компоновки технологических линий и процесса производства планируемых к выпуску изделий	27
3. Организационно-технологическая структура процесса изготовления изделий, расчет продолжительности операций и элементарных циклов	33
4. Организация поточного производства. Технологический цикл изготовления изделий	43
5. Моделирование поточного производства (технологического процесса изготовления изделий) построением циклограмм	48
5.1. Общие положения	48
5.2. Примеры построения циклограмм	50
6. Расчет количества технологических линий и основного оборудования. Графоаналитическое моделирование (циклограммы) работы оборудования	58
6.1. Расчет конвейерных и агрегатно-поточных линий	58
6.2. Расчет стендовых линий. Короткие и длинные стенды	62
6.3. Графо-аналитическое моделирование работы оборудования технологических линий построением циклограмм	66

7. Внутрицеховое транспортирование при обеспечении технологического процесса изготовления изделий. Организация территории и обслуживания внутри нее	73
8. Расчет трудовых ресурсов, организация управления цехом	82
9. Техническое нормирование труда	86
10. Заработная плата. Формы и расчет оплаты труда производственных рабочих	95
10.1. Общие положения начисления заработной платы	95
10.2. Наряд-задание, исполнение и учет выполнения работ	99
11. Грузооборот предприятия. Генплан и схема грузопотоков	105
11.1. Расчет грузооборота предприятия	105
11.2. Схема грузопотоков	107
12. Организация планово-предупредительного обслуживания и ремонта оборудования	112
13. Оценка качества изготовления изделий и труда исполнителей. Коэффициент качества продукции и труда	118
13.1. Оценка качества изготовления изделий	118
13.2. Оценка качества труда исполнителей	125
14. Сетевое планирование. Сетевой график	130
14.1. Общие положения метода	130
14.2. Методика расчета и построения сетевого графика	134
15. Техничко-экономическая эффективность организации производства	140
Раздел 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	143
Лабораторная работа № 1. Техническое нормирование труда	143
Лабораторная работа № 2. Расчет заработной платы рабочих и закрытие нарядов	151
Лабораторная работа № 3. Расчет грузооборота предприятия и построение схемы грузопотоков	157
Лабораторная работа № 4. Определение периодичности обслуживания и ремонта оборудования	163
Лабораторная работа № 5. Оценка качества продукции и труда	169

Лабораторная работа № 6. Сетевое моделирование работ, расчет и построение сетевого графика	182
Раздел 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	192
1. Расчет технологического цикла при стендовом способе производства и построение циклограмм	193
2. Расчет технологического цикла при конвейерном способе производства и построение циклограмм	199
3. Расчет технологического цикла при агрегатно-поточном способе производства и построение циклограмм.....	204
4. Определение оптимальной длительности элементного процесса графоаналитическим методом	209
5. Построение пооперационного графика и определение оптимального количества работающих на линии	213
6. Построение сводного графика работы технологических линий.....	217
7. Моделирование работы технологического оборудования пролета	222
Раздел 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	229
1. Общие методические указания к последовательности выполнения расчетов при курсовом проектировании	229
2. Организация основного производства.....	232
2.1. Обоснование способа производства	232
2.1.1. Выбор способа производства	232
2.1.2. Техничко-экономическое сравнение способов производства	234
2.2. Разработка организационно-технологической структуры производственного процесса, расчет продолжительности операций и элементных циклов изготовления изделий.....	234
2.2.1. Плановый такт выпуска продукции.....	234
2.2.2. Плановый цикл выпуска продукции.....	235
2.2.3. Расчетный рабочий ритм и технологический цикл.....	236
2.2.4. Рабочий ритм, элементные циклы, технологический цикл.....	240
2.2.5. Оценка расчетных данных	242
2.2.6. Пооперационный график	243
2.2.7. Коэффициент занятости рабочих.....	244

2.3. Расчет количества технологических линий и их оборудования	245
2.4. Расчет трудовых ресурсов, организация управления цехом	253
3. Организация вспомогательных служб цеха	257
4. Техничко-экономическая эффективность организации производства	263
Литература	265
Приложение А. Расчетные характеристики режима работы предприятий и основного оборудования технологический линий заводов железобетонных изделий	266
Приложение Б. Расчетные характеристики основного технологического и обеспечивающего ведение работ оборудования	270
Приложение В. Выборка (цитирование) из «Межотраслевые укрупненные нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на агрегатно-поточных и конвейерных линиях» из п. 3 «Нормативная часть»	282
Приложение Г. Адресация к нормативу Типовые нормы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона для стандового способа производства	290

Предисловие

Организация, планирование и управление производственной деятельностью предприятия применительно к производству сборных изделий из бетона и железобетона естественно характеризуются общими для организации производственного процесса как такового признаками, но имеет и собственную специфику.

Общей является необходимость системного подхода при проектировании новых (реконструируемых, перепрофилируемых, усовершенствуемых и т. д.) технологических линий, цехов, заводов, производственных объединений (ДСК, ССК т. п.), а особенности связаны с конкретикой проектирования по назначению технологических линий и предприятий в целом и технологических процессов изготовления планируемой к выпуску продукции.

В вольном переводе с греческого слово «система» соответствует понятию «целое, составленное из частей». В общем случае под системой принято считать конкретное множество объектов (предметов, явлений, процессов), которое объединено определенными взаимосвязями и отношениями, образующими в итоге некое единое целое.

Предприятие (завод, производство в целом) относится к системам высшей степени сложности, включающим целый ряд подсистем, имеющих определенное функциональное назначение. В настоящем учебном курсе и пособии к нему рассматриваются вопросы, относящиеся к фазе проектирования технологических линий и производств по изготовлению разнообразных бетонных и железобетонных изделий различного назначения.

Основной задачей при этом является выбор наиболее рациональных организационно-технологических решений, в итоге обеспечивающих реализацию планомерного, бесперебойного (поточного) хода производственного процесса на запроектированных линиях, цехах, производстве в целом. Базу по успешному решению задач организации, планирования и реализации производственных процессов составляет рациональная проектная разработка начальной фазы – проектирование технологических линий (комплексов), отвечающих современным требованиям и передовому уровню развития предприятий строительной индустрии.

При разработке проектных решений технологических линий должны соблюдаться основополагающие принципы организации произ-

водственных процессов: принципы их пропорциональности, ритмичности, параллельности и непрерывности.

Пропорциональность процессов есть согласованность всех их составляющих по пропускной способности, характеризующейся тем, что за определенное (устанавливаемое расчетом одинаковое) время во всех частях процесса проходит обработку одинаковое количество изделий (или выполняется одинаковый по затратам времени объем работ).

Следует учитывать, что с течением времени первоначально установленная пропорциональность процессов может изменяться, например, в связи с модернизацией производства, его техническим переоснащением, изменением номенклатуры продукции и пр. Соблюдение этого принципа необходимо как для основного, так и для вспомогательных процессов (например, по заготовке арматурных элементов, сеток, каркасов; подготовке комплектующих деталей и изделий и пр.), выполнение которых необходимо для обеспечения работ основного производственного процесса.

Ритмичность процессов определяется выполнением за равные интервалы времени расчетных объемов работ и обеспечивается равенством затрат времени на производство единицы продукции (изделия), т. е. характеризуется повторяемостью отдельных частей производственного процесса через определенные (одинаковые) промежутки времени. Ритмичность основного процесса обеспечивается согласованностью с соответствующей ритмичностью вспомогательных процессов.

Параллельность процессов отражается в одновременном выполнении отдельных составляющих общего производственного процесса (например, в виде одновременной работы постов распалубки, подготовки, армирования, формования и др. для конвейерных и агрегатно-поточных линий), что является следствием пропорционального построения и ритмичного выполнения его отдельных частей (элементных циклов). Принцип параллельности реализуется при одновременном выполнении процессов (работ) основного производства и вспомогательных, обеспечивающих это производство процессов (работ).

Непрерывность процессов проявляется в непрерывном выполнении работ технологического цикла в каждой составляющей его части (элементном цикле) при непрерывном прохождении каждым изделием всех стадий его изготовления. Соблюдение принципа непрерыв-

ности исключает или сводит к минимуму перерывы в общем процессе производства изделий. По существу предпосылкой непрерывности производственного процесса является соблюдение принципа пропорциональности в сочетании с ритмичностью и параллельностью выполнения составляющих его элементарных процессов (циклов).

Совокупность элементарных процессов (циклов), необходимая для реализации процесса изготовления изделия и выполняемая в определенной технологической последовательности, составляет *технологический* (производственный) цикл. Другими словами, технологический (производственный) цикл – это период времени от начала до окончания работ, необходимый для изготовления изделия (либо изделий, если они одновременно изготавливаются в многоместных формах, на длинных стендах и т. п.).

Приступая к проектированию технологических линий, предназначенных для изготовления конкретных изделий, необходим критический анализ уровня развития и степени эффективности существующих производств – аналогов. Целый ряд бетонных и железобетонных изделий для современного сборного или сборно-монолитного строительства могут изготавливаться разными способами – на агрегатно-поточных, конвейерных или стендовых технологических линиях.

Рациональная организация технологического процесса на проектируемых линиях и производства в целом должна характеризоваться оптимальностью выбора способа производства, его технико-технологического оснащения механическим и иным необходимым оборудованием для производства работ, квалификацией, рациональной расстановкой и использованием производственных и вспомогательных работников, а в целом – обеспечивать условия поточного производства продукции в заданном проектным заданием объеме при минимально возможных материальных и финансовых затратах на его реализацию.

В настоящем пособии отражены основные положения поэтапного ведения проектной разработки производства изделий сборного бетона и железобетона с позиций рациональной организации, планирования и управления производственными процессами.

Раздел I. ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ И ПРОЛЕТОВ

1.1. Основы технико-экономического обоснования

Начальной фазой проектирования производственных предприятий, включая производство сборного железобетона, является его технико-экономического обоснование.

Решение о проектировании промышленного предприятия принимается на основании технико-экономических показателей, в которых обычно содержатся: краткая экономико-географическая характеристика района строительства; сведения о наличии и состоянии аналогичного действующего предприятия в районе строительства; количественная и качественная характеристика сырьевых ресурсов и базы для производства бетонных и железобетонных изделий; расчет потребности в бетоне и планируемой к выпуску продукции; данные о потребителе готовой продукции; обоснование проектной мощности, специализации; обоснование выбора района строительства; ориентировочные сведения о потребности предприятия в сырье, топливе, воде, паре, основных материалах и электроэнергии; ориентировочная сметная стоимость строительства; сроки и очередность строительства; основные технико-экономические показатели строительства и эксплуатации предприятия и оценка эффективности нового строительства.

Для оценки эффективности проектных решений анализируются показатели экономичности проекта, которые подразделяются на строительные и эксплуатационные.

К строительным показателям относятся: сметная стоимость строительства; продолжительность строительства; съем продукции с 1 м² производственной площади; удельные затраты труда на строительные и монтажные работы, характеризующие трудоемкость строительства при данных проектных решениях; удельный расход важнейших строительных материалов, экономичное использование которых имеет особо важное значение для народного хозяйства; показатели степени унификации сборных элементов.

К эксплуатационным показателям относятся: себестоимость продукции строящегося предприятия и затраты на перевозку его продукции до потребителя; производительность труда на проектируемом предприятии; удельные затраты сырья, топлива, электроэнергии на производство изделий на проектируемом предприятии.

Следует определять эффективность нового строительства и реконструкции и выбирать наиболее эффективный вариант по наименьшей сумме приведенных затрат или по срокам окупаемости дополнительных капитальных вложений. При этом капитальными вложениями является сметная стоимость, а эксплуатационными затратами – себестоимость продукции проектируемого предприятия.

Одним из путей повышения экономической эффективности служит реконструкция (модернизация) предприятия, так как улучшаются действующие основные фонды, заменяется старое, морально устаревшее оборудование и т. д.

Расширение производства – тоже путь повышения экономической эффективности. Это строительство новых производственных цехов, создание новых технологических линий, установка дополнительного высокопроизводительного оборудования.

Обобщающим результатом ТЭО для разработки производственных технологических линий и цехов по производству конкретных изделий или их номенклатуры (т. е. множества видов, которые могут изготавливаться на этих линиях (цехах)) служит планируемый объем их выпуска в год. То есть годовая производительность технологической линии или цеха, обеспечивающая годовую потребность в планируемой к выпуску продукции.

При этом необходимо различать и учитывать виды продукции (изделий), которые применяются в строительстве независимо от иных (например, сваи, дорожные плиты и др.), и те изделия, которые должны изготавливаться, поставляться и применяться в комплекте. В частности, изделия для полносборного жилищного крупнопанельного строительства либо для комплектации промышленного строительства в виде конструкций для типовых пролетов «УТП-1» или «УТП-2». При комплектной поставке продукции разных видов: панелей наружных и внутренних стен, плит перекрытий и т. д. (например, для КПД) – потребность в них взаимоувязывается с проектным решением принятой к производству серии домов (или иных объектов).

В связи с изложенным, а также с учетом вида, конструктивных особенностей (габаритами, массой, наличием или отсутствием преднапряжения арматуры и т. д.) планируемой к производству продукции (изделий) обосновывается и принимается к разработке способ их изготовления, а также соответствующая компоновка и техническое оснащение технологической линии(ий) и цеха (пролета).

1.2. Обоснование и выбор способа производства

1.2.1. Стендовый способ производства: сущность и рациональная область применения

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

В этом случае все операции технологического цикла выполняют последовательно, начиная от распалубки изделий и включая ТО. В результате данный способ характеризуется наибольшей (по сравнению с конвейерным или агрегатно-поточным способами) продолжительностью технологического цикла. Одновременно с этим стендовый способ наименее энерго- и металлоемок при эксплуатации, ниже его ремонтная сложность, начальные затраты на строительство.

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

Также получила развитие стендовая технология изготовления преднапряженных многопустотных плит перекрытий, которые фор-

муют в виде длинномерного цельноизготавливаемого «изделия» с нарезкой по требуемой длине по окончании твердения (ТО) бетона. По такому варианту возможно также изготовление полнотелых (сплошного сечения) изделий, в частности, внутренних стеновых панелей, перегородок и др. Вместе с тем в современных условиях эти изделия, а также плиты балконов и лоджий, лестничные марши, плиты парапетов и другие подобные изделия преимущественно изготавливают в многоместных стендах-кассетах при формировании в вертикальном положении.

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

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

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

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

Для сокращения времени технологического цикла длинных стендов по мере возможности стремятся использовать прием параллельного выполнения ряда операций, в частности при чистке-смазке стенд-форм, армировании ненапрягаемой арматурой, при бетонировании, отделке поверхности изделий и других операциях. Вместе с тем, по показателю продолжительности технологического цикла длинные стенды уступают коротким.

Переналаживаемость, т. е. возможность переоснащения технологической линии для организации выпуска продукции изменяющейся номенклатуры (разных типоразмеров, схем армирования, конструктивных особенностей, а зачастую – иного вида), у длинных и коротких стендов различна. Это понятие иногда называют «гибкостью» технологии, т. е. ее приспособленностью к изготовлению изделий разной номенклатуры по мере необходимости.

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

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

Особенности компоновки технологических линий длинных и коротких стендов для изготовления длинномерных преднапряженных железобетонных изделий (ферм, балок и других, пролетом более 12 м) характеризуются тем, что за счет уменьшенного расстояния между

формами длинные стенды позволяют располагать большее количество стенд-форм на одной технологической линии. В частности, линии длинных стендов для изготовления 18-метровых ферм, размещенные в типовом (144 м) пролете «УТП-1», комплектуются пятью стенд-формами, в то время как линии коротких стендов – четырьмя. Менее металлоемки и сами формы, так как выполняют функцию формообразующей бортоснастки, а натяжение арматуры осуществляется на упоры стенда.

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

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

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

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

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

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

Во всех случаях проектирования стендовых линий (как, впрочем, и любых иных) необходим анализ и оценки вариантов с позиции

экономичности, учета текущей потребности в производимой продукции и перспектив ее изменения.

1.2.2. Конвейерный способ производства

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

Перемещение форм (вагонеток, поддонов, бортоснастки) с поста на пост осуществляется дискретно (на отдельных вариантах линий – непрерывно) с расчетным принудительным ритмом потока.

Продолжительность ритма зависит от трудоемкости отдельных технологических операций и их совокупностей, выполняемых на соответствующих специализированных постах. Естественно, что от продолжительности ритма зависит производительность конвейерных линий.

С целью ее повышения ритм потока стремятся минимизировать, увеличивая количество постов. Следует учитывать, что при этом возрастает количество рабочих, задействованных на выполнении технологических операций каждого элементного цикла (поста), а также то, что совокупности операций, выполняемых на отдельных постах, должны логично вписываться в общий технологический цикл работы линии, быть синхронизированы по времени выполнения и соответствовать ритму потока.

Характерной особенностью конвейерных линий является соответствующее выполняемым операциям оборудование (оснащение) ее постов, а также то, что ТО изделий организуется в камерах (агрегатах) непрерывного принципа действия.

В проектных решениях разнообразных конвейерных линий реализованы одно- или двухрядные, одно- или двухярусные камеры; туннельные проходные (напольные, выносные, заглубленные) камеры; камеры с вертикальным (подъем-опускание) перемещением форм с изделиями; вертикальные – ячейковые (с индивидуальным размещением форм с изделиями) проходные камеры; с боковым перемещением форм (проект для длинномерных опор ЛЭП); термopakеты с индивидуальным подключением форм и др.

Все эти тепловые агрегаты характеризуются весьма сложным устройством и, в совокупности с другим оснащением конвейерных технологических линий, характеризуют конвейерный способ производства наиболее металло-, энергоемким, с высокой степенью ремонтной сложности. Одновременно конвейерные линии обеспечивают высокую производительность и наибольший (по сравнению с другими способами производства) удельный съем продукции с 1 м² производственной площади.

С учетом изложенного рациональной областью применения конвейерного способа (или технологии) производства являются массово изготавливаемые изделия высокой трудоемкости (например, многослойные наружные стеновые панели). Либо менее трудоемкие однотипные изделия, но с большим объемом производства, например, плиты перекрытий сплошного сечения для зданий крупнопанельного (или иных видов) строительства. В обоих случаях технологический цикл может быть разделен на множество элементарных циклов, выполняемых на отдельных постах одновременно (параллельно, независимо друг от друга), обеспечивая необходимый (минимальный) ритм потока и высокую (требуемую) производительность технологических линий.

1.2.3. Агрегатно-поточный способ производства

Агрегатно-поточный (или агрегатный) способ изготовления бетонных и железобетонных изделий так же, как и конвейерный, основывается на разделении технологического цикла их изготовления на элементарные циклы, выполняемые на отдельных специализированных постах. Но есть и отличия.

Во-первых, меньшая степень разделения общего технологического цикла на элементарные циклы, а значит, и ритм потока будет большей продолжительности при меньшем количестве постов, чем при конвейерном способе производства. В наиболее распространенных проектных решениях технологические линии агрегатно-поточного способа производства изделий характеризуются наличием постов: распалубки-подготовки форм (бортоснастки), армирования, формования и ТО изделий. Вследствие увеличения времени ритма потока производительность этих линий (при изготовлении однотипных изделий) уступает конвейерным.

Во-вторых, перемещение форм между постами в основном осуществляется кранами, и это одна из причин увеличения ритма потока. В связи с этим в ряде проектов технологические линии оснащаются дополнительными механизмами с использованием устройств, характерных для оснащения конвейерных линий, например, приводных рольгангов, формоукладчиков с целью снижения загрузки кранов и уменьшения времени ритма потока.

В-третьих, ТО изделий осуществляется в камерах (агрегатах) периодического принципа действия, т. е. по мере накопления расчетного для используемого варианта тепловых агрегатов количества форм (поддонов с изделиями). В результате удлиняется технологический цикл изготовления изделий по сравнению с независимым (индивидуальным) вариантом прохождения ТО в камерах непрерывного принципа действия, присущего конвейерному способу производства.

Одновременно агрегатно-поточный способ производства характеризует «гибкость» технологии. Такие технологические линии достаточно просто перенастраиваются на выпуск разнородной продукции. Зачастую для этого достаточно иметь соответствующую бортовоснастку. Ограничения связаны в основном с оснащением формовочных постов (допускаемые габариты форм и изготавливаемых изделий, грузоподъемность кранов, виброплощадок и др.), а также с габаритами и оснащением камер (агрегатов) ТО изделий. При этом технологические линии, расположенные в одном пролете, могут оснащаться оборудованием под выпуск не только изделий одного типа при различии размеров (например, плит пустотного настила длиной 6 и 9 м (или иных)), но и изделий разных видов (размеров, конфигурации, схем армирования (включая преднапряжение) и т. д.). Во всех этих вариантах должны быть предусмотрены необходимые условия для изготовления разнотипных изделий (оснащение, оборудование постов технологической линии), а также для их ТО изделий (требуемое количество, габариты и оснащение тепловых агрегатов).

По общей металло-, энергоемкости и ремонтной сложности, т. е. по капитальным и эксплуатационным затратам, агрегатно-поточный способ занимает промежуточное положение: он менее затратен, чем конвейерный, но уступает стендовому способу производства.

С учетом изложенного, агрегатно-поточный способ наиболее рационален при выпуске разнородной продукции, а также однотипной крупногабаритной (например, преднапряженных ребристых плит раз-

мерами до 3×12 м и др.). Вместе с тем, данный способ может быть выгоден при значительных объемах производства типовой продукции в случаях, если конвейерный способ окажется экономически менее целесообразным либо если в перспективе ожидается одновременное производство изделий различных видов и типоразмеров.

1.3. Компоновка технологических линий и пролета

Преимущественно производственные технологические линии для изготовления железобетонных изделий располагают в унифицированных типовых пролетах УТП-1 или УТП-2, имеющих размеры в плане, соответственно, 18×144 м и 24×144 м и межосевое расстояние между колоннами 12 м (рис. 1.1).

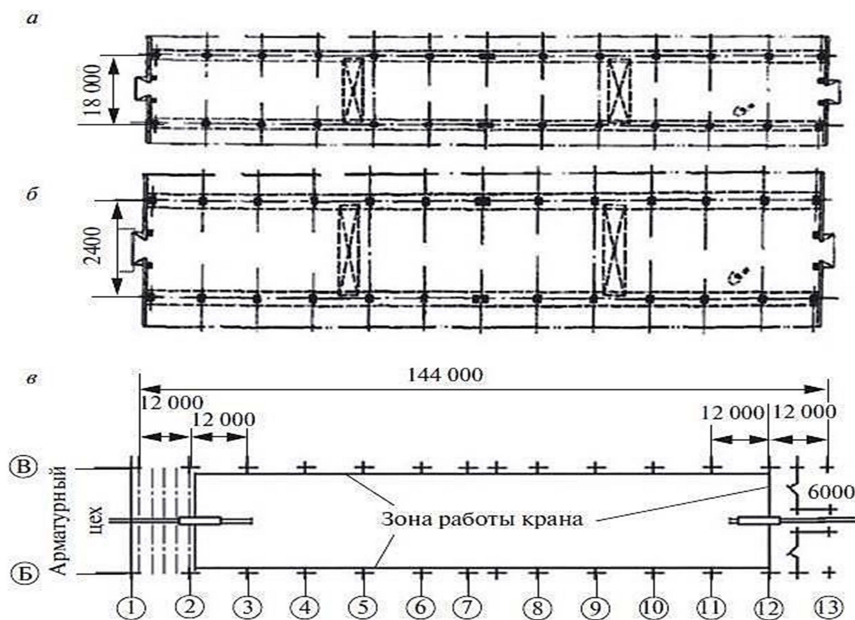


Рис. 1.1. Унифицированные типовые пролеты:
 а – 18×144 м (УТП-1); б – 24×144 м (УТП-2);
 в – общая компоновочная схема типового пролета

Пролет УТП-2 принимают в случаях, если производство не может быть организовано в пролете УТП-1, т. е. недостаточно ширины

последнего для расположения технологического оборудования и его функционирования. Например, при множестве располагаемых в пролете линии длинных стендов безопалубочного формования, не вписывающихся в 18-метровый пролет. Следует учитывать, что начальные (капитальные) и эксплуатационные затраты выше у большепролетного УТП-2.

Для некоторых видов изделий из бетона и железобетона (особенно мелкоштучных (тротуарная плита, бортовой камень, смотровые кольца и т. п.)) проектирование нового производства может быть реализовано в пролетах, отличающихся от типовых.

В случаях, когда такое производство проектируется в рамках общего проекта завода железобетонных изделий или проекта реконструкции действующего предприятия, рационально использовать типовые проекты.

При необходимости увеличения длины проектируемого пролета(ов) более 144 м следует учитывать, что производственные здания относятся к отапливаемым и требуется устройство температурных швов не более, чем через 72 м.

Кроме этого, при проектировании производства конструкций (ферм, балок и т. п.) длиной ≥ 18 м необходимо на складе готовой продукции предусматривать устройство пролета ≥ 24 м, который располагают первым от производственного корпуса. Следует также учитывать, что склады готовой продукции заводов ЖБИ относятся к неотапливаемым зданиям (сооружениям) и для них температурные швы (при обслуживании мостовыми кранами) устраиваются через 48 м.

При разработке компоновки технологических линий всех типов и пролета в целом оборудование и посты (стенды) располагают в зоне работы крана (см. рис. 1.1, в).

С учетом обеспечения наиболее рационального использования производственных площадей (т. е. максимального съема продукции с единицы производственной площади) в пролете следует располагать (компоновать) наибольшее из возможного количества линий, постов, стендов (рис. 1.2–1.7). Для традиционно изготавливаемых изделий, включая большиеразмерные ребристые плиты 3×12 м, формируемых в горизонтальном положении, в типовом УТП-1 komponуются две технологические линии при агрегатно-поточном способе производства (рис. 1.5).

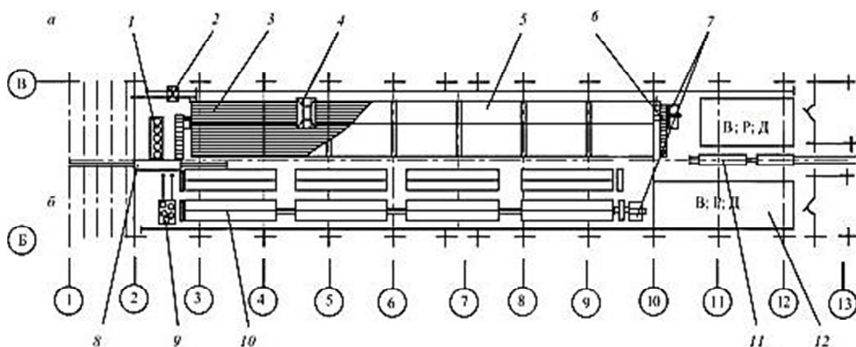


Рис. 1.2. Принципиальная схема длинного протяжного стенда:
а – вариант изготовления преднапряженных центрально-армированных свай (без поперечного армирования ствола); *б* – вариант двускатных железобетонных преднапряженных балок;
 1 – бухтодержатели (неподвижные); 2 – бадья самоходная; 3 – стенд свай; 4 – бетоноукладчик (раздатчик); 5 – крышка(и) камеры; 6 – упоры; 7 – станции и гидродомкраты для натяжения арматуры; 8 – телега завоза бухт арматуры; 9 – бухтодержатель (перемещаемый); 10 – стенд-форма (2 балки); 11 – телега вывоза продукции; 12 – пост (участок) выдержки, ремонта (доводки), контроля изделий; В – пост выдержки; Р – пост ремонта; Д – пост доводки изделий

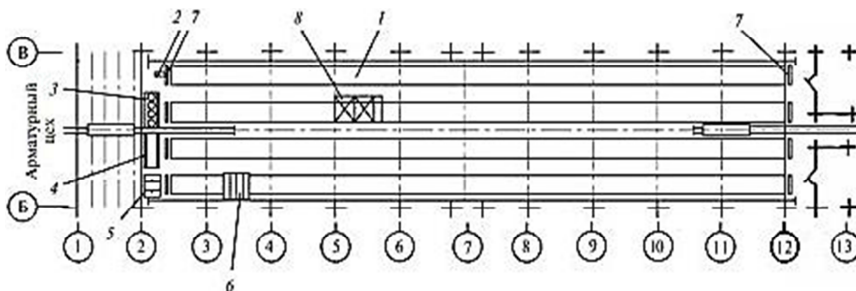


Рис. 1.3. Принципиальная схема длинного протяжного стенда с греющим поддоном:
 1 – греющий поддон-стенд; 2 – установка для натяжения арматуры; 3 – машина для раскладки арматуры; 4 – машина для раскатки-сборки гидро- и теплоизолирующего покрытия; 5 – машина для разрезки массива; 6 – машина для чистки-смазки поддона; 7 – упоры стенда; 8 – формующий агрегат; 1–13 – обозначения осей здания по длине; В, Б – то же в поперечном направлении

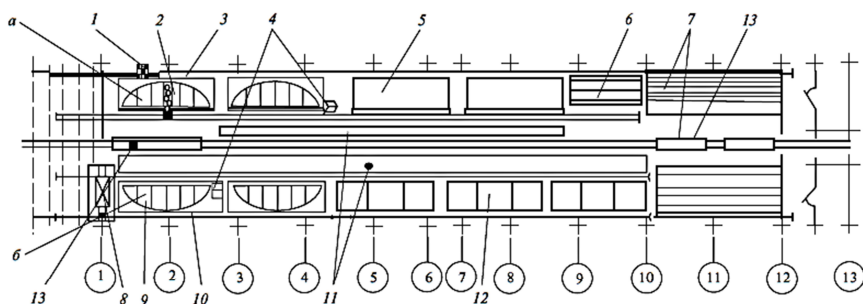


Рис. 1.4. Принципиальные компоновочные решения линий с короткими стендами:
a – для изготовления ферм в стенд-камерах; *б* – в силовых формах
 под составными крышками-колпаками;

1 – бадья самоходная (съёмная) для подачи бетонной смеси; 2 – бетонораздатчик консольный; 3 – стенд-камера; 4 – станции и гидродомкраты для натяжения арматуры; 5 – крашка(и) камеры; 6 – пост ремонта-доводки изделий; 7 – пост выдержки; 8 – бетонораздатчик с подвижным бункером; 9 – силовая форма; 10 – стенд с гидрозатвором (по контуру); 11 – места складирования арматуры и др.; 12 – сборная крышка-колпак (теплоизолированный); 13 – телеги самоходные (для доставки арматуры и вывоза готовой продукции)

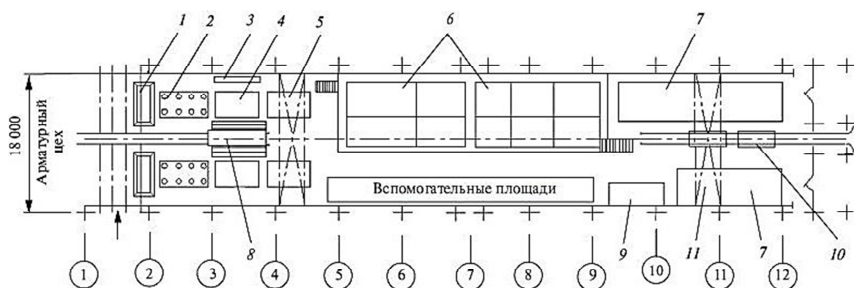


Рис. 1.5. Вариант компоновочного решения агрегатно-поточной
 технологической линии общестроительного назначения:

1 – бетоноукладчик (раздатчик); 2 – формовочный пост с виброплощадкой;
 3 – установка для нагрева преднапрягаемой арматуры (при необходимости);
 4 – пост армирования; 5 – пост распалубки, подготовки форм (армирования – при необходимости); 6 – блок ямных пропарочных камер (под разные типоразмеры форм (при необходимости)); 7 – пост выдержки, ремонта (доводки), контроля (приемки) изделий; 8 – тележка подвоза арматуры; 9 – пост для испытаний (при необходимости) изделий; 10 – тележка вывоза готовой продукции; 11 – мостовой кран

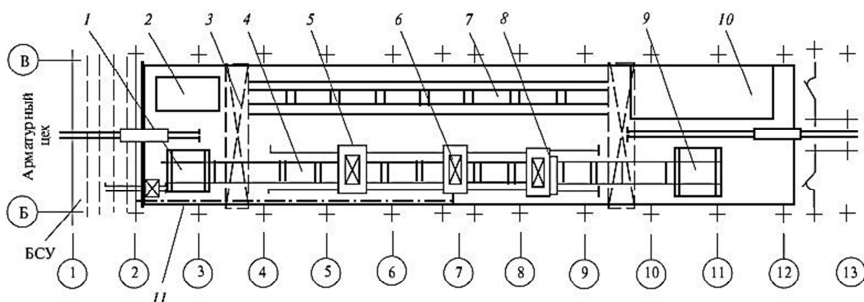


Рис. 1.6. Принципиальная схема вертикального замкнутого конвейера в плане:
 1 — подъемник; 2 — пост чистки изделий (мойки); 3 — кран; 4 — рабочий конвейер;
 5, 6 — бетоно- или раствороукладчики (раздатчики); 7 — конвейер отделки, начинки,
 доводки и ремонта изделий; 8 — устройство для отделки (присыпка, заглаживание
 и др.); 9 — снижатель; 10 — пост выдержки, ремонта и др.; 11 — линия подачи бетона
 к бетоноукладчикам (раздатчикам)

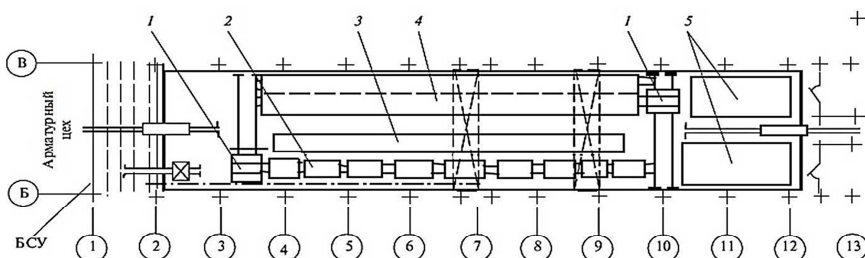


Рис. 1.7. Принципиальная схема плана горизонтально замкнутого конвейера:
 1 — передаточные мосты (№ 1 и № 2); 2 — рабочий конвейер; 3 — вспомогательные
 площадки (запас арматуры, комплектующих и пр.); 4 — камера ТО;
 5 — посты выдержки, ремонта, доводки и др.

При конвейерном способе производства многослойных наружных стеновых, большеразмерных плит перекрытий зданий КПД и др. изделий, требующих последующей отделки (доводки, начинки) на специализированных линиях (или постах), устраиваемых в этом же пролете, в УТП-1 komponуется одна производственная линия и линия (пост) отделки (рис. 1.3).

Такое же компоновочное решение соответствует горизонтально-замкнутым конвейерным линиям, если в проекте параллельно основному производственному конвейеру устраивается напольная проходная туннельная камера для тепловой обработки изделий (рис. 1.7).

При компоновке технологических линий всех типов посты формования, кассетные установки и пр. следует располагать на минимальном удалении от тракта подачи бетона (от БСУ при адресной подаче или от бетоновозной эстакады) с целью минимизации времени транспортирования бетонной смеси. Применительно к компоновке производственного корпуса из нескольких пролетов должно соблюдаться правило их размещения по расстоянию от БСУ от наибольшей к наименьшей производительности (потребности в объеме транспортируемой бетонной смеси).

При выборе способа и средств транспортирования бетонной смеси к местам формования изделий (формовочным постам конвейерных и агрегатно-поточных линий или стандам) следует соотносить: требуемый объем бетона в изделии (или в форме (стенде)); объем бетона одного замеса используемыми смесителями и время его приготовления; объем транспортного средства (бадья, бункера); объем подачи бетонной смеси за единицу времени при непрерывном транспортировании (транспортерами, нагнетанием). Эти данные должны взаимоувязываться с целью определения и минимизации времени подачи бетона при формовании изделий и разработке сводного графика работы технологических линий всего производственного корпуса. Должно соблюдаться условие бесперебойного и своевременного обеспечения бетонной смесью формовочных постов (мест бетонирования) всех формовочных линий.

1.4. Планирование номенклатуры продукции предприятия

Планирование номенклатуры продукции проектируемого предприятия зависит от его специализации и результатов предварительной технико-экономической оценки, обоснования (ТЭО) потребности в видах планируемых к производству изделий как на момент проведения ТЭО, так и на ближайшую и отдаленную перспективу.

Во взаимосвязи со специализацией проектируемого предприятия (завода) номенклатура выпускаемой продукции может быть конкретно определенных видов, составляющих комплектную поставку их на строительную площадку в необходимой совокупности и последовательности, либо отражать некую общую направленность производства изготавливаемых изделий в соответствии со специализацией завода.

Определенная и обязательная комплектность планируемой к производству продукции (изделий) характерна для заводов, например, крупнопанельного домостроения, объемного-блочного (или модульного) домостроения, а также при изготовлении заводом комплектов унифицированных типовых пролетов для промышленного строительства (УТП-1, УТП-2) либо типовых зданий сельскохозяйственного назначения с несущим каркасом из железобетонных полурам.

В этих вариантах проектируемых предприятий (заводов) номенклатура изделий и объем их выпуска для комплектной поставки взаимоувязывается с особенностью проектных решений планируемых к строительству зданий и сооружений.

В частности, например, при разработке проекта завода для крупнопанельного домостроения проектант (дипломник) выбирает серию (например, № 464 или № 90, или иную) и этажности жилых домов, комплектацию которых в процессе их строительства будет обеспечивать разрабатываемое предприятие.

Проектное решение выбранной серии дома предполагает наличие типовых секций центральной, торцевой, угловой части жилых зданий этой серии. Секции характеризуются необходимыми для выбора номенклатуры (видов) изделий и их количества данными – планировочными решениями, площадью помещений, высотой этажей и т. д. То есть, в итоге дают возможность определить, что для обеспечения комплектации строительства зданий в соответствии с требуемой по заданию на проект величиной общей площади в год для принятой серии необходимо изготовить n -е количество наружных стеновых панелей, внутренних стен и перегородок, плит перекрытий, лестничных маршей и площадок и так далее, что в совокупности обеспечивает выполнение планового задания на проектирование.

На основании установленного объема выпуска отдельных видов изделий разрабатываются технологические линии (участки), цеха для их производства, которые в совокупности образуют проектное решение производственного корпуса проектируемого предприятия.

По аналогии с изложенным планируется номенклатура продукции иных производств, предназначенных для обеспечения полносборного строительства зданий жилищного, промышленного, сельскохозяйственного и иного назначения.

Для варианта со специализацией предприятия (завода) по некоему назначению, например, для энергетического, транспортного, коммунального, жилищного (неполносборного, крупнопанельно-

го) и иных видов строительства, выбор номенклатуры планируемой к выпуску продукции (в виде бетонных и железобетонных изделий), как правило, отражает эту специализацию деятельности предприятия.

Например, при проектировании завода по выпуску изделий для коммунального хозяйства города целесообразно предусматривать производство:

- труб (напорных и безнапорных) для строительства водоводов, ливневой канализации, отводов промышленных стоков и пр.;
- элементов для обустройства сетей разнообразных подземных коммуникаций;
- элементов смотровых колодцев и коллекторов разного назначения;
- стоек и опор линий освещения, элементов электрокоммуникаций иного назначения;
- элементов подземных и надземных переходов и т. д., что в совокупности обеспечивает городское хозяйство строительными изделиями, необходимыми для его обустройства и поддержания коммуникаций в работоспособном состоянии, а также производство других необходимых изделий.

Номенклатура продукции (видов изделий) заводов общестроительного назначения формируется в зависимости от потребности строительного производства конкретного региона и решаемых при этом задач в части жилищного, гражданского, промышленного и других видов строительства, а также от потребности в тех или иных видах строительных изделий.

В частности, от потребности в элементах фундаментов, несущего каркаса, перекрытий, покрытий, ограждений наружного контура и других конструктивных элементов зданий и сооружений различного назначения.

В современных условиях хозяйствования для предприятий общестроительного назначения характерно стремление к многообразию выпускаемой продукции, что позволяет эффективнее реагировать на изменение потребностей рынка строительных изделий.

Необходимо отметить, что во всех случаях при выборе номенклатуры продукции планируемого к разработке проекта завода следует исходить из реальной оценки потребности в ней, технологичности и эффективности производства, рациональности соотношения видов продукции как по их разнообразию, так и по объемам производства, во взаимосвязи со специализацией предприятия в целом.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОЕКТНАЯ СХЕМА КОМПОНОВКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ И ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПЛАНИРУЕМЫХ К ВЫПУСКУ ИЗДЕЛИЙ

Для разработки организационно-технологической структуры производственного процесса планируемых к выпуску изделий принятыми способами производства вначале необходимо скомпоновать технологическую(ие) линию(ии) в пролете (цехе). То есть принять и графически отразить расстановку оборудования в пролете в привязке к осевым расстояниям между колоннами и их размерами по длине и ширине. Для этого предварительно, исходя из вида, конструктивных особенностей, размеров, особенностей армирования (без преднапряжения, с преднапряжением арматуры) и т. д., для конкретного изделия подбирают необходимый комплект механического оборудования: бетонораздатчики, бетоноукладчики, центрифуги, установки для нагрева арматуры при термическом способе напряжения, гидродомкраты и насосные станции при механическом способе создания ее напряжения, мостовые краны и т. д. Определяют габариты оборудования, постов (для агрегатно-поточных и конвейерных линий), стендов, безопасные проходы и расстояния между постами (стендами) и удаление от колонн пролета (не менее 1,0 м и между производственными постами не менее 1,5 м по правилам техники безопасности), расположение камер тепловой обработки, поста доводки (ремонта) и выдержки готовых изделий (время выдержки от 6 до 12 ч в зимний период работ), дополнительные посты и оборудование (например, для шлифовки раструбов и гидроиспытаний напорных виброгидропрессованных труб) и другие, необходимые для конкретных видов изделий.

Используя эти данные, располагают оборудование в пролете, т. е. компонуют таким образом технологическую(ие) линию(ии) и определяют (в привязке к осевым расстояниям колонн, расстоянию между постами и т. д.) расстояние перемещения технологического оборудования в процессе изготовления изделий. Общим правилом при определении затрат времени, например, на перемещение грузов краном является расчетное расстояние между центрами постов (или стендов) технологических линий, включая и пост тепловой обработки (в частности, центр блока ямных камер). Исключения соответствуют работе

такого оборудования, которое в цикле формирования изделий меняет скорость движения (работы). В частности, бетонораздатчики и бетоноукладчики, характеризующиеся большой транспортной и меньшей рабочей (при подаче-укладке бетона) скоростью.

На рис. 2.1, 2.2, 2.3 соответственно приведены принципиальные схемы компоновки технологических линий стендового (на примере изготовления ферм 18 м на коротких стендах), конвейерного (на примере изготовления наружных стеновых панелей зданий КПД) и агрегатно-поточного (на примере изготовления ребристых преднапряженных плит 3×6 м) способов производства с нанесением основных расчетных расстояний ожидаемого перемещения оборудования (кранов, бетонораздатчиков (укладчиков), затирочных машин и др.) в процессе изготовления изделия.

Применительно, например, к схеме на рис. 2.1 приведены расстояния l_1 и l_2 , соответствующие длине пути перемещения бункерного бетонораздатчика от места загрузки бетонной смеси к стенду № 1 (l_1 , м) и длине его пути при формировании фермы (l_2 , м). Эти операции выполняются с разными скоростями перемещения и, соответственно, разными затратами времени, что затем отражается на циклограмме работы этого вида оборудования.

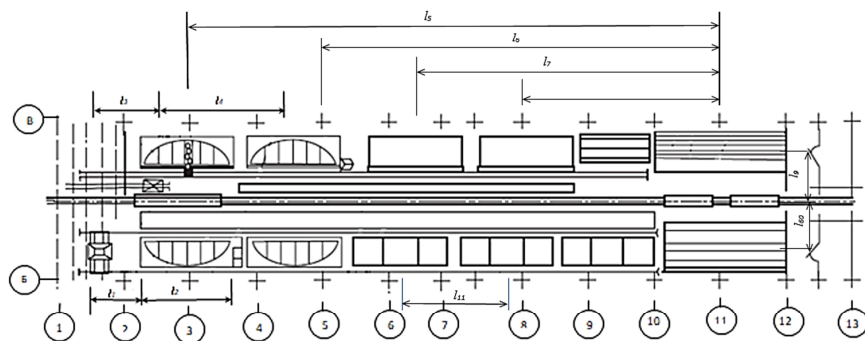


Рис. 2.1. Принципиальные компоновочные решения линий с короткими стендами

Следует учитывать, что такой вариант работы бетонораздатчика рационален при формировании 1-го стенда, расположенного у бетоновозной эстакады. При формировании 2-го стенда, а тем более 3-го, 4-го и 5-го, рационально заранее перемещать бетонораздатчик к мес-

ту формирования (своим ходом или переносить краном), а бетонную смесь к нему подавать краном с помощью переносной бады. В таком случае самоходная (переносная) бадя после загрузки под бетоновозной эстакадой перемещается в зону работы крана (расстояние l_3 , м, на схеме), снимается с самоходной тележки и подается к бетонораздатчику, т. е. к месту формирования очередного стенда (например, на расстояние l_4 , м).

Применительно к схеме конвейерной линии на рис. 2.2 приведены расстояния l_1 и l_2 , которые отражают путь крана при подаче распалубленного изделия (в частности, наружной стеновой панели) на пост чистки (при отделке «ковровой» плиткой), расстояние l_3 – подачи его на конвейер доводки, l_4 – съема с конвейера доводки-отделки и подачи либо на пост дополнительной выдержки, либо на телегу вывоза готовой продукции.

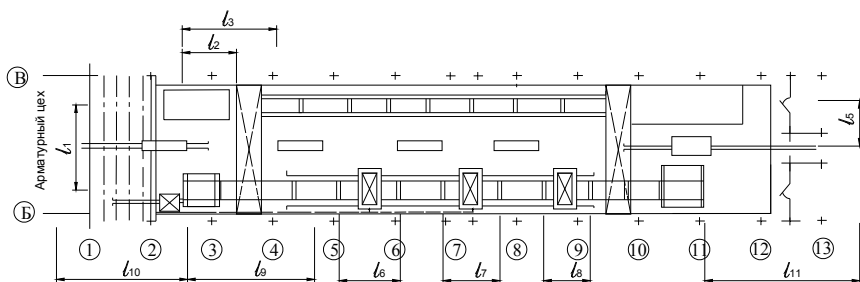
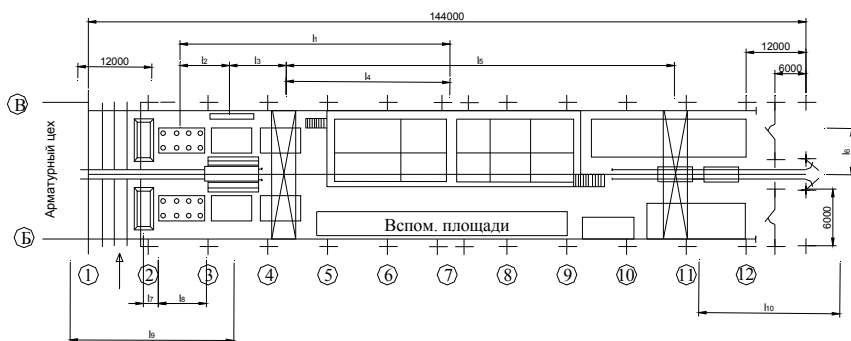


Рис. 2.2. Принципиальная схема вертикального замкнутого конвейера в плане с указанием примерных расстояний перемещений оборудования

Для данного варианта технологической линии расстояния l_6 , l_7 , l_8 соответствуют длинам обслуживаемых постов при укладке бетона 1-го слоя (l_6 , м), 2-го слоя (l_7 , м), и l_8 – машины, например, для устройства внешней декоративной отделки насыпкой крупного заполнителя, либо заглаживания (затирки) поверхности изделия.

Расстояния l_{10} и l_{11} не обозначены, т. к. это путь подвоза арматуры из арматурного цеха (l_{10} , м) и перемещение телеги вывоза готовой продукции на склад (l_{11} , м). Работа этих телег на циклограммах работы оборудования отражается с учетом конкретных проектных решений для рассматриваемого варианта технологической(их) линии(ий).

Применительно к схеме агрегатно-поточной линии на рис. 2.3 расстояние l_1 отражает путь крана по перемещению формы со свежесформованным изделием к посту тепловой обработки (освобождая пост формования) l_2 , l_3 , l_4 , соответственно, расстояния подачи подготовленной формы на пост формования с поста армирования, перемещения формы после распалубки изделия, чистки и смазки на пост армирования и перемещения формы с изделием с поста ТО на пост распалубки. Расстояние l_5 соответствует перемещению краном распалубленного изделия на пост выдержки; l_7 и l_8 – путь перемещения бетонораздатчика (или бетоноукладчика) к посту формования и его работу при формировании изделия.



бетона, или время работы центрифуги, включая распределение, уплотнение, остановку в работе, и другого специального оборудования.

Следующий этап расчета – это разработка организационно-технологической структуры производственного процесса с установлением времени технологического цикла изготовления изделий ($T_{ц}$, час). Для его определения вначале следует рассчитать время планового цикла выпуска продукции ($T_{ц}^{пл}$, час) для стендового способа производства или время планового такта ее выпуска ($R_{пл}$, мин) для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства, которые обеспечивают выполнение годовой программы производства данного вида изделий.

Для конвейерных и агрегатно-поточных линий необходимо определить плановый такт выпуска продукции, обеспечивающий выполнение заданной производительности. То есть необходимо рассчитать тот отрезок времени, за который проектируемое производство должно изготавливать единицу продукции. Плановый такт в последующем является ориентиром для определения рабочего ритма потока.

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства плановый такт выпуска продукции $R_{пл}$ определяется по формуле:

$$R_{пл} = \frac{B_p g_{\phi}}{\Pi_{год}}, \text{ ч}, \quad (2.1)$$

где B_p – годовой фонд рабочего времени, ч;

g_{ϕ} – количество одновременно формуемых изделий (в одной форме), шт.;

$\Pi_{год}$ – годовая плановая производительность изделий, шт. Если годовая производительность задана в м³ железобетона (Q), то $\Pi_{год}$ рассчитывается по формуле $\Pi_{год} = Q / V_{и}$, где $V_{и}$ – объем железобетона в изделии.

Фонд времени рассчитывают по зависимости

$$B_p = n_{год} \cdot t_{см} \cdot q_{см}, \text{ ч}, \quad (2.2)$$

где $n_{год}$ – количество рабочих суток в году, принимаемое (ОНТП-07-85) для конвейерного производства $n_{год} = 247$ сут., для агрегатного

и стандового $n_{\text{год}} = 253$ сут. (при соответствующей длительности плановых остановок на ремонты: 13 и 7 сут., для номинального количества рабочих суток в году – 260; см. прил. А);

$t_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, $t_{\text{см}} = 8$ ч;

$q_{\text{см}}$ – количество смен в сутки. При 3-сменной работе продолжительность рабочих суток составляет 23 ч (без обеденного перерыва в ночную смену).

Для стандового способа производства рассчитывают плановый цикл выпуска продукции:

$$T_{\text{ц}}^{\text{пл}} = \frac{B_{\text{р}} n_{\text{и}} M_{\text{ст}}}{\Pi_{\text{год}}}, \quad (2.3)$$

где $M_{\text{ст}}$ – число стандов для изготовления заданного вида изделий, шт.;

$n_{\text{и}}$ – количество изделий, одновременно формуемых на стенде, шт.

Число стандов ($M_{\text{ст}}$) для предварительного расчета $T_{\text{ц}}^{\text{пл}}$ устанавливают исходя из рациональной компоновки их в пролете цеха и в последующем уточняют по фактическому времени технологического цикла $T_{\text{ц}}$ (суммарной продолжительности всех операций, выполняемых на стенде, включая тепловую обработку).

Ряд норм и других расчетных данных приведены в приложениях А, Б, В и Г настоящего пособия. Некоторые из них одинаковы для всех способов производства. Например, операция строповки форм (изделий) во всех случаях включает: опускание крюка (или автоматической траверсы), строповку (или захват) формы (изделия), подъем на безопасную для последующего перемещения краном высоту. При 2-х такелажниках (или автоматической траверсе) на собственно строповку отводится 0,25 чел.-мин, а при 1-м такелажнике – 0,5 чел.-мин. Суммарно с опусканием и подъемом общее время строповки составляет $\sim 0,25 + (0,25 \text{ или } 0,5) + 0,25 = \sim 0,75 \dots 1,0$ мин для рядовых условий выполнения этой операции (например, при обслуживании постов технологических линий). При выемке и установке форм в ямные камеры это время составляет $\sim 1,0 \dots 1,5$ мин.

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ, РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИЙ И ЭЛЕМЕНТНЫХ ЦИКЛОВ

Определив плановый такт (для конвейерных и агрегатно-поточных линий) или плановый цикл (для станочных линий) выпуска продукции, приступают к разработке организационно-технологической структуры производственного процесса, обеспечивающей время рабочего ритма или цикла не более этих расчетных величин, тем самым обеспечивая выполнение заданного объема выпуска продукции.

Для этого по форме табл. 3.1 вначале заполняют графу 3, отражая в ней наименование операций и приемов их выполнения в технологической последовательности, присущей процессу изготовления данного вида изделия и особенностям выбранного способа производства. Следует начинать перечень операций с момента завершения тепловой обработки (или окончания естественной выдержки, если ТО отсутствует) изделий. То есть с момента (операции) съема и подачи формы с изделием(ями) из агрегата тепловой обработки на пост распалубки (для конвейерных и агрегатопоточных линий) и снятия (скатывания) тепловлагоизолирующего покрывала или крышек укрытия камер при станочном способе производства.

Составив перечень операций, полно отражающий процесс изготовления изделия(ий) и включающий их распалубку, подготовку форм (бортоснастки), операции армирования, формования, дополнительного ухода и подготовку к тепловой обработке и тепловую обработку, определяют их трудоемкость (графа 4); количество, профессии и квалификацию (по квалификационному справочнику, либо иным нормативам, соотносящим уровень сложности выполняемой работы с квалификацией исполнителей (практически от III до VI разрядов тарификационной сетки для производства ЖБИ)) (графы 5 и 6) и продолжительность (графа 7) для конкретных условий ее выполнения.

Таблица 3.1

Организационно-технологическая структура процесса изготовления изделий

№ п/п	Наименование элементного цикла (процесса, поста)	Наименование операций и приемов	Трудоем- кость операций и приемов, чел.-мин	Трудовые ресурсы		Продолжи- тельность операции, мин (не совмещае- мое время)	Совме- щаемое время, мин	Продолжи- тельность простоев, мин	Рабочий ритм потока, мин
				Кол-во рабочих	Профессия, разряд				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1. Пост распа- лубки – под- готовки форм	Подача формы с поста ГО на пост распалубки	2,0	1 + 1	$K_{IV} + \Phi_{IV}$	2,0	–	–	
1.2		Передача предна- пряжения армату- ры на бетон (рез- ка 4-х стержней)	4,8	2	$2\Phi_{IV}$	2,4	–		
1.3	1.4	Открытие бортов, очистка закладных изделий	4,6	2	$2\Phi_{IV}$	2,3	–		
1.4		Съем изделия и по- дача на пост до- водки-выдержки	2,2	1 + 2	$K_{IV} + 2\Phi_{IV}$	2,2	1,5*		
1.5	1.6 1.7	Чистка-смазка формы ($F \sim 21 \text{ м}^2$)	6,4	2	$2\Phi_{IV}$	3,2	–		
1.6		Сборка формы	4,2	2	$2\Phi_{IV}$	2,1	–		
1.7		Съем формы для подачи на пост ар- мирования	0,75	1 + 2	$K_{IV} + 2\Phi_{IV}$	0,75	14,25	0,75	15,0**

* Совмещаемое с выполнением иных операций время; в данном случае – перемещение краном изделия на пост доводки-выдержки совмещается с одновременным выполнением работ по чистке-смазке формы на посту распалубки-подготовки форм.
 ** «Рабочий» ритм потока по затратам времени на «ведущем» посту (например, формования).

Расчет затрат времени при работе всех видов используемого оборудования осуществляют по форме табл. 3.2 (см. далее), определяя продолжительность работ в зависимости от условий их выполнения.

При механизации (автоматизации) работ:

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{\ell}{V} \kappa + t_p, \text{ мин} \quad (3.1)$$

или

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{P}{V} \kappa + t_p, \text{ мин}, \quad (3.2)$$

где ℓ – расчетное расстояние рабочего или транспортного хода машины (бетоноукладчика, крана и т. д.), м;

P – объем работ, например, загрузка бетонной смеси, очистка формы и др. (м^3 ; м^2 ; т);

V – скорость (рабочая или транспортная) передвижения машины (м/мин) или скорость выполнения работ ($\text{м}^3/\text{мин}$; $\text{м}^2/\text{мин}$; т/мин);

κ – расчетное количество проходов машины для выполнения рассматриваемой работы;

t_n – режимное время машины (например, продолжительность нагрева арматуры до заданного удлинения стержней) или продолжительность операций, выполнение которых приостанавливает работу машины. Например, укладка арматуры, утеплителя (при послойном формировании изделия).

Продолжительность операций, выполняемых вручную, рассчитывают по зависимости:

$$\tau_p = P \cdot t_n \cdot \frac{N_n}{N} \alpha, \text{ мин}, \quad (3.3)$$

где P – объем работ (м^3 , м^2 , т, шт.);

t_n – норма времени на единицу объема работ, чел.-мин;

N_n – число исполнителей, для которых установлена норма времени;

N – фактическое число исполнителей;

α – коэффициент, учитывающий уменьшение нормы времени ($\alpha < 1$) при использовании средств малой механизации или ее уве-

личение ($\alpha > 1$) за счет времени на личные нужды (при работе на посту до трех рабочих). В расчетах α принимают равным единице.

Характеристики механического оборудования технологической линии устанавливают по соответствующим справочникам (характеристики основных видов оборудования – см. прил. Б). Нормы времени или трудоемкость отдельных работ и операций принимают по типовым нормам времени на производство ж/б изделий и конструкций в соответствии с выбранным способом производства (прил. В и Г). Рабочие, а также холостые транспортные маршруты оборудования (расстояния перемещений) вычисляют на основе плана цеха и компоновки (расположения) соответствующего оборудования, разработанных при выполнении работ по темам 1 и 2.

В общем случае за точку отсчета расстояния принимают геометрический центр поста. Исключение составляют те посты или участки, где оборудование работает с разными скоростями. Например, формовочный пост, если бетоноукладчик имеет транспортную (более высокую) скорость и рабочую.

Помимо перечисленных ранее методов длительность операций (некоторой, i -й) может быть определена исходя из трудоемкости:

$$\tau_{oi} = \frac{H_{oi}}{N_{oi}}, \text{ мин}, \quad (3.4)$$

где H_{oi} – трудоемкость операции (чел.-мин), взятая по нормативной или справочной литературе и приведенная к одному исполнителю;

N_{oi} – количество исполнителей данной операции.

При этом необходимо учитывать, что таким образом можно определять продолжительность операций, выполняемых вручную и с помощью средств малой механизации. В случае, если разрабатываемое производство единично и нормы времени (трудоемкость) на заданный вид продукции отсутствуют, следует определить изделие-аналог и производить расчеты на основе его норм времени с поправкой на особенности проектируемого производства.

В общем случае, как уже отмечалось, при расчете производительности операций и приемов используют нормы времени на их выполнение, приведенные в нормативных документах на конвейерный,

агрегатно-поточный и стендовый способы производства железобетонных изделий или специализированные нормы на определенные виды изделий по иным нормативным документам.

При ведении расчетов затрат времени на механизированные операции, выполняемые с помощью кранов и другого оборудования, соответствующие данные для заполнения табл. 3.1 вначале определяют по форме табл. 3.2 и затем «вводят» в табл. 3.1.

Для этого (кроме необходимых расчетов по ручным операциям) в табл. 3.2 отражают работу, выполняемую всеми видами механического оборудования, задействованного в технологическом процессе изготовления изделий. В приведенном в табл. 3.2 тексте рассмотрен пример работы бетонораздатчика в пределах 1-го цикла формования условного изделия, который включает операции загрузки бетонной смеси, перемещения к посту формования, укладку (выгрузку) смеси в форму за один прием, перемещение в исходное положение (под место разгрузки смеси из транспортной тележки-бадьи одной из осей бетоновозной эстакады). В конкретных расчетах эти затраты времени дополняются фактическими, например, на виброуплотнение при формовании бетона, его распределение в форме и пр.

Таким же образом, используя схему компоновки технологической линии и пролета в целом и характеристики (скорость перемещения, режимное время выполнения операций и т. п.) оборудования, рассчитывают работу кранов и других задействованных механизмов (виброплощадок, самоходных порталов, центрифуг и т. д.).

Полученные расчетные данные по затратам времени на отдельные операции группируются в их сложной взаимосвязи, отражающей элементный цикл работ, и суммируются. Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства эта совокупность составляет ритм потока, т. е. время, необходимое для выполнения работ на отдельных постах (распалубки, армирования, формования и т. д.). При этом выделяется основной пост (чаще всего формования или армирования) с наибольшими затратами времени на совокупность операций, выполнение которых необходимо и не может быть изменено (уменьшено).

Расчет продолжительности операций

[illegible]

Остальные элементные циклы (посты) могут характеризоваться меньшими затратами времени на один цикл (ритм потока – R , мин). В этой связи задачей проектировщика является подбор такого соотношения исполнителей, оборудования, оснащения и пр., которое примерно уравнивает затраты времени на отдельных постах и обеспечивает с одной стороны равномерность загрузки, а с другой – полную загрузку исполнителей работ на всех постах технологической линии.

Для станковых линий расчетная продолжительность подготовительных операций (от начала работ до формования) либо всех работ, включая формование (если все работы выполняет одно звено), составляет элементный цикл подготовительных работ ($t_{\text{по}}$, мин, либо $t_{\text{поф}}$, мин) соответственно.

По результатам обработки расчетных данных табл. 3.1 (в тексте приведен пример расчета времени на посту распалубки условного изделия) определяется рабочий ритм (R , мин) конвейерных и агрегатно-поточных линий и количество, а также специализация постов, обеспечивающих их работу с этим ритмом. Для станковых линий определяется продолжительность элементных циклов подготовительных операций ($t_{\text{по}}$, мин) и формования ($t_{\text{ф}}$, мин) либо совмещенное время общего элементного цикла ($t_{\text{поф}}$, мин). При разделении этих операций имеет место специализация работ звена подготовки и звена формования; без их разделения работы совмещаются и выполняются одним звеном исполнителей. Следует учитывать, что в последнем случае технологический цикл изготовления изделий будет большей продолжительности, а съем продукции (соответственно, и производительность) проектируемой линии ниже.

Обобщая выполненные расчеты организационно-технологической структуры производственного процесса разрабатывается пооперационный график изготовления изделий по форме табл. 3.3, в которой затраты времени по отдельным операциям и элементным циклам (ритму) изображают графически (графа 8). Все необходимые для этого данные проектант берет из табл. 3.1 и 3.2. Пооперационный график показывает степень совмещения отдельных операций и элементных циклов во времени и является основой для последующего расчета потребности в основных и вспомогательных рабочих цеха.

Таблица 3.3

Пооперационный график изготовления изделий

№ элементного цикла (поста)	Наименование элементного цикла (поста)	Наименование операций и приемов	Трудоемкость операций и приемов, чел.-мин	Трудовые ресурсы		Продолжительность операции, мин	Ритм потока или текущее время (для стандов), мин
				Кол-во рабочих, разряд	Механизмы, инструмент		
1	2	3	4	5	6	7	8

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства характерно параллельное (одновременное) выполнение элементных циклов на всех постах, поэтому графа 8 соответствует и строится графически на время рабочего ритма потока, определенного по ведущему посту. Если продолжительность операций на каких-то постах не обеспечивает занятость рабочих в течение полного рабочего ритма, следует либо корректировать их численность, либо обслуживать несколько постов одним составом рабочих.

При стандовом способе производства и разделении подготовительных операций и формования графа 8 пооперационного графика изготовления изделий рассчитывается и строится на время, соответствующее времени подготовительных операций ($t_{по}$) при параллельном (одновременном) отображении операций по формованию. В варианте последовательного выполнения работ одним звеном графически отображается время, равное сумме $t_{поф} = t_{по} + t_{ф}$, чтобы отразить продолжительность и последовательность подготовительных работ и формовки. Тепловая обработка изделий во всех случаях вводится в пооперационный график отдельным элементным циклом с указанием ее продолжительности и возможных особенностей (например, ступенчатый режим и пр.).

На основе пооперационного графика изготовления изделий определяют коэффициенты занятости основных рабочих, величина которых должна быть близкой к единице (исключение составляют крановщики). Расчет коэффициентов занятости рабочих на конвейерных и агрегатно-поточных линиях осуществляют по формуле:

$$K_{zi} = \frac{\sum_1^n t_i^R}{R}, \quad (3.5)$$

а для станков

$$K_{zi} = \frac{\sum_1^n t_i^{\text{по(поф)}}}{t_{\text{по(поф)}}}. \quad (3.6)$$

Здесь $\sum_1^n t_i^R$ – суммарное время работы данного рабочего за время ритма (R);

$\sum_1^n t_i^{\text{по(поф)}}$ – суммарное время работы данного рабочего за время подготовительных операций $t_i^{\text{по}}$ или $t_i^{\text{поф}}$ при выполнении подготовительных операций и формования одним звеном.

Произведенный расчет оформляют в виде табл. 3.4, которая отражает распределение производственной нагрузки в бригаде и рациональность использования трудовых ресурсов. При станковом способе производства графа 5 табл. 3.4 соответствует продолжительности рабочей смены, а в графе 4 указывают элементный цикл, в котором занят рабочий.

При определении количества исполнителей учитывают, что для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства все элементные циклы выполняются на разных постах, притом они работают одновременно и синхронно в пределах ритма.

Таблица 3.4

Распределение производственной нагрузки
и коэффициент занятости

№ п/п	Профессия рабочего	Разряд	№ обслуживаемого поста	Ритм потока $R = 15$ мин	Суммарное время работы, мин	Коэффициент занятости, K_{zi}
1	2	3	4	5	6	7

Для стандового способа производства при разделении элементных циклов подготовительных операций и формования эти работы выполняют разные звенья исполнителей одновременно, а при их совмещении – последовательно, одним звеном.

Данные пооперационного графика изготовления планируемых к выпуску изделий являются основанием для определения потребности в основных производственных рабочих и их квалификации для обеспечения производственного процесса. Путем оценки необходимости одновременного выполнения операций всех элементных циклов определяют количество исполнителей. Следует учитывать, что в современных условиях хозяйствования степень занятости рабочих должна быть высокой. Она отражается коэффициентом занятости (K_3), т. е. отношением времени занятости исполнителя к времени ритма (для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства) или к времени подготовительных (либо подготовительных и формовочных) операций для стандового способа производства. Рекомендуется, чтобы степень занятости характеризовалась: $K_3 \geq 0,9$ доп. ед. Исключение составляют крановщики, коэффициент занятости которых определяется по фактическим затратам времени на крановые операции и устанавливается по пооперационному графику, а подтверждается по данным циклограмм работы кранов с учетом как основных, так и вспомогательных операций. Например, открыть-закрыть крышки камер тепловой обработки; разово выгрузить арматуру, восстанавливая ее запас в цеху; переместить контейнеры закладных деталей и т. п. операции, являющиеся вспомогательными элементами технологического процесса, но выполнение которых обязательно для его реализации.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Установив продолжительность всех операций технологического цикла, их группируют по отдельным постам (распалубки, армирования, формования и т. д.) при конвейерном или агрегатно-поточном способе производства и определяют фактический или рабочий ритм (R , мин) выпуска изделий. Для станочных линий устанавливают продолжительность элементарных циклов подготовки ($t_{\text{но}}$, мин) и тепловой обработки ($t_{\text{т.о.}}$, час) и определяют продолжительность технологического цикла ($T_{\text{ц}}$, час).

Для конвейерных и агрегатно-поточных технологических линий сопоставляют величину полученного на основании данных табл. 3.1 ритма с ранее определенным расчетным плановым тактом выпуска продукции ($R_{\text{пл}}$), устанавливают рабочий ритм потока (R). При необходимости уточняют распределение операций по постам и количество последних, корректируют продолжительность операций, изменяя условия их выполнения или количество исполнителей и т. д. Необходимо учитывать, что величина соотношения $R / R_{\text{пл}} \leq 1$ свидетельствует о достаточности одной технологической линии для обеспечения заданной производительности при ритме R . Если $2 > R / R_{\text{пл}} > 1$, то необходимы две технологические линии; при соотношении более 2-х необходимо либо уменьшить расчетный ритм потока, либо проектировать производство в пролете «УТП-2» или в нескольких пролетах «УТП-1».

Для линий станочного способа производства подтверждением приемлемости полученной продолжительности технологического цикла $T_{\text{ц}}$ является соотношение $T_{\text{ц}} / T_{\text{ц}}^{\text{пл}} \leq 1$. Если оно больше единицы, то заданная программа выпуска продукции не будет обеспечена. Необходимо либо сократить время $T_{\text{ц}}$, либо (если это возможно) увеличивать количество станков в соответствии с последующим расчетом.

На основании полученных данных определяют продолжительность технологического цикла изготовления изделий (продукции). Расчет $T_{\text{ц}}$ проводят по формулам:

$$T_{\text{ц}}^{\text{к}} = (m - 1)R + t_{\text{то}}, \text{ ч}; \quad (4.1)$$

$$T_{\text{ц}}^{\text{а}} = (m - 1)R + (g - 1)R + t_{\text{то}}, \text{ ч}; \quad (4.2)$$

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = t_{\text{по}} + t_{\text{ф}} + t_{\text{то}}, \text{ ч}, \quad (4.3)$$

где $T_{\text{ц}}^{\text{к}}$, $T_{\text{ц}}^{\text{а}}$, $T_{\text{ц}}^{\text{с}}$ – продолжительность технологического цикла при конвейерном, агрегатно-поточном и стендовом способах производства соответственно.

Для стендов при выполнении одним звеном рабочих подготовительных операции и формования:

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = t_{\text{поф}} + t_{\text{то}}, \text{ ч}, \quad (4.4)$$

где m – количество элементарных циклов (постов) на технологической линии, включая тепловую обработку как один пост;

$t_{\text{по}}$, $t_{\text{ф}}$, $t_{\text{то}}$, $t_{\text{поф}}$ – время подготовительных операций, формования, тепловой обработки и совмещенное время подготовительных операций и формования, ч (мин);

g – количество форм с изделиями, загружаемых в одну камеру (отсек, термопакет и т. д.).

Приведенные формулы для расчета времени технологического цикла изготовления изделий представляют собой математическое отражение затрат времени на совокупность технологических операций, выполняемых в их логической последовательности при изготовлении одного изделия (обслуживание одной формы при конвейерном и агрегатно-поточном способах производства, одного стенда для линий коротких стендов или одной технологической линии длинных стендов).

При построении *циклограмм технологического процесса изготовления изделий* тем или иным способом производства на горизонтальной оси откладывается время последовательного выполнения всех операций технологического цикла при изготовлении одного изделия (или обработки одной формы), включая тепловую обработку, в соответствии с формулами (4.1)–(4.4).

Математическое отражение того же технологического цикла изготовления изделий, но описывающего его продолжительность в при-

вязке к работе первого поста конвейерных и агрегатно-поточных линий (а также звена исполнителей подготовительных работ ($t_{\text{по}}$) или звена подготовительно-формовочных работ ($t_{\text{поф}}$) для стандов), соответствует зависимостям:

$$T'_{\text{ц}} = nR + zt_{\text{оп}}, \text{ ч}; \quad (4.5)$$

$$T'_{\text{ц}} = nt_{\text{по}} + zt_{\text{оп}}, \text{ ч}; \quad (4.6)$$

$$T'_{\text{ц}} = nt_{\text{поф}} + zt_{\text{оп}}, \text{ ч}, \quad (4.7)$$

где $T'_{\text{ц}} = T_{\text{ц}}$, т. е. время, равное времени технологического цикла, ч (мин);

n – количество изделий (форм, стандов), изготавливаемых (обрабатываемых) за время $T_{\text{ц}}$, шт.;

z – количество обеденных перерывов за время $T_{\text{ц}}$, шт.;

$t_{\text{оп}}$ – продолжительность обеденного перерыва, ч (мин);

m – количество постов конвейерных и агрегатно-поточных линий, включая как один пост тепловую обработку, шт.;

g – количество изделий (форм), загружаемых в один тепловой агрегат агрегатно-поточных линий, шт.

Показателем поточности (т. е. рациональности, непрерывности) организации производственного процесса является равенство: $T'_{\text{ц}} = T_{\text{ц}}$. С учетом этого, путем решения равенства формул (4.1) и (4.5), (4.2) и (4.5), (4.3) и (4.6), (4.4) и (4.7) получают число « n », т. е. количество производимых за время цикла $T_{\text{ц}}$ изделий (если оно одно в форме) или обслуживаемых за $T_{\text{ц}}$ форм (стандов для линий коротких стандов либо длинных стандовых линий) по следующим зависимостям.

Число форм, обрабатываемых на всех постах технологической линии за период $T_{\text{ц}}$ для конвейерного и агрегатного способов производства, соответственно:

$$n = m - 1 + \frac{t_{\text{то}} - zt_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}; \quad (4.8)$$

$$n = m + g - 2 + \frac{t_{\text{то}} - zt_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (4.9)$$

где z и $t_{\text{оп}}$ – число и продолжительность обеденных перерывов за время $T_{\text{ц}}$, ч, мин.

Значение n соответствует количеству форм на потоке (без запаса), а также количеству изделий, изготавливаемых на технологической линии за время $T_{\text{ц}}$ (при одном изделии в форме).

Для стандового способа производства величина n показывает количество изготовленных изделий, а также то, сколько стандов за $T_{\text{ц}}$ обслуживает одно звено рабочих. Рассчитывают величину n при последовательно-параллельном выполнении подготовительных операций и формовки по зависимости:

$$n = 1 + \frac{t_{\text{ф}} + t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{t_{\text{по}}}, \text{ шт.}, \quad (4.10)$$

и при выполнении их одним звеном рабочих (последовательно):

$$n = 1 + \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{t_{\text{поф}}}, \text{ шт.} \quad (4.11)$$

При учете в этих расчетах количества обеденных перерывов (z) могут быть два варианта, зависящих от того, увеличивают они время $T_{\text{ц}}$ (т. е. учитываются при его определении по горизонтальной оси циклограмм) или не увеличивают. Эту особенность расчета следует оценивать по данным фактического графического построения циклограмм (см. далее).

Для расчета тепловых устройств (агрегатов) конвейерных и агрегатно-поточных линий необходимо знать количество форм, одновременно находящихся на тепловой обработке, которые определяются по зависимости:

$$n_{\text{то}} = \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (4.12)$$

где входящие в нее обозначения соответствуют ранее приведенным.

Правильность выполненных расчетов подтверждают построением циклограммы технологического процесса по значениям основных

полученных характеристик $T_{ц}$, n , R , t и других. Разрабатываемое производство будет поточным, если на циклограмме конвейерного и агрегатно-поточного способов производства в одной точке пересекутся проекции расчетных значений $T_{ц}$ и n с циклограммой работы первого поста (обычно – поста распалубки) этих линий, а для стендового способа производства – звена подготовки (или подготовительно-формовочных операций). Возможные исключения из этого правила свидетельствуют о том, что в расчете имеются ошибки (неточности в идентификации расчетных величин R , $T_{ц}$ и др.). Например, при определении ритма потока он установлен равным $R = 20$ мин, а в расчетах его величину перевели примерно $R = 0,3$ ч (вместо $R = 0,333$ ч). Соответственно накапливается погрешность, приводящая к неточностям графического моделирования технологического процесса путем построения его циклограммы. Это свидетельствует о необходимости более тщательного ведения расчетов.

Возможны и специфичные варианты ведения работ, например, при естественном твердении изделий, т. е. продолжительной выдержке, которая существенно превышает продолжительность традиционных тепловых обработок. В таких случаях допускается корректировка приведенных ранее расчетных зависимостей поточного производства с учетом и соответствующим математическим описанием фактических затрат времени в рамках реального технологического процесса.

Необходимо исходить из того, что во всех возможных случаях проектирования основной задачей является *организация поточного производства* за счет рационального подбора исполнителей, соответствующего цели проектирования подбора оборудования и оснащения технологических линий, а на этом основании – определение оптимальных для конкретного случая затрат времени на выполнение как отдельных технологических операций, так и их совокупности в форме элементарных циклов и сочетания последних в виде технологического цикла изготовления изделий, который обеспечивает выполнение планируемой производительности по выпуску продукции.

5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ) ПОСТРОЕНИЕМ ЦИКЛОГРАММ

5.1. Общие положения

Полученные аналитическим расчетом величины ритма, элементных циклов и технологического цикла в целом необходимо проверить путем моделирования технологического процесса изготовления проектируемых к выпуску изделий. Для этого строят соответствующие принятому способу производства циклограммы. Их последующий анализ позволяет подтвердить достоверность расчетов с позиций обеспеченности условия поточности планируемого производства. То есть такой организации производственного процесса, при которой рационально подобраны исполнители, механизмы и средства для бесперебойного ведения работ.

Циклограммы технологического процесса изготовления изделий разными способами производства имеют общие и отличительные черты. Общим является принцип построения графической модели производственного процесса в осях: на горизонтали – время, а по вертикали – количество «*n*» обрабатываемых за время технологического цикла форм (стендов). При использовании одноместных форм (стендов) это количество одновременно соответствует количеству изготавливаемых за время цикла изделий. В случаях использования многоместных форм учитывается количество одновременно изготавливаемых в них изделий.

Горизонтальная ось циклограмм в общем случае (при базовом 2-сменном режиме работы предприятия) разбивается на 18 ч работы, включая 2 обеденных перерыва ($t_{\text{оп}} = 1$ ч) после 4-го и 13-го часа работы (т. е. в первую и вторую 8-часовую рабочую смену).

Могут быть исключения из этого правила в виде смещения (до 1 ч) начала обеденных перерывов, уменьшения их продолжительности (до 0,5...0,45 ч), а также изменений, связанных с ведением работ в ночную смену или по иным причинам по мере надобности.

Основная размерность горизонтальной оси циклограмм – 1,0 (0,5) часа. Для циклограмм к конвейерному и агрегатно-поточному способам производства рациональна разбивка размерности, кратная времени ритма потока. Допускается произвольная дополнительная

(к основной – часовой) разбивка размерности в минутах, отражающая особенности фактического ритма или элементного цикла (например, $R = 17$ мин; $R = 23,5$ мин и т. д.).

Здесь следует отметить, что при проектировании производственного процесса (особенно ритма потока конвейерных и агрегатно-поточных линий) рекомендуется, чтобы элементные циклы были кратны таким, которые логически вписываются в 60 минут (т. е. $R = 12$; 15; 20; 30 мин).

Разбивка вертикальной оси циклограмм отражает количество изделий, изготавливаемых за время технологического цикла, или форм, стендов, кассет и других видов бортоснастки, обрабатываемых за время технологического цикла. Во всех случаях на начальном этапе разработки и построения циклограмм следует выделить первое изделие (форму, стенд и т. д.), т. к. по затратам времени на его примере первично отражается (графически) расчетная продолжительность технологического цикла в привязке к 2-сменной работе производства.

Графическое отражение на циклограммах работ, выполняемых в процессе технологического цикла изготовления изделий, – это наклонные линии-графики, проекция которых на горизонтальную ось соответствует затратам времени на их выполнение при работе с каждым изделием (формой, стендом). Для конвейерных и агрегатно-поточных линий это время ритма потока для каждого из постов (например, распалубки, подготовки армирования и т. д.), а для стендовых – время элементных циклов подготовки и формования (или их совмещения). Во всех случаях отдельным постом (или элементарным циклом) отражается время тепловой обработки (или выдержки) изделий.

Особенностью графического отражения тепловой обработки для разных способов производства является ее организация: для конвейерного – индивидуально для каждого изделия в камерах непрерывного принципа действия; для агрегатно-поточного – после накопления принятого для камер периодического принципа действия количества форм (изделий); для коротких стендов – индивидуально; для длинных стендов – для всех изготавливаемых на нем изделий одновременно.

При анализе полученных циклограмм с позиций оценки достоверности принятых проектных решений и обеспечения непрерывности (поточности) разрабатываемого производства исходят из следующего.

В случае, если технологический цикл разрабатываемого производства изделий не превышает 18 ч (базового для 2-сменного режима работы предприятия), критерием оценки является совпадение в одной точке на графике, отражающем работу 1-го поста (или элементарного цикла), проекции с вертикальной оси значения « n » обслуживаемых за время « T_d » изделий (форм, стандов) и проекции с горизонтальной оси на этот график времени окончания технологического цикла. Таким образом, в этой точке циклограммы должны сойтись три линии, что подтверждает обеспеченность условия поточного производства.

Если такое совпадение не достигнуто, следует корректировать расчеты, изменяя условия работ: количество исполнителей, средства механизации и т. д. с целью сокращения (или увеличения) времени ритма или элементарных циклов. При необходимости изменяют количество постов или время тепловой обработки, добиваясь соблюдения принципа поточного производства.

В случае, если технологический цикл изготовления изделий превышает 18 ч (что характерно для стандовых линий), поточным будет производство, циклограмма которого подтверждает, что за время 2-сменной работы полностью обслуживается расчетное количество стандов (n , шт.) стандов. То есть, на циклограмме, отражающей работу звена подготовки (или подготовки и формовки при совмещении этих работ), к 18 ч завершится работа на последнем из расчетного количества стандов, а за последующее ночное время закончится тепловая обработка на 1-м станде (стандах), и с началом работ следующего дня на нем могут начинаться операции подготовительного элементарного цикла (распалубка изделия(ий) и т. д.).

В особых случаях, в частности, связанных с чрезвычайной сложностью изготавливаемых изделий, продолжительной тепловой обработкой или выдержкой, правила построения циклограммы технологического процесса могут отличаться от изложенных и быть индивидуальными, отражая фактическую структуру такого производственного процесса.

5.2. Примеры построения циклограмм

Стандовый способ производства. На рис. 5.1 и 5.2 приведены варианты разработки циклограммы технологического процесса изготовления изделий на коротких стандах при следующих исходных

данных: $t_{\text{по}} = 1,5$ ч; $t_{\text{ф}} = 0,5$ ч; $t_{\text{то}} = 13,5$ ч (рис. 5.1) и $t_{\text{поф}} = 2,0$ ч; $t_{\text{то}} = 13,5$ ч (рис. 5.2).

Оценка циклограмм рис. 5.1 показывает, что звено исполнителей подготовительных работ за время технологического цикла (определенного для первого станда по сумме затрат времени на подготовительные работы, формование и тепловую обработку) производит распалубку девяти изделий и готовит к формованию девять стандов. Работы осуществляются одним звеном последовательно в 1-ю и 2-ю смену рабочего дня.

Поточность (непрерывность) производства подтверждается тем, что на циклограмме в одной точке сходятся графические отражения работ звена подготовки, проекция расчетного количества обслуживаемых за время технологического цикла стандов ($n = 9$ шт.) и окончание тепловой обработки первого в обслуживании станда. То есть, этот станд готов к распалубке изделия и к началу очередного технологического цикла.

Одновременно полученная циклограмма свидетельствует, что при использованных расчетных данных ($t_{\text{по}} = 1,5$ ч) звено подготовки может обслуживать не более 9 стандов.

При этом исполнители, занятые на формовании изделий, не полностью загружены на этих работах и необходимо предусматривать их занятость другими их видами (доводка-ремонт-сдача продукции, подготовительные работы разного рода и пр.).

Оценка циклограммы рис. 5.2 при ее построении по исходным данным (при $t_{\text{то}} = 13,5$ ч и $T_{\text{ц}} = 15,5$ ч) показывает, что условие поточности производства не достигается. Для обеспечения непрерывной работы требуется корректировка (увеличение на 0,5 ч) времени тепловой обработки, как один из вариантов проектной разработки. Другим вариантом может быть корректировка (уменьшение) продолжительности операций подготовки и формования (т. е. $t_{\text{поф}}$), например, за счет использования более производительного оборудования, увеличения количества исполнителей и др. мероприятий.

Сравнение циклограмм рис. 5.1 и рис. 5.2 показывает, что во втором случае производительность линии будет ниже. Так, за полный 2-сменный рабочий день за счет разделения операций (рис. 5.1) обслуживается (распалубливается) 11 стандов (№ 1 и № 2 повторно) и, соответственно, изготавливается 11 изделий, а по данным циклограммы рис. 5.2 – только 8 изделий.

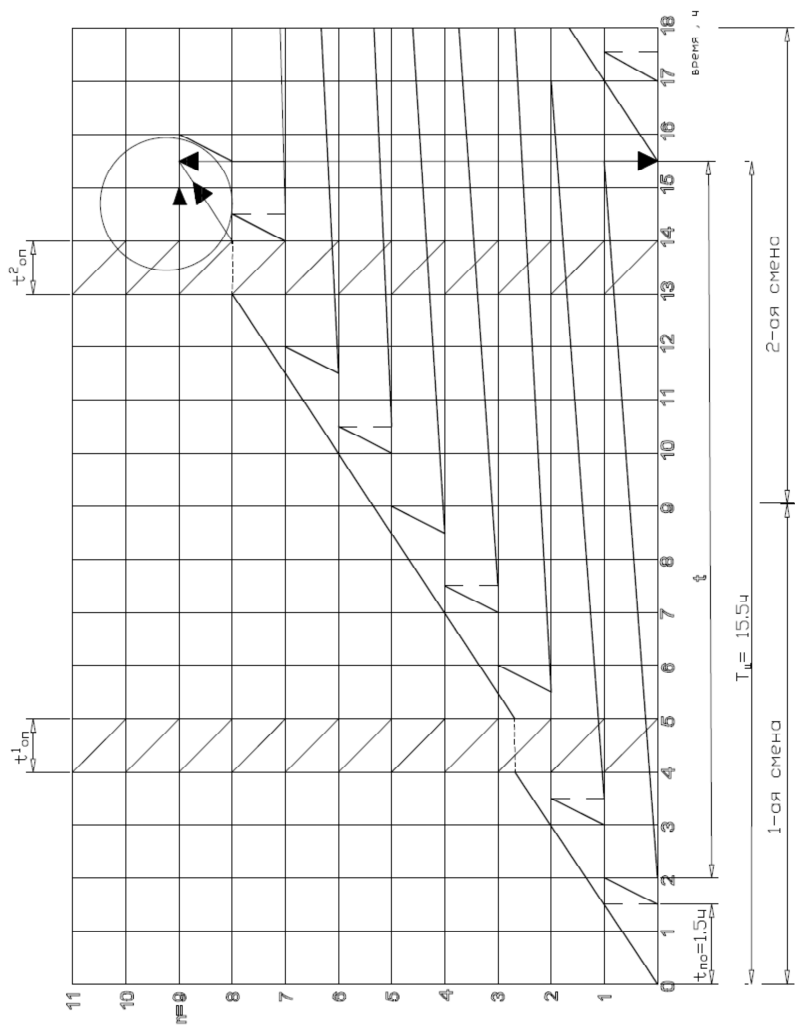


Рис. 5.1. Циклограмма технологического процесса изготовления изделий на коротких стендах при $t_{\text{по}} = 1,5 \text{ ч}$; $t_{\text{ф}} = 0,5 \text{ ч}$;
 $t_{\text{по}} = 13,5 \text{ ч}$ и $T_{\text{ц}} = 15,5 \text{ ч}$ (при $n = 9$ стендов)

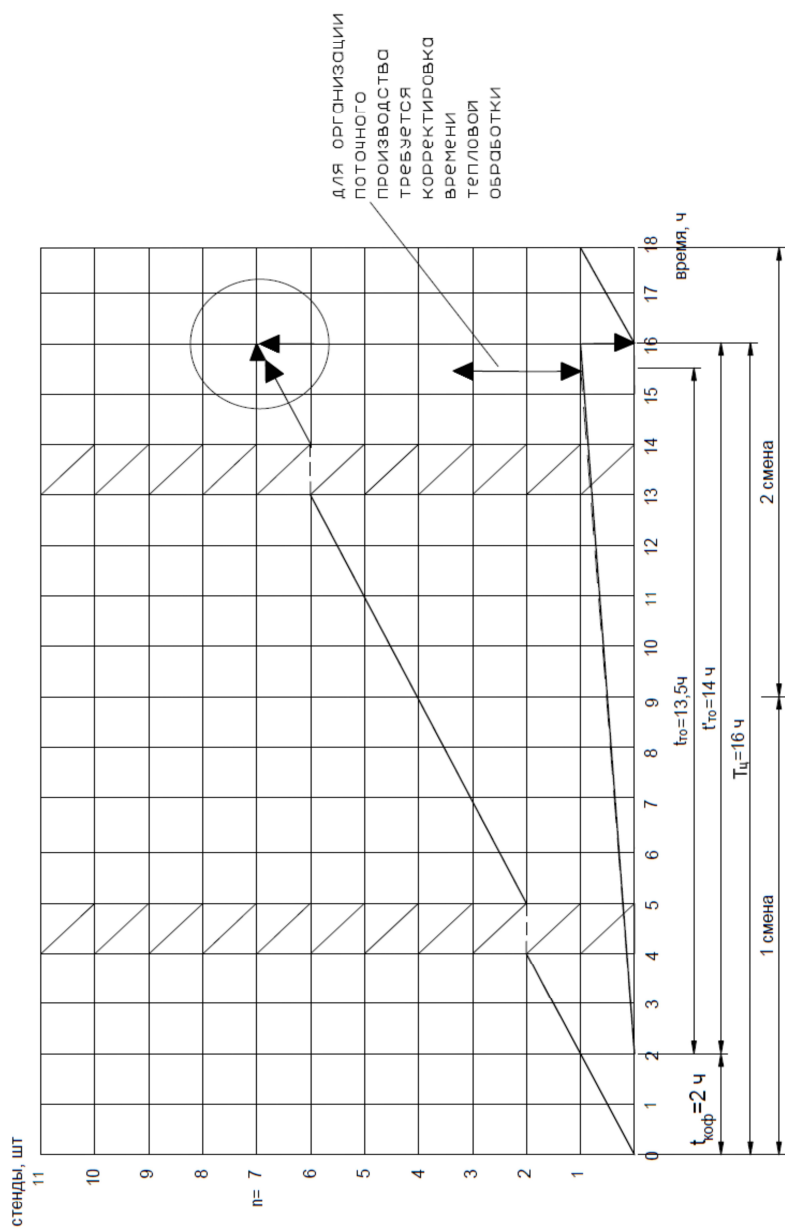


Рис. 5.2. Циклограмма технологического процесса изготовления изделий на коротких стендах при выполнении подготовительных операций и формирования одним звеном

Вместе с тем следует отметить, что исполнителей при параллельном (одновременном) ведении подготовительных работ и формования (рис. 5.1) требуется больше.

Конвейерный способ производства. На рис. 5.3 приведен вариант разработки циклограммы технологического процесса изготовления изделий (условно – плит перекрытий для зданий КПД) конвейерным способом при следующих исходных данных: ритм потока – $R = 20$ мин (0,333 ч), количество постов – $m = 7$ (распалубки – подготовки; армирования; формования; заглаживания поверхности; 3 поста, с учетом необходимости выдержки бетона перед затиркой поверхности), пост тепловой обработки (туннельная проходная заглубленная камера), продолжительность тепловой обработки $t_{то} = 14,0$ ч.

Технологический цикл изготовления изделий в этом случае равен: $T_{ц} = (m - 1)R + t_{то} \sim 16$ ч; расчетное количество изготавливаемых за это время изделий соответствует количеству форм, обслуживаемых (распалубливаемых) на посту № 1, т. е. $n = 42$ шт.

Циклограмма включает графическое отражение затрат времени на 6-ти постах технологической линии (включая 3 поста (№ 4, № 5, № 6) выдержки – заглаживания поверхности), соответствующее ритму потока, и 7-го поста – тепловой обработки (включающей предварительную выдержку до начала подвода тепла).

Оценка соответствия разрабатываемой циклограммы условию точности (непрерывности) производства показывает, что для приведенных исходных данных (их получают расчетным путем на предыдущих этапах проектирования) это условие обеспечивается. Очевидно, что при «графической» проверке в одной точке пересекаются график работы поста № 1, проекция расчетного количества (n , шт.) изготавливаемых за время технологического цикла изделий (обрабатываемых форм) и проекция времени окончания технологического цикла первого изделия (первой формы).

То есть по окончании работы на посту № 1 с последней по расчету формой (42 по счету) на этот пост поступает форма № 1, прошедшая тепловую обработку. Соответственно синхронно выполняются работы на остальных постах технологической линии (в соответствии с ритмом потока).

Агрегатно-поточный способ производства. На рис. 5.4 приведен вариант разработки циклограммы технологического процесса изготовления изделий (условно – ребристых преднапряженных плит 3×6 ;

механический способ натяжения арматуры) при следующих исходных данных: ритм потока – $R = 30$ мин (0,5 ч); количество постов – $m = 4$ (распалубки-подготовки; армирования; формования с укладкой (частично) ненапрягаемой арматуры; тепловой обработки (с предварительной выдержкой) в ямных камерах (при загрузке $g = 6$ форм в камеру) в течение 13,0 ч.

Особенностью, отличающей циклограмму агрегатно-поточного способа производства от конвейерного (рис. 5.3), является графическое отражение тепловой обработки. Если при конвейерном способе производства она реализуется в тепловых агрегатах (устройствах) непрерывного принципа действия и отражается индивидуально (независимо) для каждого изделия (формы), то при агрегатно-поточном производстве имеет место период накопления расчетного количества изделий (форм) – g , шт., и их последующая тепловая обработка в агрегатах периодического принципа действия.

Оценка разработанной циклограммы на рис. 5.4 показывает, что для «заложенного» в ней варианта ведения работ принцип поточного производства обеспечивается. Так, в одной точке пересекаются графическое отражение работы 1-го поста, проекция расчетного количества изготавливаемых за время технологического цикла изделий (обрабатываемых форм – $n = 30$ шт.), проекция окончания тепловой обработки технологического цикла – $T_{ц} = 17,0$ ч (первых 6-ти изделий), после чего процесс начинается заново.

Следует отметить, что моделирование технологического процесса изготовления изделий путем построения циклограмм позволяет выявить и откорректировать возможные неточности расчетов, выполненных на предыдущих этапах проектирования, либо подтвердить их правильность. В этом и заключается целевое назначение их построения.

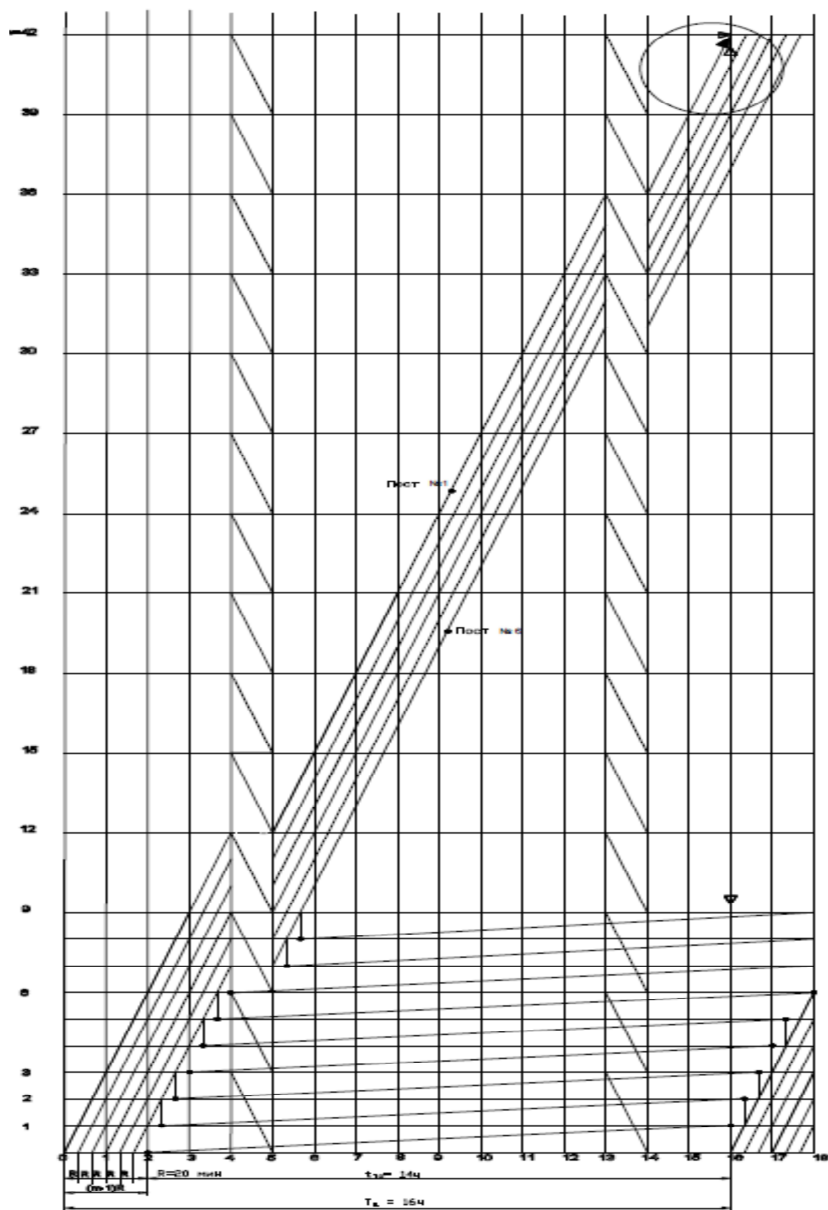


Рис. 5.3. Циклограмма технологического процесса изготовления изделий конвейерным способом

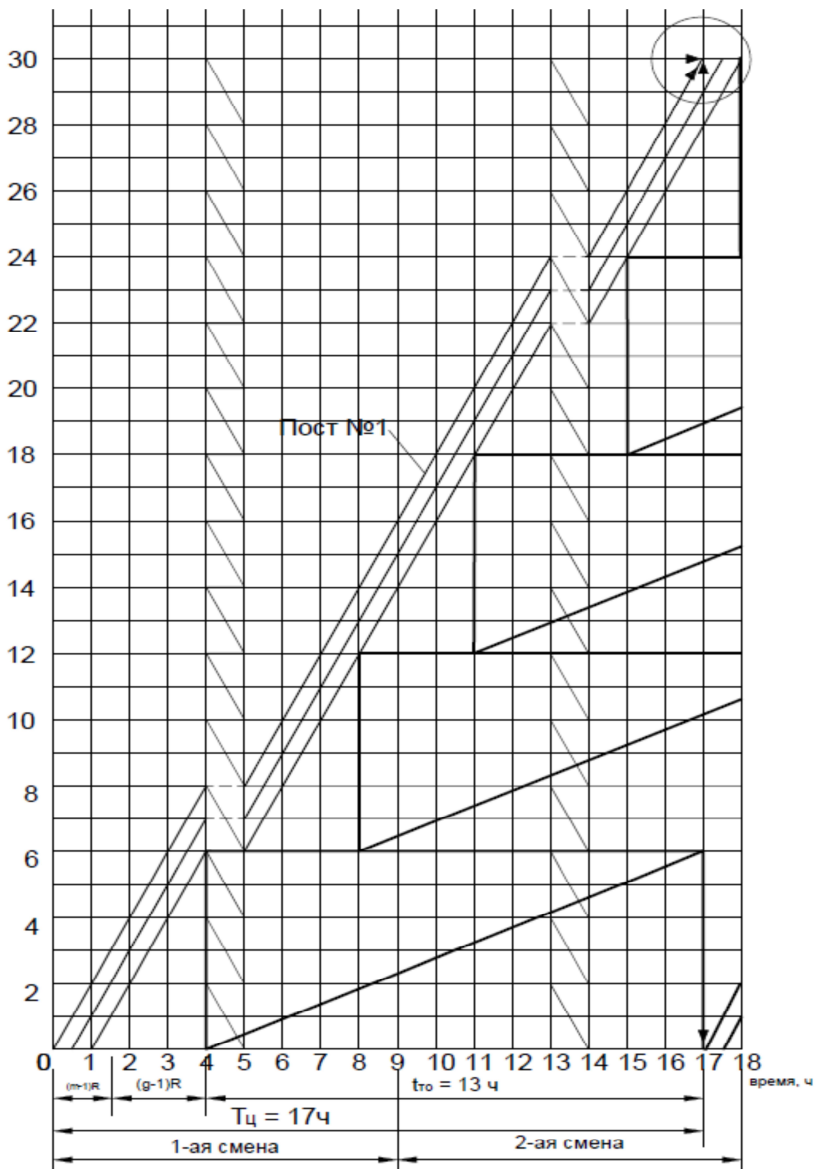


Рис. 5.4. Циклограмма технологического процесса изготовления изделий агрегатно-поточным способом

6. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ И ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ. ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (ЦИКЛОГРАММЫ) РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Оптимизация длительности ритма (цикла формования) за счет максимального совмещения операций и минимизации простоев основного оборудования в дальнейшем осуществляется путем построения циклограммы работы оборудования на постах и в целом – в пролете. По результатам анализа модели производственного процесса в виде разработанной циклограммы окончательно корректируется величина рабочего ритма (R) конвейерных и агрегатно-поточных линий либо время подготовительных и формовочных операций $t_{\text{по}}$, $t_{\text{ф}}$ или $t_{\text{поф}}$ (для станков).

Кроме того, циклограмма позволяет проанализировать загрузку оборудования и внутрицеховые грузовые потоки.

Исходными данными для определения количества технологических линий и их оборудования являются заданный годовой объем производства изделий, установленные предыдущим расчетом ритм потока (R) конвейерных и агрегатно-поточных линий производства или время технологического цикла ($T_{\text{ц}}$) станковых линий, а также режим работы предприятия. Основной расчетный вариант режима работы предприятия 2-сменный, с продолжительностью рабочей смены 8 ч при одном (через 4 часа работы в каждую смену) обеденном перерыве продолжительностью в 1 ч. При необходимости (в частности, при моделировании циклограммами технологического процесса изготовления изделий (см. предыдущий раздел) с целью организации поточного производства) обеденные перерывы можно смещать во времени (между приемами пищи не должно быть более 7 ч) и уменьшить их продолжительность в пределах 1,0...0,5 ч.

6.1. Расчет конвейерных и агрегатно-поточных линий

Количество линий (обычно соответствует количеству формовочных постов) при конвейерном и агрегатно-поточном способах производства определяют по формуле:

$$M = \frac{n_{\text{год}} R}{B_{\text{р}} g_{\text{ф}}}, \text{ шт.} \quad (6.1)$$

Все обозначения даны в соответствии с предыдущими разделами.

Количество механического оборудования конвейерных и агрегатно-поточных технологических линий (бетоноукладчики, формирующие агрегаты, виброплощадки, установки для натяжения арматуры и ее нагрева, устройства для распалубки и т. д.) определяют исходя из условия пропорциональности затрат времени на каждом посту и обработки при этом одинакового количества форм (изделий) в единицу времени или за ритм потока:

$$\frac{M_{\text{в}} g_{\text{в}}}{R} = \frac{V_i g_i}{R_{\text{э}i}}. \quad (6.2)$$

Здесь $M_{\text{в}}$, $g_{\text{в}}$ и R – число машин, обрабатываемых форм (изделий) и продолжительность ведущего элементного цикла (рабочий ритм потока) соответственно;

M_i , g_i и $R_{\text{э}i}$ – то же, для рассматриваемого элементного цикла (поста).

Из зависимости (6.2) следует, что если производительности машины i -го поста (M_i) будет ниже производительности оборудования основного поста (обычно формовочного), по которому определяют ритм (R), то необходимо принимать требуемое количество таких машин или подбирать иной их вариант, обеспечивающий соответствующую производительность.

Необходимое количество форм (поддонов) на конвейерных и агрегатно-поточных линиях ($n_{\text{ф}}$) определяют с учетом резервного запаса ($K_{\text{р}} = 1,05$, т. е. 5 %) для проведения переналадочных и ремонтных работ на основании количества обслуживаемых за время технологического цикла форм (n), полученного ранее (см. раздел 4) и рассчитанного по формулам (4.9) и (4.10) соответственно:

$$n_{\text{ф}} = K_{\text{р}} \cdot n. \quad (6.3)$$

Для конвейерных линий характерно осуществление тепловой обработки изделий в агрегатах непрерывного действия. Длину туннельной камеры рассчитывают по зависимости

$$l_k = n_t \cdot l_{\text{ф}} + (n_t - 1)l'_{\text{ф}} + 2l_0, \text{ м}, \quad (6.4)$$

где n_t – количество форм (вагонеток) с изделиями, одновременно находящихся на тепловой обработке.

Из формул (4.9) и (4.10) следует, что n_t будет равно:

$$n_t = \frac{t_{\text{по}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (6.5)$$

где l_{ϕ} – длина форм (вагонетки), м;

l'_{ϕ} – расстояние между формами (вагонетками) в камере ТО, м (при расположении форм (вагонеток) впритык $l'_{\phi} = 0$);

l_0 – длина приемного и выходного приемников (устройств снижателя-подъемника); если нет конкретных данных, то в расчетах принимают $l_0 \approx l_{\phi} + 1$, м.

В случае использования вертикальных камер высоту вертикальной 2-ветвевой камеры непрерывного действия рассчитывают по зависимости:

$$h_k = \frac{n_t \cdot h}{2} + h_0 + h_k, \text{ м}, \quad (6.6)$$

где h – суммарная высота формы и просвета между ними:

$$h \approx h_{\phi} + 0,2, \text{ м}; \quad (6.7)$$

h_0 – высота зоны устройства камер для горизонтального перемещения формы с изделием(ями) с участка подъема форм на участок их снижения, м;

h_k – высота крышки (перекрытия) камеры; при отсутствии конкретных данных принимают $h_k \approx 0,3 \dots 0,4$ м.

Для агрегатно-поточных линий определяют необходимое количество (L) тепловых агрегатов периодического действия из выражения:

$$L_k = \frac{n_t}{g} + 1, \text{ шт.}, \quad (6.8)$$

где g – количество форм, загружаемых в одну камеру (отсек, термopakет и т. д.).

Полученное число округляют до целого в большую сторону. Целесообразно принимать четное число камер, блокируя их в пролете попарно. Желательно предусмотреть камеру для оборота на период ремонта и возможное увеличение производительности цеха.

Эффективность камер тепловой обработки оценивают по расходу пара на единицу продукции (или 1 м³ бетона в изделии), величине коэффициента использования объема (K_v) и оборачиваемости ($K_{об}$):

$$K_v = \frac{g \cdot V_{и}}{V_k}, \text{ доли ед.}; \quad (6.9)$$

$$K_{об} = \frac{24}{T_k}, \text{ доли ед.}, \quad (6.10)$$

где $V_{и}$ и V_k – объемы изделия и камеры соответственно, м³;

T_k – цикл работы камеры (отсека, термopakета), ч.

Определяют величину T_k из выражения

$$T_k = t_{загр} + t_{то} + t_{разгр}, \text{ ч}, \quad (6.11)$$

при

$$t_{загр}(t_{разгр}) = \frac{g \cdot R}{M}, \text{ мин}, \quad (6.12)$$

где M – количество технологических линий в пролете.

Вариант, когда $t_{загр} = t_{разгр}$, предполагает ритмичную работу с периодической загрузкой-выгрузкой по одной форме в ритм. В отдельных случаях возможна разовая (ускоренная) выгрузка камер после ТО с целью ускорения их оборачиваемости, либо при нехватке (например, ремонте) камер.

В этом случае $t_{разгр}$ учитывается по фактической продолжительности разгрузки.

Расчет количества кранов для обслуживания конвейерных и агрегатно-поточных технологических линий осуществляют по формуле:

$$K = M \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{R}, \text{ шт.}, \quad (6.13)$$

где M – количество технологических линий в пролете.

$\sum_{i=1}^n K_i$ – сумма времени, мин, затрачиваемого на операции, выполняемые с помощью крана за цикл формирования (ритм) на всех постах одной технологической линии; определяют по расчетным данным табл. 3.2 для крановых операций и уточняют по данным циклограммы работы оборудования пролета;

R – рабочий ритм потока, мин.

При конвейерном и агрегатно-поточном способах производства расчет транспортных средств, непосредственно обеспечивающих технологический процесс (подача бетонной смеси, арматуры и пр.), подчинен ритму потока (R). Необходимое число транспортных единиц для обслуживания (M) технологических линий равно:

$$T = M \frac{t_{\text{т}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (6.14)$$

где $t_{\text{т}}$ – транспортный цикл, равный $t_{\text{т}} = t_{\text{загр}} + 2t_{\text{пер}} + t_{\text{выгр}}$, мин; при скорости перемещения, устанавливаемой по справочной (см. прил. А и Б) литературе (общие пределы скоростей перемещения при транспортировании соответствуют: $V_{\text{тр}} \sim 20 \dots 60$ м/мин).

Время загрузки-выгрузки определяют по производительности соответствующих средств или рассчитывают, если эти операции выполняют при помощи крана.

При расчете по формуле (6.14) предполагается, что проектант выбрал транспортное средство необходимой для данного конкретного случая емкости, грузоподъемности и т. д. Если рассчитывают непрерывную подачу бетонной смеси ленточным транспортом, бетононасосом или пневмоподачу, то вместо ($t_{\text{т}}$) используют время, необходимое на транспортирование объема бетонной смеси на одну формовку.

6.2. Расчет стантовых линий.

Короткие и длинные стелды

При расчете стантовых линий необходимое количество стантов, включая и кассетные установки, определяют по формуле

$$M_{\text{ст}} = \frac{n_{\text{год}} T_{\text{ц}}}{B_p n_{\text{и}}}, \text{ шт.}, \quad (6.15)$$

где $P_{\text{год}}$ – годовая производительность, шт.,

B_p – годовой фонд рабочего времени, ч.

Здесь обозначения даны в соответствии с предыдущими разделами; при расчете стандов (кассет) $n_{\text{и}}$ принимают равным числу одновременно изготавливаемых на станде (в кассете) изделий за технологический цикл ($T_{\text{ц}}$).

Оснащение стандовых линий необходимым оборудованием осуществляют исходя из принципов его предназначения, комплектности, максимальной механизации и возможной автоматизации работ. Производительность, емкости, мощность оборудования подбираются исходя из условий обеспечения заданного выпуска продукции, а по мере возможности, и с учетом его роста.

В определенной мере этот этап работы проектант выполняет несколько раньше (качественно) при разработке структуры технологического процесса и расчете его элементных циклов. В данном разделе необходимо завершить расчет (количественно) и оформить спецификацию оборудования технологической линии.

Для стандового способа производства необходимое количество кранов определяют из зависимости:

$$K = M_o \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{t_{\text{по}}}, \text{ шт.}, \quad (6.16)$$

где M_o – количество одновременно обслуживаемых стандов (определение см. далее);

$\sum_{i=1}^n K_i$ – сумма времени крановых операций по обслуживанию

одного станда, мин (табл. 3.2);

$t_{\text{по}}$ – продолжительность подготовительных операций, как отрезок времени, наиболее насыщенный работой крана (при выполнении подготовительных работ и формовки одним звеном используют время $t_{\text{поф}}$).

Количество станков в пролете, обслуживаемых одновременно разными звеньями рабочих, определяется из отношения:

$$M_0 = \frac{M_{\text{ст}}}{n}, \text{ шт.}, \quad (6.17)$$

где n – количество станков, обслуживаемых одним звеном.

Для станкового способа производства при совмещенном выполнении подготовительных операций и формовки ($t_{\text{поф}}$) одним составом (звеном) рабочих величина M_0 соответствует и количеству одновременно работающих звеньев. При раздельном выполнении указанных операций – количеству звеньев подготовки станков. Это необходимо учитывать и отражать при построении циклограммы работы оборудования пролета, т. к. работа (с определенным смещением во времени) на 2-х и более станках может идти одновременно.

Для станкового способа производства, а также и других, если использование транспортных средств не связано жестко с ритмом потока (подвоз арматуры, вывоз готовой продукции и пр.), расчет необходимого их количества производят по отношению:

$$T = \frac{P_{\Gamma}}{\Pi_{\text{ч}}}, \text{ шт.}, \quad (6.18)$$

где P_{Γ} – величина грузопотока, подлежащего переработке, м^3 (т, шт.) за час;

$\Pi_{\text{ч}}$ – производительность транспортной единицы по данному виду груза, м^3 (т; шт.) за час.

Производительность транспортной единицы за час работы ($\Pi_{\text{ч}}$) в свою очередь устанавливают:

$$\Pi_{\text{ч}} = Q \frac{60}{t_{\text{т}}}, \text{ м}^3 \text{ (т, шт.)}, \quad (6.19)$$

где Q – грузоподъемность транспортной единицы, т, шт., (емкость в м^3);

$t_{\text{т}}$ – транспортный цикл средства (см. пояснение к формуле (6.13)), мин.

При расчете транспортных средств по формулам (6.17) и (6.18) по мере надобности могут быть использованы не равные часу отрезки времени, например, время ритма для конвейерного и агрегатного производств, продолжительность формования или смены для стендов.

Максимальная производительность ($\Pi_{\max}$) запроектированного производства (цеха) будет равна:

– для конвейерного и агрегатно-поточного производства:

$$\Pi_{\max} = \frac{M \cdot B_p \cdot n_i \cdot V_i}{R}, \text{ м}^3; \quad (6.20)$$

– для стендов

$$\Pi_{\max} = \frac{M_{\text{ст}} \cdot B_{\text{рс}} \cdot n_i \cdot V_i}{T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3, \quad (6.21)$$

где V_i – объем железобетона в изделии.

При компоновке технологических линий предусматривают ширину рабочих мест, выбирают высоту производственного здания и т. д. Учитывая, что эти вопросы освещаются в дисциплине и при выполнении курсового проекта по проектированию предприятий строительной индустрии, ограничимся расчетом вспомогательных площадей для выдержки готовой продукции, складирования арматуры в цехе и пр. Расположение и размеры вспомогательных площадей в плане цеха необходимы для построения полной циклограммы работы оборудования пролета.

Размеры вспомогательных площадей цеха рассчитывают по зависимости:

$$F_{\text{всп}} = M \frac{Q_{\text{час}} \cdot t_n}{q_{\text{уд}}}, \text{ м}^2, \quad (6.22)$$

где $Q_{\text{час}}$ – часовая потребность или производительность технологической линии (стенда) в арматуре, столярке и пр., м^3 , шт., т;

t_n – нормативное время выдерживания (принимают по ОНТП-07-85; см. прил. А) изделий в цехе или рабочий запас арматуры, столярки и пр.;

$q_{\text{уд}}$ – норма хранения изделий (или материалов) на 1 м² площади (принимают по ОНТП-07-85);

M – количество технологических линий (стендов) в цехе.

Разработав компоновку технологических линий, установив количество и эксплуатационные характеристики оборудования, подтверждают правильность выполненных расчетов и, при необходимости, корректируют их на основании данных сводной циклограммы работы всего задействованного в производственном цикле и пролете оборудования.

6.3. Графоаналитическое моделирование работы оборудования технологических линий построением циклограмм

На рис. 6.1 показана схема-вариант построения циклограммы работы оборудования пролета, в котором скомпонованы две технологические линии по производству условных железобетонных изделий агрегатно-поточным способом.

Необходимо отметить, что, несмотря на общие правила построения циклограмм работы оборудования пролета для всех способов производства, в то же время некоторые из них характеризуются существенным различием. Различия связаны как с особенностями способов производства изделий, так и с особенностями их конструкции, габаритов, технологии ведения работ, характеристик оборудования и т. д.

Общей является необходимость точного копирования (отражения) компоновочного решения производственных линий, расстановки и размеров их оборудования в «привязке» к плану цеха (пролета). Необходимым условием является копия проектной разбивки такого плана, отраженного в масштабе 1:400 (или менее), с нанесением всех видов задействованного оборудования, формовочных и других постов, стендов, мест складирования изделий, арматуры, постов (или агрегатов) тепловой обработки и т. д.

Во всех случаях циклограмма работы оборудования пролета строится в осях «расстояние – время». На горизонтальной оси, соответствующей размерам (осевым расстояниям между крайними колоннами по продольной оси) пролета, откладывается расстояние перемещения оборудования (l , м).

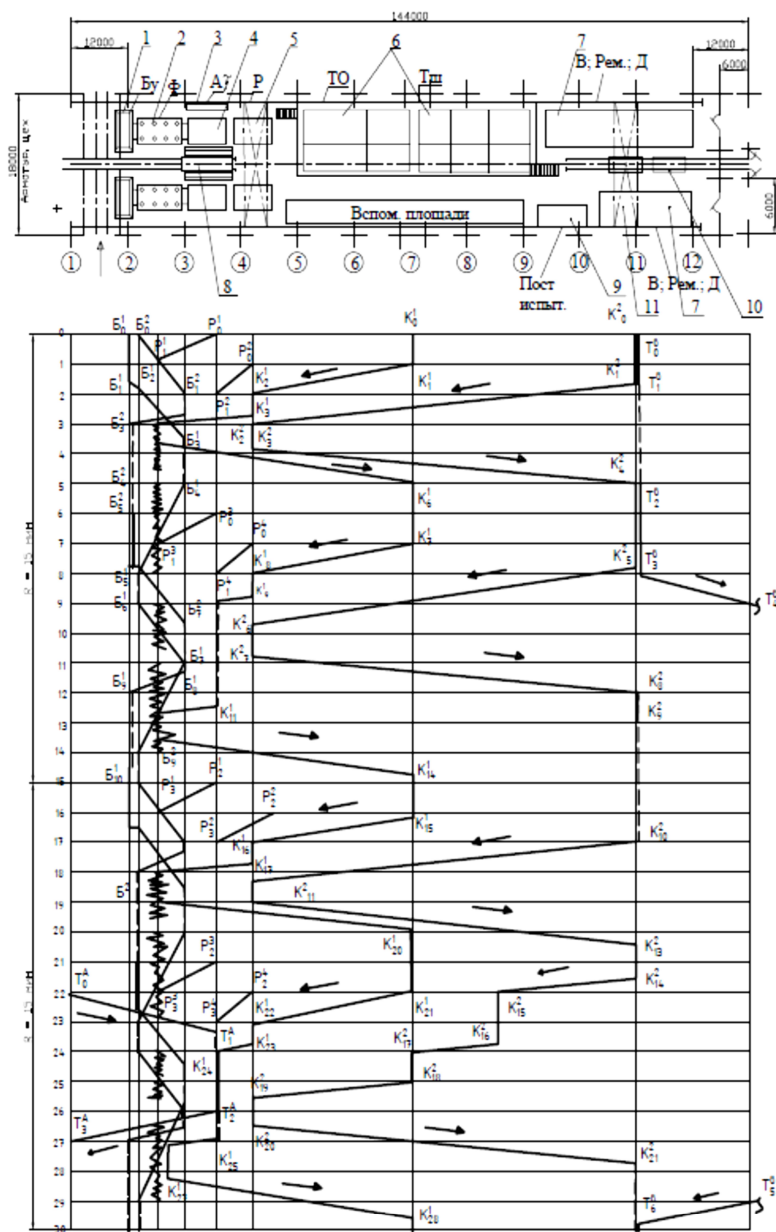


Рис. 6.1. Вариант циклограммы работы оборудования пролета

Вертикальная ось циклограммы отражает затраты времени (t , мин) на перемещение оборудования, выполнение разных видов производимых работ.

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства отражение работы оборудования на циклограмме соответствует времени не менее продолжительности 2-х ритмов потока. Это необходимо для подтверждения соответствия расчетов условию организации поточного производства.

Для стендового способа производства отрезок времени, отраженный на циклограмме работы оборудования, должен соответствовать продолжительности подготовительных операций и формования, включая начало тепловой обработки изделий(ия).

Во всех случаях на циклограмме должна быть отражена работа всех видов задействованного оборудования как при обеспечении основных операций технологического процесса изготовления изделий, так и выполнения вспомогательных операций (например: подвоз арматуры и восстановление ее запаса в цеху; открыть-закрыть крышки ямных камер; отгрузка-вывоз готовой продукции и пр.).

Отражение работы оборудования на циклограмме изображается в виде сплошных линий; простой (ожидание) оборудования обозначается штриховыми линиями.

Во всех случаях графическое отображение на циклограмме работы каждого из видов задействованного оборудования должно быть непрерывным и иметь условные (характерные) обозначения. Например, работа крана « $K_0...K_i^1$ », работа бетоноукладчика « $B_0...B_i^1$ » и т. д., при обозначении $K_0^1(B_0^1)$, отражающем начало работ крана (бетоноукладчика) и других видов оборудования с соответствующим условным обозначением. Выполнения ручных работ, включая работы, выполняемые с помощью «ручного» инструментария (механизмов для натяжения или резки арматуры, заглаживающих машин и т. п.), на циклограмме, как правило, не обозначается. Вместе с тем, допускается их обозначение, которое помогает детализировать и более наглядно отражать работу механического оборудования пролета и технологического производственного процесса. В частности, это в большей мере относится к отображению на циклограмме работ при стендовом способе производства. Например, при изготовлении ферм и других крупногабаритных преднапряженных изделий

работы, выполняемые вручную и с использованием ручного механического инструмента, характеризуются значительной продолжительностью. Эти периоды выполнения работ рационально отражать на циклограмме соответствующим условным обозначением (например, «-р-р-р-»), чтобы в соответствии с фактическим ходом технологического процесса (подготовительных операций, армирования, формования) отражалась работа кранов и другого задействованного механического оборудования пролета.

На рис. 6.1 рассмотрен вариант примера построения циклограммы работы оборудования пролета, обустроенного двумя технологическими линиями агрегатно-поточного способа производства изделий общестроительного назначения. Этот вариант циклограммы отражает работу оборудования применительно к ранее (см. табл. 3.1) рассмотренному примеру изготовления преднапряженных ребристых плит размерами 3×6 м, с ритмом потока $R = 15$ мин.

Для обеспечения такого ритма потока связь между постами распалубки-подготовки форм, армированием и формованием в рассматриваемом случае обеспечена приводными рольгангами, которые работают независимо от работы крана (управляются оператором; на рис. 6.1 $P_i^1 \dots P_i^4$). В противном случае, т. е. если перемещение форм между этими постами осуществлять краном, достичь темпа работ в соответствии с ритмом потока $R = 15$ мин не представляется возможным из-за чрезмерных затрат времени на крановые операции. В частности, при съеме краном формы со свежесформованным изделием для подачи его в камеру тепловой обработки эта зона (участок) пролета будет краном занята. Последующие работы по перемещению формы с поста армирования на пост формования, а затем – с поста подготовки на пост армирования этим краном, можно выполнить только после его возвращения от камер тепловой обработки, что существенно увеличивает время ведения работ, т. е. ритм потока. В связи с этим при проектировании технологических линий рационально использовать дополнительные механизмы и устройства, позволяющие снижать затраты времени на операции, осуществляемые с использованием кранов. Например, приводные рольганги, формовоукладчики, передаточные мосты и др. оборудование.

При построении циклограммы начало работы каждого из видов оборудования обозначается как исходная (нулевая) позиция (бето-

ноукладчика – B_0 ; крана – K_0 и т. д.). Следует учитывать, что начало работ, отражаемых циклограммой, – это не начало рабочей смены, а некий отрезок времени, произвольно взятый из производственного процесса. Поэтому выбор начала отражения работы оборудования пролета на циклограмме может быть произвольным. Однако при этом рекомендуется для агрегатно-поточного способа производства (вариант отражен на рис. 6.1) начинать построение циклограммы с момента, когда пост формирования свободен от ранее отформованного изделия (формы, поддона), и на него можно подавать краном или перемещением с помощью рольганга (как показано на рис. 6.1) подготовленную к формированию очередного изделия форму.

Для конвейерных технологических линий новый производственный ритм начинается с перемещения конвейера. При этом синхронно передвигаются все формы, находящиеся на рабочей части конвейерной линии, освобождается первый пост (пост распалубки изделий) и на него подают очередную форму с изделием(ями), прошедшим(ми) тепловую обработку.

Для стендовых технологических линий начало отображаемых циклограммой работ оборудования начинают с момента окончания тепловой обработки на коротком стенде (для длинных стендов – всей линии) и начала распалубочных работ: снятие крышек камер либо свертывание и сбор гидротеплоизолирующего покрывала и т. п.; для стендов-кассет – с открытия 1-го отсека (если, в частности, укрытие при тепловой обработке отсутствует).

Общим принципом построения циклограмм работы оборудования пролета, в котором размещены 2 технологические линии (агрегатно-поточный способ производства) или одновременно работает 2 (и более) звена при обслуживании стендов, вначале рекомендуется в полном объеме отразить работу 1-ой технологической линии, а затем – 2-й (по аналогии с первой). Таким же образом отразить работу разных звеньев, обслуживающих стенды.

При этом следует смещать во времени работу бетоноукладчиков (бетонораздатчиков), центрифуг, кранов, передаточных мостов и др. видов оборудования на разных линиях или стендах таким образом, чтобы своевременно и бесперебойно обеспечивать формовочные посты (или места формовки) бетонной смесью и выполнять другие работы, необходимые для реализации технологического процесса изготовления изделий.

При курсовом, дипломном и иных видах проектирования технологических линий циклограмма работы оборудования является неотъемлемой частью разработки организации производства (см. рис. 6.1). В подрисуночной подписи к циклограмме приводят пояснение, соответствующие работе, выполняемой данным видом оборудования. Например, работа в пределах ритма бетоноукладчика в соответствии с циклограммой, приведенной на рис. 6.1, а именно: $B_0^1...B_1^1$ – загрузка бетоноукладчика бетонной смесью; $B_1^1...B_2^1$ – перемещение к посту формования; $B_2^1...B_3^1$ – укладка бетона в ребра плиты; $B_3^1...B_4^1$ – простой (ожидание) при уплотнении бетона в ребрах плиты с помощью виброплощадки; $B_4^1...B_5^1$ – укладка бетона в полку плиты с помощью вибронасадки (при одновременном виброуплотнении); $B_5^1...B_6^1$ – ожидание с доработкой поверхности; $B_6^1...B_7^1$ – заглаживание поверхности плиты (например, заглаживающим валом бетоноукладчика); $B_7^1...B_8^1$ – простой; $B_8^1...B_9^1$ – возвращение в исходное положение; $B_9^1...B_{10}^1$ – простой; $B_{10}^1...B_i^1$ – дальнейшая работа бетоноукладчика.

Работа оборудования может быть отражена без подробной детализации, но таким образом, чтобы была понятна ее сущность. Например, по рис. 6.1 работа крана № 1: $K_0^1...K_3^1$ – выемка формы с изделием из ямной камеры и подача ее на пост распалубки (линия № 1); $K_3^1...K_6^1$ – работа по съему формы со свежееотформованным изделием (с линии № 2) и установка ее на ТО; $K_7^1...K_9^1$ – подача формы с ТО на пост распалубки (линия № 2); $K_{10}^1...K_{12}^1$ – съем свежееотформованного изделия (линия № 1) и подача его на ТО; $K_{13}^1...K_i^1$ – дальнейшая работа крана № 1.

Аналогичным образом приводят пояснение работы крана № 2, телеги завоза арматуры $T_0^A...T_i^A$, телеги вывоза готовых изделий (в определенном расчетном количестве за ритм) – $T_0^B...T_i^B$ – а также дискретно (по мере надобности) отображается и поясняется работа кратковременно включающегося в производственный процесс обо-

рудования – для циклограммы рис. 6.1, это работа приводных рольгангов: $P_0^1 \dots P_i^1$; $P_0^2 \dots P_i^2$; $P_0^3 \dots P_i^3$; $P_0^4 \dots P_i^4$.

Моделирование работы оборудования построением соответствующих циклограмм позволяет подтвердить соответствие или выявление необходимости корректировки расчетных данных о ритме потока, продолжительности элементных циклов, технологического цикла в целом.

Одновременно решается задача по взаимоувязке и синхронизации работы задействованного оборудования всех видов с целью обеспечения поточности производства и выполнения плановой программы выпуска продукции.

7. ВНУТРИЦЕХОВОЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ВНУТРИ НЕЕ

Ритмичная и бесперебойная работа производственных линий обеспечивается своевременной поставкой к формовочным постам (или местам формования для станков) конвейерных и агрегатно-поточных линий бетонной смеси; к постам армирования (или станкам) – арматурных элементов, закладных деталей; к постам подготовки (например, при изготовлении многослойных панелей наружных стен) – элементов утепления, других комплектующих и т. д.

В ходе технологического процесса необходимо своевременное и бесперебойное перемещение форм, комплектующих, инструментария, готовых изделий, включая их отгрузку и вывоз на склад готовой продукции.

Обеспечение работы производственных линий арматурой, комплектующими, вспомогательными материалами осуществляется в начальной фазе работ, а затем – с учетом периодического восстановления их нормативного запаса, обеспечивающего бесперебойность технологического процесса. В частности, в соответствии с ОНТП-07-85, запас готовых арматурных изделий в арматурном цехе составляет 8 ч, а нормативный запас арматурных сеток и каркасов в формовочном цехе составляет 4 ч, при норме хранения в горизонтальном положении на 1 м² от 0,01 до 0,15 тонны в зависимости от диаметра стальных элементов: ≤ 12 м и до 40 мм.

Равный 4-часовой запас обеспечивается для комплектующих, отделочных и др. материалов. Общие нормы хранения материалов и нормы проектирования мест хранения, включая дополнительную обработку изделий и хранение их и запаса (переналадки) форм, приведены в разделе № 8 ОНТП-07-85.

Восстановление (поддержание) запаса арматуры (комплектующих и вспомогательных материалов) планируется и реализуется по ходу производственного процесса и отражается на циклограмме работы оборудования (см. ранее, рис. 6.1). Выполнение этих работ с привлечением кранов должно логически вписываться в циклограмму их работы по обслуживанию основного производства, т. к. затраты ра-

бочего времени кранов на вспомогательные операции не должен сдерживать основные работы технологического процесса.

Расчетные данные о работе (затратах времени) кранов, вспомогательного оборудования, обеспечивающего подвоз арматуры, комплектующих и др. материалов в формовочные цехи, получают для конкретных условий производства по форме табл. 3.2. Обязательным является отражение этих работ на циклограмме работы оборудования пролета для кранов и стационарно обустриваемых телег на рельсовом пути. При подвозе материалов и комплектующих электрокарами, погрузчиками и подобным типом транспортных средств их работа на циклограмме работы оборудования пролета может не отражаться.

Выдержка свежееотформованных изделий перед началом тепловой обработки осуществляется, как правило, в агрегатах тепловой обработки (в термоформах; на пропарочных гнездах; в стендах-камерах и т. д.) как ее начальная фаза. Целью предварительной выдержки является достижение схватывающимся и твердеющим бетоном такого уровня прочности, который минимизирует нарушение его структуры, а значит, и возможное снижение физико-механических и эксплуатационных свойств при последующем подъеме температуры в начале тепловой обработки.

Затраты времени на предварительную выдержку включаются в общую продолжительность тепловой обработки изделий, которая и учитывается при разработке организации их производства. В частности, при построении циклограмм технологического процесса и разработке пооперационного графика изготовления изделий.

Выдержка изделий в цеху после тепловой обработки и их распаковки необходима как для выполнения работ по оценке качества продукции (и их маркировки службой ОТК), так и в особой мере в зимний период работ. В последнем случае ее целью является необходимость постепенного остывания бетона до достижения безопасного перепада температур по стечению изделия. Превышение допустимого градиента температуры между разогретым (и расширенным) объемом бетона центральной части изделия и его внешними слоями может вызывать образование трещин по внешнему контуру изделия. Причиной этого является сжатие цементного камня резко охлаждаемых внешних слоев бетона и возникающие в них растяжи-

вающие усилия, превышающие прочность цементного камня (растворной составляющей и бетона) на растяжение.

В соответствии с нормами ОНТП-07-85, продолжительность выдерживания распалубленных изделий в цехе при температуре наружного воздуха ниже 0°C после тепловой обработки следует принимать 12 часов. Это время может быть сокращено до 6 ч, если продолжительность тепловой обработки при $t_{\text{из}} = 80...85^{\circ}\text{C}$ увеличится на 1 час.

Следует учитывать, что в современных условиях при использовании химических добавок, ускоряющих твердение бетона, и, особенно, характеризующихся комплексным пластифицирующе-ускоряющим действием, температура практикуемых режимов прогрева составляет $\leq 50...70^{\circ}\text{C}$. В результате температура бетона в изделиях по окончании тепловой обработки понижается. Как следствие, допускается проектировать посты выдержки изделий из расчета времени хранения изделий в течение 6 часов.

В это время выполняются дополнительные работы по ремонту, доводке, техническому осмотру и контролю качества как бетона (например, оценка прочности), так и изделий. Например, выполнение работ по доводке, отделке и начинке наружных стеновых панелей; отделке поверхности (шпатлеванию) внутренних стеновых панелей и потолочной поверхности плит перекрытий; шлифовке раструба напорных (в частности) виброгидропрессованных труб и т. п.

Расчет площади постов (мест) выдержки изделий, а также других вспомогательных площадей (для ремонта и переналадки форм, хранения их запаса и пр.) осуществляют исходя из норм хранения в м^3 на 1 м^2 площади по табл. 13 ОНТП-07-85. В частности, при хранении в горизонтальном положении – от $0,35$ до $1,0 \text{ м}^3$ на 1 м^2 ; хранящихся в вертикальном положении (в опорных кассетах) – $1,2...1,5 \text{ м}^3$ на 1 м^2 ; для складирования и текущего ремонта форм предусматривается площадь в $20...30 \text{ м}^2$.

При проектировании производства некоторых видов железобетонных изделий в формовочном цехе располагают вспомогательное оборудование, количество которого определяют исходя из потребностей основного производства. В частности, установки по изготовлению объемных каркасов безнапорных труб; установки для шлифовки раструбной части напорных виброгидропрессованных труб, а также гидростенды для соответствующих испытаний напорных

труб; линии заготовки арматурных пакетов в цехе с технологической(ими) линией(ями) пакетных стендов и др.

При компоновке в формовочном цехе вспомогательных площадей и оборудования следует рационально располагать их в соответствии с целевым назначением для реализации технологического процесса изготовления изделий и с учетом минимизации времени работы крана по их обслуживанию в процессе производства.

При конвейерном и агрегатно-поточном способах производства расчет транспортных средств, непосредственно обеспечивающих технологический процесс (подача бетонной смеси, арматуры и так далее), подчинен ритму потока R . Необходимое число транспортных единиц для обслуживания линий:

$$T = M \frac{t_T}{R}, \text{ шт.}, \quad (7.1)$$

где t_T – транспортный цикл, равный $t_{\text{загр}} + 2t_{\text{пер}} + t_{\text{выгр}}$, мин.

При скорости перемещения, устанавливаемой по справочной литературе (общие пределы скоростей перемещения при транспортировании соответствуют: $V_{\text{тр}} \sim 20 \dots 60$ м/мин). Время загрузки (выгрузки) определяют по производительности соответствующих средств или рассчитывают, если эти операции выполняются с помощью крана.

При расчете по формуле (7.1) предполагается, что проектант выбрал транспортное средство необходимой для данного конкретного случая емкости, грузоподъемности и т. д. Если рассчитывают непрерывную подачу бетонной смеси ленточным транспортером, бетононасосом или ее пневмоподачу, то вместо t_T используют время, необходимое на транспортирование объема бетонной смеси на одну формовку.

Для стендового способа производства, а также других, если использование транспортных средств жестко не связано с ритмом потока (подвоз арматуры, вывоз готовой продукции и прочее), расчет их необходимого количества производят по формуле

$$T = \frac{P_{\Gamma}}{\Pi_{\text{ч}}}, \text{ шт.}, \quad (7.2)$$

где P_{Γ} – величина грузопотока, подлежащего переработке, м^3 (т, шт.) за час;

$\Pi_{\text{ч}}$ – производительность транспортной единицы по данному виду груза, м^3 (т, шт.) за час.

Производительность транспортной единицы за час работы:

$$\Pi_{\text{ч}} = Q \frac{60}{t_{\text{т}}}, \text{ м}^3 \text{ (т, шт.)}, \quad (7.3)$$

где Q – грузоподъемность (емкость, м^3) транспортной единицы, т, шт.;

$t_{\text{т}}$ – транспортный цикл средства, мин.

При расчете транспортных средств по формулам (7.2) и (7.3) по мере надобности могут быть использованы отрезки времени, которые не равны часу, например, время ритма для конвейерного и агрегатного производств, продолжительность формования или смены для станков.

Максимальную производительность запроектированного производства (цеха) определяют из выражений:

– для конвейерного и агрегатно-поточного производств:

$$\Pi_{\text{max}} = \frac{M \cdot B_{\text{р}} \cdot n_{\text{и}} \cdot V_{\text{и}}}{R}, \text{ м}^3; \quad (7.4)$$

– для станков:

$$\Pi_{\text{max}} = \frac{M_{\text{ст}} \cdot B_{\text{рс}} \cdot n_{\text{и}} \cdot V_{\text{и}}}{T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3; \quad (7.5)$$

где $V_{\text{и}}$ – объем железобетона в изделии.

При компоновке технологических линий предусматривают ширину рабочих мест, выбирают высоту производственного здания и т. д. Учитывая, что эти вопросы освещаются при выполнении курсового проекта по проектированию предприятий строительной индустрии, ограничимся расчетом вспомогательных площадей для выдержки готовой продукции, складирования арматуры в цехе и пр. Расположение и размеры вспомогательных площадей в плане цеха необходимы для построения полной циклограммы работы оборудования пролета.

Размеры вспомогательных площадей цеха рассчитывают по формуле:

$$F_{\text{всп}} = M \frac{Q_{\text{час}} \cdot t_{\text{н}}}{q_{\text{уд}}}, \text{ м}^2, \quad (7.6)$$

где $Q_{\text{час}}$ – часовая потребность или производительность (м^3 , шт., т) технологической линии (стенда) в арматуре, столярке и так далее;

$t_{\text{н}}$ – нормативное время выдерживания (принимают по ОНТП-07-85) изделий в цехе или рабочий запас арматуры, столярки и прочего, ч;

$q_{\text{уд}}$ – удельный норматив хранения изделий, арматуры, столярки на 1 м^2 площади (принимают по ОНТП-07-85);

M – количество технологических линий (стендов) в цехе.

Разработав компоновку технологических линий, установив количество и эксплуатационные характеристики задействованного в проекте оборудования, завершают построение циклограммы его работы. Как уже отмечалось, отображаемый циклический временной отрезок охватывает два ритма для конвейерного и агрегатного производств, продолжительность подготовительных операций, формовку и начало тепловой обработки для стендов. Циклограмма должна отражать работу всех видов имеющегося в пролете оборудования от ввоза полуфабрикатов и материалов до отгрузки и вывоза готовой продукции.

Важнейшим элементом внутрицехового транспортирования является своевременное и бесперебойное обеспечение бетонной смесью формовочных постов (или мест бетонирования) всех технологических линий предприятия.

Результаты расчета отражают в форме рис. 7.1, в виде графического изображения затрат времени на доставку требуемого количества бетонной смеси к местам формования изделий для всех технологических линий предприятия.

Данные рис. 7.1 показывают возможность бесперебойного снабжения бетонной смесью всего производства с учетом конкретных условий ведения работ. При ее разработке исходят из того, что производительность запроектированного бетоносмесительного узла предприятия заведомо обеспечивает требуемый для формовочных линий

объем бетонной смеси, то есть данными таблицы решается логистическая задача по ее подаче в формовочные пролеты.



Рис. 7.1. Сводный график работы технологических линий

Примечание. График разрабатывается в соответствии с конкретным составом предприятия по количеству пролетов (цехов), технологических линий и осей бетоновозной эстакады, включая адресную подачу бетона.

В расчетах учитывают:

- объем бетона приготавливаемого замеса и объем бетона формовуемого изделия, м^3 ;
 - наличие или отсутствие на БСУ накопительного бункера (емкости) для сбора 2-х (и более) замесов, т. к. во многих случаях объем бетона в формуемых изделиях превышает объем одного замеса;
 - объем бадьи (бункера) самоходной тележки, доставляющей смесь (возможно использование бадей с прицепами для увеличения объема перевозимого бетона);
 - скорость движения и расстояние перемещения самоходных бадей к местам выгрузки смеси (с учетом двойного перемещения – к БСУ и обратно, к месту выгрузки);
 - время загрузки бетонной смесью на БСУ (с учетом количества замесов и времени его (их) приготовления, т. е. ожидания под загрузкой);
 - время выгрузки бетонной смеси в бетоноукладчик (раздатчик) или при ином варианте выгрузки (например, на ленту ленточного транспортера для последующей подачи смеси к месту формования).
- Расчет затрат времени на одну доставку (одиночный цикл работы самоходной бадьи) смеси ($T_{\text{сб}}$, мин) производят с учетом фактического расстояния транспортирования (l , м), скорости транспортирования ($v_{\text{сб}}$, м/мин, т. е. скорости движения самоходной бадьи),

времени на загрузку – приготовление смеси (t_3 , мин) и времени выгрузки (t_b , мин) бетонной смеси по зависимости:

$$T_{сб} = t_3 + 2t_{п} + t_b, \text{ мин}, \quad (7.7)$$

где перемещение от БСУ к месту выгрузки: $t_{п} = l \cdot v_{сб}$, мин.

Например, при обеспечении 1-го пролета производственного корпуса предприятия, в котором расположено 2 технологические линии, работающие с ритмом $R = 15$ мин, расчет учитывает, что:

- среднее для пролета расстояние транспортирования $l \sim 18$ м;
- время загрузки бады объемом $2,0 \text{ м}^3$ (при объеме бетона в изделеи $V \sim 1,8 \text{ м}^3$ и объеме 1-го замеса $V_3 = 1,0 \text{ м}^3$ (смеситель номинальным объемом $V_{см} = 1,5 \text{ м}^3$)) при наличии накопительного бункера на БСУ составит ~ 2 мин;
- время выгрузки в бетоноукладчик составит $t_b = 1,5$ мин, тогда при скорости перемещения самоходной бады $v_{сб} = 20$ м/мин, время одного цикла доставки бетонной смеси составит:

$$T_{сб} = 2 + (2 \cdot 18 : 20) + 1,5 \approx 5,3 \text{ мин}.$$

Для рассмотренного случая обе технологические линии 1-го пролета будут обеспечены бетонной смесью работой 1-й оси бетоновозной эстакады. Резерв времени по этой оси между поочередным подвозом смеси на 1-ю и 2-ю технологические линии составляет менее 5 мин. Очевидно, что 1-я ось бетоновозной эстакады не может быть задействована для работы на других пролетах без ущерба для бесперебойного снабжения бетонной смесью линий № 1 и № 2.

Отличающийся от приведенного вариант показан для пролета № 2 и линии № 3. В этом случае в пролете размещается одна линия, которая работает с ритмом $R = 30$ мин и ось бетоновозной эстакады № 2 будет задействована на этой линии ~ 10 мин. Оставшееся время она может обеспечивать работу технологических линий другого(их) пролета(ов).

Подобно приведенным примерам рассчитывают время занятости осей бетоновозной эстакады и приводят результаты расчета в таблицу по форме рис. 7.1. При необходимости корректируют расчет с учетом того, как запроектирован бетоносмесительный узел, какое принято количество бетоносмесителей и их объем, как обустроены

места загрузки смеси в самоходные бады, какое количество последних может загружаться одновременно. В обязательном порядке следует учитывать и, при необходимости, смещать во времени начало загрузки самоходных бадей в соответствии с работой бетономесителей. В частности, при загрузке 2-х самоходных бадей из одного смесителя на сводном графике начало их работы по загрузке должно быть соответственно смещено во времени.

Изложенные правила разработки сводного графика работы технологических линий относятся ко всем способам производства изделий. Особенностью стендового способа производства является, как правило, значительно больший объем бетона в изготавливаемых изделиях, чем при конвейерном и агрегатно-поточном способах. В наибольшей мере это относится к изготовлению изделий в кассетах, где требуемый объем бетона для разовой формовки может достигать более 20 м³. В соответствии с этим (и с учетом непрерывности бетонирования), процесс формирования может обеспечиваться непрерывной работой в течение требуемого времени одной из осей бетоновозной эстакады либо нескольких (преимущественно – 2-х). Например, при подаче бетонной смеси к месту формирования с помощью крана и съемной бадьи (бункера), которые могут загружаться смесью от разных осей бетоновозной эстакады.

Изложенный подход в целом сохраняется при адресной подаче бетона к каждому из формовочных постов. Возможные отличия, связанные с тем, что в этом случае отсутствуют перегрузки бетонной смеси в процессе ее подачи от БСУ к месту формирования, анализируются и соответствующим образом отражаются при разработке сводного графика работы технологических линий. В частности, траектории движения самоходных бадей (бункеров) могут предполагать очередное обеспечение одной транспортной единицей 2-х формовочных постов, расположенных в одном (или реже в ином) пролете.

Анализ полученного сводного графика работы технологических линий позволяет подтвердить соответствие расчетных данных как по проектному решению БСУ (производительность, количество и объем смесителей, условия накопления и загрузки смеси и т. д.), так и по обеспечению бесперебойного и своевременного снабжения бетонной смесью формовочных постов принятым вариантом ее доставки в пролеты производственного корпуса предприятия.

8. РАСЧЕТ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ, ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕХОМ

На основании пооперационного графика изготовления изделий и данных о коэффициентах занятости определяют необходимое количество основных производственных рабочих, обслуживающих соответствующую технологическую линию. Расчет производят на рабочую смену.

Общее количество рабочих (N_m), занятых на *механизированных операциях* (эксплуатацией машин и механизмов в производственном процессе), независимо от способа производства должно удовлетворять условию:

$$N_m = \frac{1}{B_{pp}} \cdot \sum_{i=1}^n B_{pm} \cdot M_i \cdot N_i, \text{ чел.} \quad (8.1)$$

где B_{pm} , B_{pp} – годовой фонд рабочего времени машины i -го типа и рабочего соответственно, ч;

M_i – число машин i -го типа, используемых в производственном процессе;

N_i – количество рабочих, обслуживающих одну машину.

Годовой фонд рабочего времени машины определяют по формуле

$$B_{pm} = n_{\text{год}} \cdot t_{pm}^{\text{см}}, \text{ ч}, \quad (8.2)$$

при количестве дней работы в году для оцениваемого способа производства ($n_{\text{год}}$) и суммарном времени работы машины i -го типа за смену ($t_{pm}^{\text{см}}$), которое определяют по данным табл. 3.1 и 3.2 и по пооперационному графику изготовления изделий.

Годовой фонд рабочего времени исполнителя устанавливают как

$$B_{pp} = n_{\text{год}}^p \cdot t_{\text{см}}, \text{ ч}, \quad (8.3)$$

при количестве дней работы в году (за вычетом отпуска 18 р. дней, или иное (фактическое)) $n_{\text{год}}^p = 260 - 18 = 242$ дня и продолжительности смены – 8 ч.

Дополнительно к установленному числу рабочих, занятых на механизированных работах (N_m), в состав смены вводят крановщиков в соответствии с принятым количеством кранов.

Численность рабочих (N_p), занятых выполнением *ручных операций на конвейерных и агрегатно-поточных линиях*, должна удовлетворять условию:

$$N_p = \frac{\Phi_{\text{год}} \cdot H_p}{B_{pp}}, \text{ чел.}, \quad (8.4)$$

где $\Phi_{\text{год}}$ – годовое количество формовок, так как оно соответствует числу повторений за год работы ручных операций, выполняемых в течение ритма (R) на каждом из постов технологической линии; определяют $\Phi_{\text{год}} = \frac{B_p}{R}$, при B_p – годовом фонде рабочего времени линии, ч;

H_p – суммарная трудоемкость ручных операций на всех постах технологической линии, чел.;

B_{pp} – годовое количество рабочего времени по формуле (8.3), ч.

Для определения численности рабочих, занятых выполнением ручных операций на *стендовых линиях*, используют формулу (8.4), в которой годовое количество подготовительно-формовочных операций на всех стендах рассчитывают по зависимости:

$$\Phi_{\text{год}} = \frac{B_p \cdot M_{\text{ст}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (8.5)$$

где B_p – годовое количество рабочего времени, ч;

$M_{\text{ст}}$ – количество обслуживаемых станков (станковых линий длинных станков), шт.;

$T_{\text{ц}}$ – технологический цикл изготовления изделий, ч.

Рассчитав потребность в основных трудовых ресурсах на рабочую смену, проектант сопоставляет полученный результат с данными по количеству рабочих на основе пооперационного графика изготовления изделий. При необходимости численность работников корректируется в сторону снижения за счет перераспределения ра-

бот. Отметим, что коэффициент занятости рабочего в современных условиях хозяйствования должен быть близким к единице. Необходимо учитывать возможность и целесообразность совмещения рабочими двух и более профессий, а также выполнение ими поочередно механизированных и ручных операций.

Численность вспомогательных рабочих принимают в размере до 25...30 % от общей численности производственных рабочих.

Затем устанавливают *потребность в инженерно-технических работниках*, исходя из технико-технологической сложности производства, численности бригад и количества рабочих смен.

Итоговые данные о численности работающих в цехе сводят в ведомость по форме табл. 8.1.

Таблица 8.1

Сводная ведомость работающих в цехе

№ п/п	Категория работников	Численность по сменам, чел.			Всего в цехе, чел.
		1	2	3	
1	Основные рабочие	√*	√	—	√
2	Вспомогательные рабочие	√	√	√	√
Итого рабочих:		√	√	√	√
3	ИТР и служащие	√	√	—	√
	Всего работающих:	√	√	√	√

Примечание:

√* — заполнение по фактическим данным разрабатываемого производства.

Комплексным показателем эффективного использования трудовых ресурсов и степени организации производства является удельная трудоемкость продукции, т. е. затраты труда на единицу продукции (H):

$$H = \frac{n_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \cdot N_{\text{см}}}{Q_{\text{сут}}}, \text{ чел.-ч/шт. (чел.-ч/м}^3\text{)}, \quad (8.6)$$

где $n_{\text{см}}$ — количество рабочих смен в сутки;

$t_{\text{см}}$ — продолжительность рабочей смены, ч;

$N_{\text{см}}$ — средняя численность сменной бригады рабочих;

$Q_{\text{сут}}$ — объем выпущенной за сутки продукции, шт. (м³).

Завершая раздел, кратко обосновывают принятую систему управления и разрабатывают структуру управления цехом в виде соответствующей оргсхемы. Она должна быть максимально простой, иметь минимум связей и численности персонала, учитывать административные и функциональные связи.

Принципиальная оргсхема управления при реализации производственного процесса представлена на рис. 8.1.

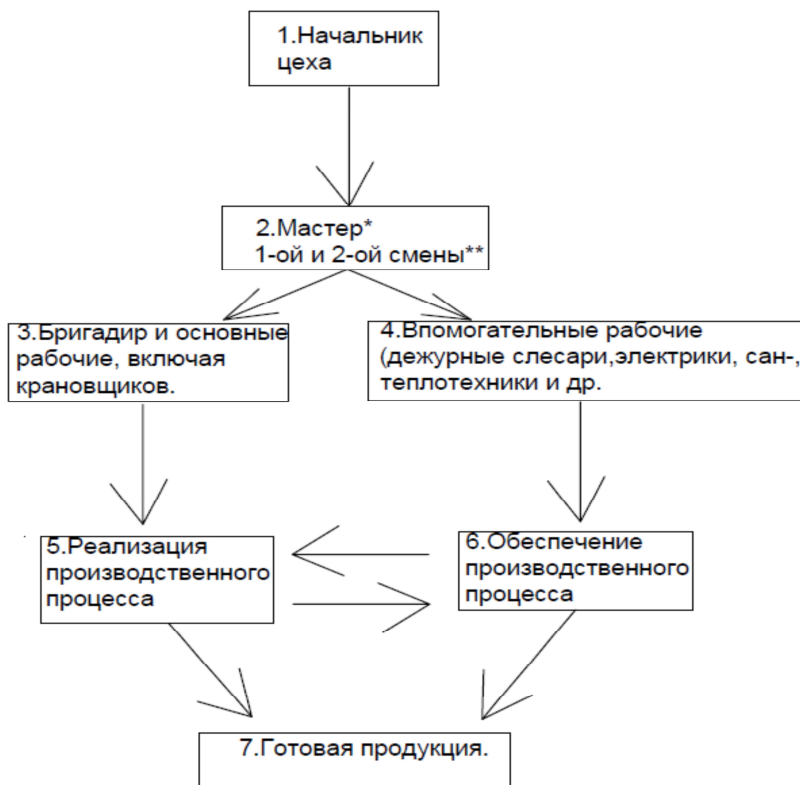


Рис. 8.1. Принципиальная оргсхема управления при реализации производственного процесса

Примечание:

* Административные инженерные работники с функциями организаторов производства; на крупных производствах может быть должность технологов цехов.

** Основной вариант производства – 2-сменный режим работы предприятий; при наличии 3-й смены – включается должность мастера.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА

Целью нормирования труда является установление технически обоснованных норм времени и норм выработки на основе тщательного анализа производственного процесса, рабочих мест, внедрения передовой техники и технологии и применения наиболее рациональной организации производства и передовых методов труда.

Нормативные документы, содержащие нормы времени на изготовление бетонных и железобетонных изделий, – это свод правил (условий) выполнения работ и затрат времени на их выполнение в соответствии с определенным организационным и техническим обеспечением реализации производственных процессов.

Различают единичные и укрупненные нормы времени.

Единичные нормы времени соответствуют затратам рабочего времени на выполнение отдельно взятых операций некоего производственного процесса. Например, норма времени (в чел.-мин) на строповку формы (или изделия) при одном исполнителе составляет 0,5 чел.-мин; при двух исполнителях, либо если строповка (захват) формы осуществляется с помощью автоматической траверсы-захвата, – 0,25 чел.-мин.

Укрупненные нормы времени устанавливают затраты рабочего времени на выполнение совокупности из нескольких отдельных операций, связанных между собой определенной последовательностью (неразрывностью) их выполнения в ходе производственного процесса. Например, совокупность операций по выемке (или установке) формы с изделием из ямной камеры. В этом случае (считая, что кран, обслуживающий эту зону пролета, расположен над камерой) необходимо опустить траверсу-захват (либо строповочное устройство), произвести строповку (автоматически или работой исполнителей), поднять форму из камеры на безопасную для последующего перемещения высоту. Суммарное время, затрачиваемое на последовательное выполнение этих отдельных операций, составит укрупненную норму времени на выемку (установку) формы с изделием из устройства для тепловой обработки.

Нормы времени могут быть общими для всех способов производства железобетонных изделий и специализированными, относящимися к конкретному способу производства и виду выпускаемой продукции.

Общими являются, например, нормы времени, связанные с работой кранов и других грузоперемещающих видов оборудования, так как они учитывают их технические характеристики. В частности, по паспортным данным скорость перемещения моста крана составляет (см. прил. А и Б) до 30 м/мин, скорость перемещения тележки – до 30 м/мин, подъема (опускания) крюка – до 8 м/мин, что не зависит от особенностей способа изготовления изделий, реализуемых на обслуживаемой технологической линии.

Специализированные нормы времени установлены и принимаются, во-первых, с учетом способа производства изделий (для стендового способа, а также обобщенно для конвейерного и агрегатно-поточного способов), отражая их специфику, во-вторых, с учетом специфики изготовления конкретных видов изделий. В частности, нормы времени стендового способа производства отражают особенности процесса изготовления, например, железобетонных преднапряженных ферм, балок и других крупногабаритных изделий.

Разрабатывают нормы времени путем определения временных затрат на выполнение отдельных операций (работ) либо их некоторой (преимущественно неделимой) совокупности или сочетания операций в виде элементарных циклов (армирования, формования и др.), при полной оснащенности работ необходимыми механизмами и при выполнении их квалифицированными исполнителями. Общая тенденция заключается в последовательном снижении нормы времени за счет использования более совершенного (более производительного) оборудования для выполнения работ и повышения квалификации (навыков, умений, компетенций) исполнителей. По существу снижение норм времени преследует цель и обеспечивает рост производительности труда и норм выработки, т. е. рост эффективности производства. Основу определения норм времени составляет аналитическо-расчетный метод, при котором вначале нормируемая работа разделяется на составляющие ее операции, затем определяется длительность отдельных операций на основе нормативных (в частности, при проектировании производства) или фактических (при установлении или пересмотре норм) данных, а затем производится их обобщение.

Фактические затраты рабочего времени изучают при помощи фотосъемки, хронометража и техноучета. При этом методом фотоучета изучают все виды затрат рабочего времени (чаще нециклических

операций значительной продолжительности) с точностью записи от 5 с до 1 мин. С помощью хронометража изучают затраты времени на выполнение периодически повторяющихся операций с точностью записи до 1 с. Технический учет помогает определить общие затраты труда и потерь времени без расчленения работы на отдельные операции с точностью записи не более 5 мин и применяется при определении уровня выполнения норм.

Наиболее широко при установлении или пересмотре норм времени в производстве бетонных и железобетонных изделий используют хронометраж по следующей методике.

Хронометраж. Объектом хронометража является операция, выполняемая рабочим или группой (звеном) рабочих на определенном месте и при определенных условиях.

Хронометраж осуществляется в четыре этапа:

- а) подготовка к проведению наблюдений;
- б) проведение наблюдения;
- в) обработка и анализ результатов;
- г) формулирование выводов и предложений.

Этап подготовки к проведению хронометража включает предварительное ознакомление с операцией, разделение ее на элементы и приемы выполнения с выделением фиксажных точек; установление факторов, влияющих на продолжительность каждого выделенного элемента. Для получения достоверной оценки хронометрирование производится в виде нескольких циклов наблюдений в зависимости от типа производства.

Последовательность полученных значений продолжительности какого-либо элемента операции называется хронометражным рядом (запись по форме табл. 9.1).

Таблица 9.1

Хронометраж затрат рабочего времени
на выполнение операций и приемов

№ п/п	Наименование работы	Наименование операций и приемов	Ед. изм.	Затраты времени на измеритель по замерам*												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

* Рекомендуется не менее десяти.

Степень разброса полученных значений хронометражного ряда характеризуется коэффициентом устойчивости (разбросанности) ряда:

$$K_{y(p)} = t_{\max} / t_{\min}, \text{ доли ед.}, \quad (9.1)$$

где $t_{\max}$ – максимальный замер;

$t_{\min}$ – минимальный замер.

Минимально необходимое число замеров при хронометраже зависит от величины $K_{y(p)}$ и принимается по данным табл. 9.2.

Таблица 9.2

Коэффициент разбросанности хронометражного ряда, доли ед.	Минимально необходимое число замеров, замер
$\leq 1,75$	10
2,00	13
2,25	15
2,50	18
$\geq 3,00$	23

При $K_{y(p)} < 1,3$ дополнительная очистка полученного хронометражного ряда не производится.

При $K_{y(p)} = 1,3 \dots 2,0$ каждый ряд обрабатывают следующим образом:

а) исключают из ряда замеры, величина отклонения которых от средних показателей очевидно обусловлена влиянием случайных факторов (например, время замера резко увеличено из-за сбоев в работе оборудования, отключения электроэнергии и т. п.);

б) исключают грубоошибочные замеры. Значение последних определяют по формулам:

$$Z_{\max} = Z_{\text{ср}} + K (Z'_{\max} - Z'_{\min}); \quad (9.2)$$

$$Z_{\min} = Z_{\text{ср}} - K (Z'_{\max} - Z'_{\min}), \quad (9.3)$$

где $З'_{\text{макс}}$ и $З'_{\text{мин}}$ – верхний и нижний пределы допустимых значений в ряду, полученные после исключения из хронометражного ряда замеров, попавших под влиянием случайных факторов;

$З_{\text{ср}}$ – среднее улучшенное время (арифметическое среднее), полученное после исключения из ряда замеров в результате влияния случайных факторов;

K – коэффициент, учитывающий количество наблюдений (принимается по табл. 9.3), доли ед.

Таблица 9.3

Число значений в ряду	Коэффициент	Число значений в ряду	Коэффициент
4	1,4	9–10	1
5	1,3	11–15	0,9
6	1,2	16–30	0,8
7–8	1,1	31–50	0,7

После обработки ряда находят улучшенное время по каждой операции оцениваемой работы.

При $K_{y(p)} > 2,0$ значение грубоошибочных замеров, определяют с учетом величины L , %, по формуле

$$L = 1 / Z_{\text{ср}} \cdot \sqrt{\sum \Delta^2 / n \cdot (n-1)} \cdot 100, \quad (9.4)$$

где L – относительная средняя квадратическая ошибка арифметической середины, %;

$Z_{\text{ср}}$ – среднеулучшенное время в «очищенном» ряду, мин;

$\Delta = Z_i - Z_{\text{ср}}$ – отклонение по абсолютной величине времени отдельных замеров от среднеулучшенного времени, мин;

n – число замеров в ряду.

Полученное по расчету значение относительной средней квадратической ошибки арифметической середины сопоставляют с допустимой величиной согласно данным табл. 9.4.

Таблица 9.4

Число элементов (операций) процесса	Допустимая величина относительной средней квадратической ошибки арифметической середины, L , %, не более
≤ 5	7
6...10	10
≥ 11	12

Расчет отклонений отдельных замеров Δ , мин, от среднеулучшенного времени $Z_{\text{ср}}$, мин, очищенного хронометражного ряда рационально оформлять в виде табл. 9.5.

Таблица 9.5

Замеры ряда, мин	1	2	3	...	$(n-1)$	n	$Z_{\text{ср}}$, мин
	12,7	15,0	13,5	...	14,5	15,0	14,0
Значение $ \Delta_i ^* = Z_i - Z_{\text{ср}}$	1,3	1,0	1,5	...	0,5	1,0	—
Значение Δ_i^2	1,69	1,0	2,25	...	0,25	1,0	$\sum \Delta_i^2$
							$\vee$

* по абсолютной величине отклонений от $Z_{\text{ср}}$.

После обработки хронометражных рядов оцениваемой работы и определения средних значений затрат труда на отдельные операции, входящие в состав данной работы, рассчитывают норму времени на ее выполнение, включающую время оперативной работы и дополнительные затраты времени при реализации производственного процесса.

Оперативная работа (фактические затраты труда). Проектируемые затраты труда на оперативную работу ($H_{\text{оп}}$) вычисляют по формуле

$$H_{\text{оп}} = t_1 \cdot K_1 + t_2 \cdot K_2 + \dots + t_n \cdot K_n = \sum_{i=1}^n K, \text{ чел.-мин,} \quad (9.5)$$

где $t_1, t_2, \dots, t_n$ – средние значения затрат труда по отдельным элементам (операциям) исследуемого процесса (работы) на один элемент (операцию), чел.-мин;

$K_1, K_2, \dots, K_n$ – коэффициенты перехода от затрат времени на один элемент (операцию) к общим затратам времени на процесс (работу) в целом, доли ед.

Обобщение затрат труда на выполнение процесса (работы) в целом производят по форме таблицы 9.6.

Таблица 9.6

№ п/п	Наименование операций и приемов	Единица измерения	Затраты труда на элемент (операцию), чел.-мин	Коэффициент перехода к процессу (работе)	Проектируемые затраты труда на процесс (работу)
1	Открытие замка	Замок	0,5	4	2,0

Коэффициент перехода в формуле (9.5) отражает количество повторов рассматриваемого элемента (операции) оцениваемого процесса или работы при их выполнении. Например, при распалубке изделий необходимо раскрывать замки формы. Затраты времени на открытие одного замка составили в среднем 0,5 мин, а чтобы открыть все 4 замка потребуется $0,5 \cdot 4 = 2,0$ мин, т. е. в этом случае $K_i = 4$. Этот простейший пример иллюстрирует общий подход к оценке фактической ситуации с определением величины коэффициентов перехода в каждом конкретном случае расчета затрат труда (времени выполнения) на оперативную работу.

Норма времени. Полную величину нормы затрат труда ($H_{вр}$) определяют по формуле:

$$H_{вр} = H_{оп} \cdot 100 / (100 - H_{пзр} - H_o - H_{тп}), \text{ чел.-мин}, \quad (9.6)$$

где $H_{оп}$ – затраты труда на оперативную работу, чел.-мин;

$H_{пзр}$ – норматив на подготовительно-заключительную работу, % от нормы затрат труда (табл. 9.7);

H_o – проектная величина затрат на отдых, % от нормы затрат труда (табл. 9.8);

$H_{тп}$ – проектная величина технологических перерывов, % от нормы затрат труда;

При необходимости перевода размерности времени в чел.-часы используют коэффициент перевода от чел.-мин в чел.-ч, равный 60.

Таблица 9.7

Нормативы времени на подготовительно-заключительную работу

№ п/п	Виды работ	Нормативы, % от нормы затрат труда
1	Арматурные – установка	6
2	Арматурные – заготовка	3
3	Формование изделий	6
4	Транспортные	1

Таблица 9.8

Нормативы времени на отдых и личные надобности

№ п/п	Виды работ *	Нормативы, % от нормы затрат труда
<i>Арматурные</i>		
1	Установка и сборка тяжелых пространственных каркасов с помощью крана	10
2	Сборка и установка вручную простых арматурных сеток и плоских каркасов весом до 100 кг; резка и гнутье арматурной стали на приводных станках; сортировка арматурной стали по длине и диаметрам и пр.	12
<i>Бетонные</i>		
3	Укладка бетонной смеси с уплотнением вибраторами	15
4	Изготовление бетонных и железобетонных изделий с уплотнением на виброплощадках	10
5	Приемка бетонной смеси из транспортных средств, перегрузка ее	12

* При отличии работ от приведенных принимать норму отдыха в пределах 10...15 % (при большем значении для ручного труда).

Норма выработки ($H_{\text{выр}}$) характеризуется количеством продукции, которое должно быть изготовлено за единицу рабочего времени (смену, сутки и пр.) в условиях рациональной организации труда и производства, и представляет собой величину, обратную норме времени:

$$H_{\text{выр}} = T_{\text{см}} / H_{\text{вр}}, \text{ шт. (м}^3\text{)}, \quad (9.7)$$

где $T_{\text{см}}$ – длительность рабочей смены, мин.

Между изменениями нормы времени и нормы выработки существуют следующие соотношения:

$$a = 100 \cdot b / 100 - b, \%, \quad (9.8)$$

$$b = 100 \cdot a / 100 + a, \%, \quad (9.9)$$

где a – процент увеличения нормы выработки;

b – процент уменьшения нормы времени.

С учебной целью при освоении методики определения норм времени все расчеты производят в двух вариантах: при существующих организационно-технологических условиях и при рационализации работ с целью снижения затрат времени. Сравнивая полученные данные норм времени и норм выработки, делают вывод о наличии возможных резервов роста производительности труда.

10. ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА. ФОРМЫ И РАСЧЕТ ОПЛАТЫ ТРУДА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ

10.1. Общие положения начисления заработной платы

Заработная плата представляет собой часть общественного продукта, идущего на личное потребление работников и распределяемого в соответствии с количеством и качеством затраченного ими труда. Основу организации заработной платы на предприятии составляют тарифная система, формы и системы оплаты труда рабочих, инженерно-технических работников и служащих.

Тарифная система представляет собой совокупность директивных и нормативных данных, основными элементами которой являются тарифные ставки, тарифные сетки и тарифно-квалификационные справочники.

В тарифной сетке, предназначенной для тарификации различных работ, даны все тарифные разряды и соответствующие им тарифные коэффициенты. Каждому разряду, присваиваемому рабочему в зависимости от его квалификации, соответствует определенная тарифная ставка, нарастающая от разряда к разряду.

Тарифно-квалификационный справочник представляет собой перечень квалификационных характеристик работ для каждой профессии и определенного тарифного разряда. Рабочий, которому присваивается какой-то тарифный разряд, должен уметь выполнить комплекс работ, предусмотренный этим разрядом и изложенный в тарифно-квалификационном справочнике. По мере совершенствования технологии и организации труда справочник дополняется и пересматривается.

В промышленности строительных изделий применяются две основные формы оплаты труда: сдельная и повременная, с широким внедрением премирования за качественное выполнение работ, своевременное выполнение и перевыполнение плановых заданий, освоение новой техники, технологических приемов и др.

Преобладающей формой оплаты труда является сдельная, наиболее полно контролирующая количество и качество труда.

Сдельная оплата труда организационно подразделяется на индивидуальную и коллективную.

Заработная плата рабочего за расчетный период (Z_{ϕ}) при индивидуальной прямой сдельной оплате труда определяется как

$$З_{\phi} = P \cdot V_{\phi}, \quad (10.1)$$

где V_{ϕ} – фактическая выработка продукции рабочим;

$P_{сд}$ – индивидуальная сдельная расценка, определяемая по формуле:

$$P_{сд} = C_p / H_{вр}, \quad (10.2)$$

где C_p – дневная (сменная) тарифная ставка нормируемого разряда работы;

$H_{вр}$ – норма времени на единицу продукции.

Бригадная заработная плата за работу, имеющую единую расценку, равна:

$$З_{\phi.бр} = P_{бр} \cdot V_{\phi.бр}, \quad (10.3)$$

где $V_{\phi.бр}$ – фактическая выработка бригадной продукции за расчетный период;

$P_{бр}$ – бригадная расценка за единицу продукции.

При *сдельно-премиальной системе* оплаты труда заработок рабочего (бригады) определяют по формуле:

$$З_{сд.пр} = З_{\phi} + Д_{прем}, \quad (10.4)$$

где $Д_{прем}$ – размер премиальной доплаты к прямому сдельному заработку:

$$Д_{прем} = З_{сд} \cdot K_{прем} \cdot K_{перев},$$

где $K_{прем}$ – установленный коэффициент премиальной доплаты за каждый процент перевыполнения норм выработки $K_{перев}$.

При *сдельно-прогрессивной оплате* труда заработок рабочего (бригады) определяют по формуле

$$З_{сд.прогр} = P_{сд} \cdot V_{\phi(бр)} + P_{сд1} \cdot (V_{\phi(бр)} - V_{пл}), \quad (10.5)$$

где $P_{сд1}$ – повышенная сдельная расценка за продукцию, изготовленную сверх планового объема $V_{пл}$.

При *повременной оплате труда* заработная плата рабочего за проработанное время

$$З_{\phi} = C_{\phi} \cdot T_{\phi}, \quad (10.6)$$

где T_{ϕ} – фактически отработанное время за расчетный период;

C_{ϕ} – часовая тарифная ставка нормируемого разряда работы.

При *повременно-премиальной оплате труда* суммируется процент премиальной доплаты к повременному тарифу рабочего.

Распределение заработной платы бригады между входящими в ее состав рабочими можно производить:

а) по коэффициенту фактически начисленной заработной платы по сдельным расценкам на 1 руб. заработной платы по тарифу:

$$K_{\phi} = З_{\phi.начисл.бр.} / З_{тариф.бр.}, \quad (10.7)$$

где $З_{\phi.начисл.бр.}$ – фактически начисленная по сдельным расценкам бригадная зарплата;

$З_{тариф.бр.}$ – зарплата бригады по тарифным ставкам за это же время; тогда зарплата i -го рабочего бригады

$$З_{раб} = З_{тариф.раб.} \cdot K_{\phi}, \quad (10.8)$$

где $З_{тариф.раб.}$ – зарплата данного рабочего за вычисляемый отрезок времени по тарифной ставке;

б) методом коэффициенто-часов:

– определяется сумма коэффициенто-часов бригады по формуле

$$\sum K_{\phi ч} = K_{\tau 1} \cdot T_1 + K_{\tau 2} \cdot T_2 + K_{\tau n} \cdot T_n = \sum_{i=1}^n K_{\tau i} \cdot T_i, \quad (10.9)$$

где $K_{\tau 1}, K_{\tau 2}, \dots, K_{\tau n}$ – тарифные коэффициенты рабочих, входящих в состав бригады;

$T_1, T_2, \dots, T_n$ – время, отработанное каждым рабочим бригады, ч;

– определяется размер оплаты одного коэффициенто-часа:

$$O_{\phi ч} = З_{\phi.начисл.бр.} / \sum K_{\phi ч}; \quad (10.10)$$

– определяется заработная плата рабочих по формуле

$$З_{i раб.} = K_{\tau i} \cdot T_i \cdot O_{\phi ч}; \quad (10.11)$$

в) методом исчисления процента сдельного приработка бригады:

– определяется бригадная заработная плата по тарифу:

$$З_{\text{тар.бр.}} = C_{\text{ч1}} \cdot T_1 + C_{\text{ч2}} \cdot T_2 + C_{\text{чn}} \cdot T_n = \sum_{i=1}^n C_{\text{чi}} \cdot T_i, \quad (10.12)$$

где $C_{\text{ч1}}, C_{\text{ч2}}, \dots, C_{\text{чn}}$ – часовые тарифные ставки рабочих, входящих в состав бригады;

$T_1, T_2, \dots, T_n$ – время, отработанное каждым рабочим, ч;
– определяется процент сдельного приработка по формуле

$$П_{\text{с.пр.}} = (З_{\text{ф.начисл.бр.}} - З_{\text{тар.бр.}} / З_{\text{тар.бр.}}) \cdot 100 \%; \quad (10.13)$$

– определяется заработная плата рабочих по формуле

$$З_{i \text{ раб.}} = З_{\text{тар.i}} \cdot (П_{\text{с.пр.}} / 100), \quad (10.14)$$

где $З_{\text{тар.i}} = C_{\text{чi}} \cdot T_i$ – заработная плата одного рабочего по тарифной ставке соответствующего разряда.

В современных условиях хозяйствования регулирование оплаты работников строительной отрасли рабочих, служащих, инженерно-технического и управленческого персонала, в том числе работающих на предприятиях строительной индустрии, осуществляется по положениям коллективных договоров между работодателем (администрацией предприятия) и трудовым коллективом (либо работником персонально).

Государственное регулирование условий оплаты труда в строительной отрасли на данный момент времени отражено в документе «Тарифное соглашение между Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь, Союзом строителей и Белорусским Профессиональным союзом работников строительства и промышленности строительных материалов на 2019–2021 годы». Оно имеет рекомендательный характер и заключено «с целью регулирования отношений в социально-трудовой сфере и предотвращения трудовых конфликтов».

В этой связи конкретные формы и условия оплаты труда отражаются в коллективных (или индивидуальных) договорах предприятий, а уровень оплаты труда зависит от успешности их деятельности и соответствующих возможностей (прибыльности) предприятий. На этой основе формируются расценки и нормы выработки при производстве продукции, а в итоге – заработная плата исполнителей.

При начислении заработной платы учитываются некоторые особые условия оплаты труда, например, при выполнении сверхурочных работ, работе в ночную смену, выходные и праздничные дни и т. п.

Правило оплаты труда при сверхурочной регулируются положением коллективного договора, так же как и работа в выходные и праздничные дни.

Ночная смена (с 22.00 до 6.00) повременщика и сдельщика оплачивается путем увеличения часовой тарифной ставки за каждый час работы, но не ниже 20 % тарифной ставки (оклада) работника (см. «Тарифное соглашение»).

Доплата за вредные и тяжелые условия труда осуществляется на условиях коллективного договора за счет увеличения часовой тарифной ставки, например, от 0,1 % до 0,25 % от тарифной ставки 1-го разряда.

10.2. Наряд-задание, исполнение и учет выполнения работ

На предприятиях по производству бетонных и железобетонных изделий и конструкций, как правило, практикуется бригадная система ведения работ и оплаты труда. Это связано с особенностями производственного процесса, включающего достаточно большое количество разнообразных операций и приемов, которые выполняются множеством исполнителей на разных стадиях процесса, а итог подводится по его финалу – произведенной продукции.

Исключение в основном составляют работники, обслуживающие производственный процесс, – крановщики, дежурные слесари, электрики и др. Но и в этих случаях на крупных предприятиях практикуют бригадный подряд при выполнении работ по обслуживанию оборудования производственных линий, бетоносмесительных узлов, арматурного производства и пр.

До начала работ бригаде выдается наряд-задание. В титульной части наряда (рис. 10.1) указывают название цеха (участка), порядковый номер бригады, профессию и фамилию бригадира, форму оплаты труда, сроки планового начала и окончания работ. Затем дают описание работ и условий их производства, которые бригада должна выполнить с указанием норм времени и расценок на единицу измерения, со ссылкой на соответствующую калькуляцию или параграф существующих на предприятии норм и расценок.

В разделе «Задание» указывается количество работ, которое бригада должна сделать по плану, норма времени и расценка на единицу работы, а также установленные по норме количества чел.-часов на выполнение запланированной работы и соответствующий размер планируемой зарплаты.

После окончания работ (или месяца) наряд закрывают, для чего в разделе «Исполнение» представляют объем фактически выполненных работ, подсчитывают их трудоемкость и сумму заработной платы как произведение фактически выполненных работ на норму времени и расценку соответственно. Затем подсчитывают сумму трудоемкости и затраты по всем работам и проставляют в итогах.

На оборотной стороне наряда (рис. 10.2) в таблице отработанного времени проставляется количество рабочих (табельный номер и фамилия, имя и отчество) и количество отработанных каждым часов (по табелю), затем определяют процент выполнения норм выработки как частное от деления количества чел.-ч по норме на фактически выполненный объем работ и на фактически отработанное всеми рабочими время.

После этого рассчитывается зарплата каждого рабочего в бригаде. На различных предприятиях могут использоваться и разные из приведенных ранее вариантов распределения бригадного заработка между членами бригады. При этом учитывается не только квалификация (разряд) и отработанное время, но и роль работника в общем результате работы. Детальнее этот аспект организации производства будет рассмотрен в следующем учебном разделе курса. Здесь, при распределении заработка между рабочими бригады, путем учета, например, коэффициента трудового участия (КТУ или его аналогов) уточняется и уровень заработной платы каждого в зависимости от эффективности его работы. Величина КТУ может быть больше единицы (при особом вкладе работника в процессе производства) и меньше ее (при, например, нарушении трудовой дисциплины, допущении брака в работе и т. п.).

Наиболее широко используют варианты распределения бригадного заработка путем расчета по коэффициенту приработка (табл. 10.1) или путем приведения зарплаты к I разряду тарифной ставки (табл. 10.2) (тарифные ставки приведены в табл. 10.3 на примере данных одного из наиболее крупных производств сборного железобетона г. Минска).

Пронзвод работ _____
Задание принял бродир _____

Задание: назвать мастер _____
Оценки качества выполненных работ _____
Мастер ОТК _____
Работу правая мастер _____
Сила работы _____
Бригадир _____

0212 _____

Нормы и расценки проверил нормироващик
Испрал и сумму к оплате утверждаю:

Начальный курс

ОАО «Оргстрой». Зак. 198. Тир 500.

Рис 10.2. Пример обратной стороны бланка наряда (табель исполнения)

Таблица 10.1

Форма расчета заработной платы по коэффициенту приработка

Фамилия, имя и отчество (табельный номер)	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Количество отработанных часов	Тарифный фонд заработной платы, руб.	Коэффициент приработка	Зарплата
1	2	3	4	5	6	7

Таблица 10.2

Расчет заработной платы методом коэффициенто-часов

Фамилия, имя и отчество (табельный номер)	Разряд	Тарифный коэффициент	Количество отработанных часов рабочего	Количество коэффициента часов рабочего	Зарплата
1	2	3	4	5	6

Таблица 10.3

Часовые тарифные ставки рабочих, руб./чел.-ч

Разряд	Тяжелые и вредные условия труда	Нормальные условия труда
I	Увеличивается от 0,1 % до 0,25 % от тарифной ставки I разряда по результатам аттестации рабочих мест	7,19
II		7,80
III		8,53
IV		9,62
V		11,08
VI		12,91

Примечание: в соответствии с единой тарифной сеткой работников производственных отраслей экономики Республики Беларусь оплата труда рабочих на работах с нормальными условиями труда производится по восьми тарифным разрядам, с I до VIII. Величина тарифных коэффициентов, принятых на предприятии, взятом в качестве примера, в соответствии с тарифными ставками табл. 10.3:

I разряда – 1,00; V разряда – 1,54;
 II разряда – 1,08; VI разряда – 1,80;
 III разряда – 1,19; VII разряда – 1,92;
 IV разряда – 1,34; VIII разряда – 2,05.

Для определения *тарифной заработной платы* тарифный коэффициент умножается на ставку первого разряда, действующую на предприятии на момент начисления заработной платы.

Таким образом, методика расчета заработной платы рабочих включает:

- предварительное оформление наряд-задания на выполнение работ при планируемом объеме выпуска продукции и соответствующем вознаграждении (оплате) труда с учетом трудоемкости изготовления и расценок на виды изготавливаемой продукции;

- учет и оформление в нарядах фактического исполнения планировавшихся работ, затрат рабочего времени по отношению к нормативным и определение бригадного заработка за изготовленную продукцию;

- учет и отражение в таблице наряда рабочего времени каждого члена бригады, затраченного за оцениваемый период работ;

- определение коэффициента трудового участия (или принятого на предприятии аналога) каждого члена бригады в ее работе за оцениваемый период при выполнении планового задания по наряду;

- расчет заработной платы каждого рабочего принятым на предприятии вариантом ее определения с учетом квалификации (разряда), фактически отработанного времени, отношения к труду (КТУ) и мер поощрения, принятых на предприятии, за качество продукции, а также своевременное выполнение планового задания или его перевыполнение.

11. ГРУЗООБОРОТ ПРЕДПРИЯТИЯ. ГЕНПЛАН И СХЕМА ГРУЗОПОТОКОВ

11.1. Расчет грузооборота предприятия

Планирование грузооборота предприятия и разработка схемы грузопотоков по его территории базируется на определенной в процессе проектирования потребности в материалах для бетона (железобетона), арматурной стали, в комплектующих и вспомогательных материалах для изготовления планируемых к выпуску изделий и их вывозу с территории завода (включая вывоз товарного бетона) и взаимодействуется с проектным решением генерального плана предприятия.

На основании расчетных данных о составе бетона, расходе его компонентов, степени и схем армирования, вида и особенностей комплектующих для производимых изделий, расхода смазки и потребности в химических добавках и т. д. определяются суточный, месячный и годовой грузообороты предприятия.

Определяются поставщики материалов и расстояния транспортирования грузов и на этом основании принимается вид транспортных средств.

С учетом дальности транспортирования, возможных помех и сбоев в организации перевозок в расчет вводят поправочный коэффициент неравномерности поставок: $K_{\text{нер}} = 1,0 \dots 1,3$, доли ед., при больших значениях для транспортирования груза из-за пределов Беларуси и $K_{\text{нер}} = 1,0 \dots 1,2$ по ее территории (рекомендуется $K_{\text{нер}} = 1,0 \dots 1,1$ доли ед.)

С использованием коэффициента неравномерности поставок (путем умножения требуемого грузооборота на $K_{\text{нер}}$) определяют фактический расчетный грузооборот по всем видам перемещаемых грузов:

- для железнодорожного транспорта объем перевозок в течение месяца;
- для автомобильного транспорта объем перевозок в течение суток.

Для принятого типа (марки) транспортных средств – железнодорожных платформ, вагонов, специальных средств, или типажа автомобильного транспорта – определяется его фактическая грузоподъемность с учетом коэффициента использования грузоподъемности $K_{\text{исп}}$, доли ед. Величина этого коэффициента $K_{\text{исп}} \leq 1,0$ доли ед., принимается в зависимости от типа, свойств и особенностей пере-

возимого груза. Например, при перевозке исходной стальной арматуры степень загрузки может быть соответствующей номинальной грузоподъемности транспортного средства, т. е. $K_{исп} = 1,0$ доли ед. А при перевозке изделий из стальной арматуры (например, объемных каркасов) этот коэффициент может быть значительно меньше единицы. При определении данного поправочного коэффициента следует учитывать специфику транспортирования конкретного груза. Не рекомендуется принимать $K_{исп} > 0,9$ доли ед., если определение его реального значения не представляется возможным.

Установив фактическую грузоподъемность единицы транспортного средства ($G_{ф.т.}$), определяют потребность в этих единицах с учетом фактического (расчетного) объема перевозимого груза.

Для железнодорожного транспорта определяют месячную потребность ($n_{ж/д}$, шт.) в единицах транспортных средств: $n_{ж/д} = Q_{мес}^{\phi} / G_{ф.ж/д}^{\phi}$, а затем распределяют их с учетом равномерности поставок груза в течение месяца. Для этого, используя данные генерального плана предприятия о длине разгрузочного пути приемного отделения складов цемента, заполнителей, арматуры и т. д., определяют количество вагонов (платформ в одной подаче). То есть их количество, которое можно одновременно подать на территорию предприятия для выгрузки с учетом, например, того, что одна 4-осная ж/д платформа (вагон) номинальной грузоподъемности 60 т в сцепке имеет длину ~14,5 метров. С учетом принятого количества единиц транспортных средств в одной подаче определяют количество подач в месяц.

Для расчета количества автомобильного транспорта вначале определяют производительность принятого типа (марки) автотранспорта за одну рабочую смену по зависимости:

$$P_{авто-см} = G_{\phi} \cdot n_{рейс}, \quad (11.1)$$

где G_{ϕ} – фактическая грузоподъемность транспортной единицы, т;

$n_{рейс}$ – количество рейсов за рабочую смену, ед.

Количество рейсов за рабочую смену ($t_{см}$, ч):

$$n_{рейс} = t_{см} / t_{рейса}, \text{ рейсов}, \quad (11.2)$$

где

$$t_{рейса} = t_{загр} + 2t_{тр} + t_{выгр}, \text{ ч}. \quad (11.3)$$

Здесь $t_{\text{загр}}$ – время разгрузки, ч;

$t_{\text{выгр}}$ – время выгрузки;

$t_{\text{тр}} = l_{\text{тр}} / v_{\text{тр}}$, ч, где $l_{\text{тр}}$ – расстояние транспортирования груза, км;
 $v_{\text{тр}}$ – скорость транспортирования груза, принимаемая $v_{\text{тр}} = 30$ км/ч для дорог с твердым (жестким) покрытием и $v_{\text{тр}} = 15$ км/ч для дорог с мягким покрытием.

Определив производительность автотранспортного средства за смену, рассчитывают требуемое количество машиносмен для транспортировки соответствующего фактического суточного грузооборота ($Q_{\text{сут}}^{\Phi}$, т) с учетом производительности автомашин, то есть

$$n_{\text{м-см}} = Q_{\text{сут}}^{\Phi} / P_{\text{авто-см}}, \text{ машино-смен.} \quad (11.4)$$

Далее распределяют необходимое количество автомашин по рабочим сменам. Базовым является 2-сменный режим работы; допускается (при необходимости) планировать работу автомобильного транспорта в 3 смены.

Работа железнодорожного транспорта планируется и осуществляется круглосуточно.

Все данные расчета грузооборота предприятия сводятся в табл. 11.1.

11.2. Схема грузопотоков

Схема грузопотоков – это графическое изображение пути следования (перемещения) всех задействованных в производственном процессе видов транспортных средств, нанесенное на контурное (без нанесения озеленения территории) изображение генерального плана (рис. 11.1) предприятия в масштабе, соответствующем общему грузообороту конкретного вида груза (рис. 11.2).

На схеме грузопотоков изображают данные о завозе грузов на территорию предприятия и вывозе готовой продукции, включая товарный бетон.

Внутрицеховые перевозки, как правило, отображаются в части, относящейся к подаче материалов для бетона, перемещению арматуры, смазки, химических добавок и пр., как продолжение пути перемещения этих грузов извне по территории предприятия.

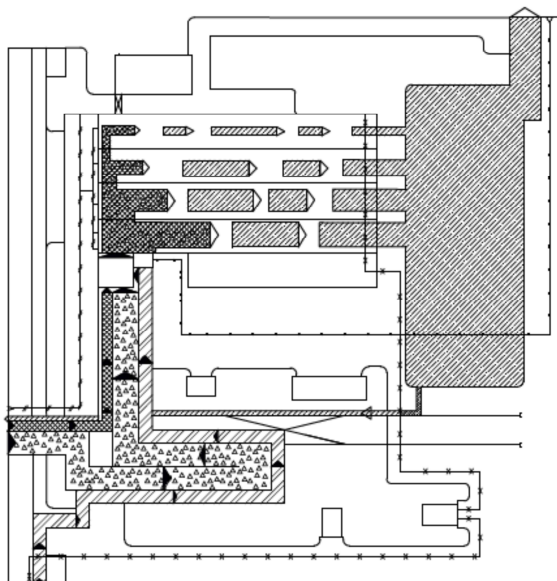
При необходимости внутрицеховые перевозки могут отображаться на общей схеме в дополнение к основным грузопотокам.

Таблица 11.1

Данные о грузообороте предприятия

№ п/п	Наименование груза	Откуда и расстояние транспортирования, км	Грузооборот, т			Коэффициент неравномерности поставок, $K_{нпр}$, доли ед.	Фактический грузооборот, $K_{нпр}$ с учетом		Тип (марка) и номинальная грузоподъемность транспортных средств, т	Коэффициент использования грузоподъемности, $K_{исп}$, доли ед.	Фактическая грузоподъемность единицы транспорта с учетом $K_{исп}$, т	Потребность в ж/д транспорте (на месяц)			Производительность автомашины за смену, т	Требуемое количество автомашин-смен в сутки	Распределение машин по сменам	Расчет потребности в автотранспорте (на сутки)		
			годовой	месячный (для ж/д тр-та)	за сутки (для авто-транспорта)		месечный (ж/д тр-т)	суточный (авто-транспорт)				ж/д тр-т	автотранспорт	Требуемое количество единиц				Требуемое количество единиц в одной подаче	Число подач в месяц	
1	Завоз грузов на предприятие																			
2	Внутрицеховое транспортирование (при необходимости)																			
3	Вывоз готовой продукции																			

Грузопотоки предприятия



Грузооборот предприятия

Наименование груза	Место поставки	Дальность тр-я, км	Годовой грузооборот, т	Железнодорожный транспорт			Автотранспорт				Условное обозначение и принятый масштаб
				Тип	Кол. ваг. раз.	Кол. поач. в мес.	Тип	Груз. за маш.-гн.	Кол. маш. в смену		
									1	2	
1. Заход на завод											
Цемент	Володыск	300	30500	Хоп-пер 60	10	8	-	-	-	-	
Керамзит щебнеподобный	Петриков	220	105750	Полубагон 60	10	23	-	-	-	-	
Песок	Местный карьер	30	65000	-	-	-	МАЗ 551603	64	3	2	
Арматурная сталь	Жлобин	180	10260	Платформен 60	5	5	-	-	-	-	
Добавка	Минск	20	110	-	-	-	МАЗ 5440	6,8	2	1	
ГСМ	Минск	20	80	-	-	-	МАЗ 5440	6,8	2	1	
2. Вывоз из завода											
Объемные блок-комнаты	Минск	20	191704	-	-	-	Кабин-овоз	72	7	5	
Другие изделия	Минск	20	30616	-	-	-	Панелевоз	72	2	1	

Рис. 11.2. Вариант схемы грузопотоков условного предприятия сборного железобетона

Масштаб грузопотока отражается шириной графика с условным обозначением перемещаемого груза. Проектировщик выбирает единицу расчета, например, тоннаж годового грузооборота при поставке цемента, и относительно этой расчетной единицы определяет и наносит на схему другие перемещаемые грузы (материалы, комплектующие и пр.). Таким же образом осуществляется расчет и графическое отображение вывоза готовой продукции с распределением объемов вывоза между задействованными видами транспорта (автомобильным или железнодорожным).

Важнейшим требованием к организации грузооборота и разрабатываемой схеме грузопотоков является минимизация (по возможности – исключение) пересечений и противотоков направлений перемещения грузов.

Общим правилом построения грузопотоков является непрерывность графиков, отображающих направления перемещения грузов в логической последовательности осуществления производственного процесса: доставка материалов – хранение – подача на БСУ и в арматурный цех (в цеха (участки) подготовки комплектующих и др.) – подача бетонной смеси, арматуры, комплектующих в формовочные цехи. Отражение работы формовочных цехов на схеме грузопотоков выполняется в виде пульсирующего (прерывистого) графика, означающего, что в них идет производственный процесс переработки полуфабрикатов в готовую продукцию на этой части графиков (их масштаб, объем производимой продукции в пролетах) условное обозначение должно соответствовать принятому условному обозначению железобетона (затвердевшего бетона, если производятся бетонные изделия).

Завершающим элементом схемы грузопотоков является отражение подачи готовой продукции на склад и направление (с учетом объема) ее отправки потребителю.

Схема грузопотоков предприятия выполняется на листе формата А-1 или А-2 поверх генерального плана, который, как уже отмечалось, в том случае вычерчивается без отображения зон озеленения предприятия.

На листе следует привести основные данные о грузообороте предприятия (по табл. 11.1), а также отобразить принятое условное обозначение каждого груза и масштаб изображения – ширину графика, отображающего его грузопоток на схеме.

12. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

Важнейшим условием нормального функционирования производства, наряду с обеспечением его материалами, электроэнергией, водой, паром и прочим, является устойчивая, бесперебойная работа технологического оборудования. Достигается она четким планированием и хорошо организованной реализацией системы планово-предупредительных ремонтов. Основу системы составляет годовой план-график технического обслуживания и ремонта оборудования, который формирует служба главного механика предприятия. Организация же ремонтных служб, определение трудозатрат, продолжительности ремонтов и необходимого количества рабочих базируется на нормативах единой системы планово-предупредительного ремонта (ЕСППР) и, в частности, на «Положении» о планово-предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования, а также данных паспорта используемого оборудования о моторесурсе и ремонтной сложности каждого его вида.

Используя указанные источники, разрабатывают (в форме табл. 12.1) упрощенную систему планово-предупредительных ремонтов для основных видов технологического оборудования: бетоноукладчиков, формовочных машин, виброплощадок, мостовых кранов и др.

Расчет периодичности капитального (К), текущего (Т) ремонтов и технического обслуживания (ТО) оборудования производят исходя из моторесурса межремонтных циклов данного вида оборудования, который приводится в паспорте машины (оборудования), и фактического времени ее работы ($t_{\text{ф}}$, мото-час). В паспорте машины указывается моторесурс до капитального ремонта $N_{\text{кр}}$, а также может быть указана (в мото-часах или количественно) периодичность технических ремонтов ($N_{\text{тр}}$, мото-час, или $n_{\text{тр}}$, ремонтов) и технических обслуживаний ($N_{\text{то}}$, мото-час, или $n_{\text{то}}$, обслуживаний).

Таблица 12.1

Периодичность и трудоемкость ремонтов основного оборудования

№ п/п	Вид оборудования	Ремонтная сложность, ед.		Работа оборудо- вания		Периодичность ремонтов и техни- ческого обслу- живания, мес				Кол-во ремонтов и технических обслуживаний за цикл, раз				Трудоемкость ремонтов и тех- нического обслу- живания, чел.-дн.		
		Меха- ничес- кая часть	Электро- техни- ческая часть	Кол-во смен	Отрабо- тано за смену, ч	К	Т	ТО	К	Т*	ТО**	К	Т	ТО		
1	Бетоно- укладчик СМЖ-71	10	14	2	5,5	36	12	1	1	2	33	71	15,5	1,8		

*Учено, что при числе периодов n_t между началом эксплуатации и капитальным ремонтом количество технических (средних) ремонтов будет равно $n_t - 1$, раз;

**учтено, что при числе периодов $n_{то}$ между техническими (средними) ремонтами количество технических обслуживаний будет равно $n_{то} - 1$, раз.

По данным пооперационного графика или по циклограмме работы оборудования определяется фактическое время работы машины (t_{ϕ} , мото-час) за смену, сутки, месяц, год и, соответственно, рассчитывается и оформляется в виде табл. 12.1 периодичность ремонтов (продолжительность межремонтных циклов) по зависимостям:

– для капитального ремонта:

$$t_k(K) = \frac{N_{кр}}{t_{\phi}}, \text{ год (мес.)}; \quad (12.1)$$

– для технических ремонтов:

$$t_{тр}(T) = \frac{N_{тр}}{t_{\phi}}, \text{ мес.}, \quad (12.2)$$

или

$$t_{тр} = \frac{t_k(K)}{n_{тр}}, \text{ мес.}; \quad (12.3)$$

– для технических обслуживаний:

$$t_{то}(TO) = \frac{N_{то}}{t_{\phi}(\text{за мес. сут})}, \text{ мес. (сут)}, \quad (12.4)$$

или

$$t_{то}(TO) = \frac{t_{тр}}{n_{то}}, \text{ мес.} \quad (12.5)$$

Формулы (12.3) и (12.5) используют в случае, если в паспорте машины указан не моторесурс межремонтных циклов, а количество текущих ремонтов на период до капитального ремонта и количество технических обслуживаний на период между текущими ремонтами.

Например, (табл. 12.1) моторесурс бетоноукладчика СМЖ-71 на период работы до капитального ремонта составляет: $N_{кр} = 8400$ мото-часов, т. е. соответствует условному времени непрерывной работы в 8400 часов; периодичность текущих (средних) ремонтов со-

ставляет не более 3000 мото-часов работы и не реже 1 раза в год; периодичность технических обслуживаний между текущими (средними) ремонтами – не реже 1 раза в месяц.

По данным пооперационного графика изготовления выпускаемых на рассматриваемой технологической линии изделий либо по циклограмме работы оборудования проекта (эти данные должны быть равны между собой при верно выполненных расчетах) определено, что за рабочую (8 ч) смену указанный бетоноукладчик отрабатывает 5,5 ч.

С учетом 2-сменной работы предприятия и 253 рабочих дней в году (например, для агрегатно-поточной линии) в течение года данный бетоноукладчик отрабатывает: $5,5 \cdot 2 \cdot 253 = 2783$ мото-часов.

С учетом времени моторесурса бетоноукладчика СМЖ-71 ($N_{кр} = 8400$ мото-часов) и его годовой загрузки период до капитального ремонта составит:

$$t_k = 8400 / 2783 \approx 3,02 \text{ года, или } \approx 36 \text{ месяцев.}$$

Исходя из 36-месячного периода до капитального ремонта периодичность технических (или средних) ремонтов составит 12 месяцев (при 2-х ремонтах) и технических обслуживаний – 1 месяц (при 33 обслуживаниях).

Трудоемкость и продолжительность ремонтов оборудования зависит от его ремонтной сложности. Одна единица ремонтной сложности оборудования предприятий стройиндустрии принята равной 40 чел.-ч для механической части и 12 чел.-ч – для электротехнической части, отнесенным к IV разряду тарифной сетки сдельщика. В соответствии с Положением о ППП, соотношение между трудоемкостью капитального, текущего ремонтов и технического обслуживания равно:

– для механической части:

$$K : T : TO = 1 : 0,25 : 0,025, \text{ доли ед.,} \quad (12.6)$$

– для электротехнической части:

$$K : T : TO = 1 : 0,141 : 0,025, \text{ доли ед.} \quad (12.7)$$

Исходя из этого, определяется трудоемкость ремонтов. Например, для бетоноукладчика с ремонтной сложностью мехчасти в 10 ед. и электротехнической – 14 ед., трудоемкость по видам ремонта и в сумме будет равна:

$$H_k = 10 \cdot 40 + 14 \cdot 12 = 568 \text{ чел.-час};$$

$$H_r = 10 \cdot 0,25 \cdot 40 + 14 \cdot 0,141 \cdot 12 = 123,7 \text{ чел.-час};$$

$$H_{то} = 10 \cdot 0,025 \cdot 40 + 14 \cdot 0,025 \cdot 12 = 14,2 \text{ чел.-час},$$

или в человеко-днях:

$$H_k = 568 / 8 = 71 \text{ чел.-день};$$

$$H_r = 123,7 / 8 = 15,5 \text{ чел.-дня};$$

$$H_{то} = 14,2 / 8 = 1,8 \text{ чел.-дня}.$$

На основании установленной расчетом трудоемкости (отдельно механических и электротехнических работ) ремонтов, количества оборудования и нормативных сроков его остановки на ремонт и обслуживание формируется ремонтная служба завода. В курсовой работе по дисциплине, а в последующем – в дипломном проекте, необходимо определить количество дежурных слесарей и электриков для обслуживания оборудования между ремонтами исходя из нормативной загрузки их в условных единицах ремонтной сложности: один слесарь на количество оборудования, соответствующее 700 ед. механической части, и один электрик на количество оборудования, соответствующее 700 единицам его электротехнической части.

Согласно «Положению» о планово-предупредительном ремонте выявляют суммарную ремонтную сложность оборудования цеха и принимают необходимое количество рабочих для его обслуживания. Согласуют полученный результат с приближенным расчетом потребности во вспомогательных рабочих, как 25...30 % от численности основных (см. раздел 8).

Далее определяют потребность производства в воде (W) на технологические, технические и бытовые нужды, сжатом воздухе (J), смазке (S), паре (Y), электроэнергии (E), если эти данные не были установлены при выполнении технологической части проектных работ.

Расчет, как правило, производят исходя из усредненных данных о нормах расхода указанных материалов и энергии на 1 м³ железобетона и объема выпуска продукции ($Q_{\text{год}}$, м³):

$$W(J, S, Y, E) = H_{\text{ср}} \cdot Q_{\text{год}} \quad (12.8)$$

Рекомендуется использовать для расчета данные, полученные при выполнении в период учебы предшествовавших проектов по соответствующим дисциплинам: заводской технологии изготовления бетонных и железобетонных изделий, тепловым установкам, проектированию предприятий стройиндустрии и др.

Расход электроэнергии для производственных целей ($E_{\text{пр}}$) можно определить по зависимости:

$$E_{\text{пр}} = E_{\text{с}} \cdot B_{\text{п}} \cdot K_{\text{с}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (12.9)$$

где $E_{\text{с}}$ – суммарная мощность всех электродвигателей цеха, кВт;

$B_{\text{п}}$ – время работы потребителей электроэнергии цеха (практически $B_{\text{п}} = B_{\text{р}}$), ч;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы потребителей энергии. Устанавливают $K_{\text{с}}$ на основе циклограммы работы оборудования. Обычно $K_{\text{с}} \approx 0,5 \dots 0,7$ долей ед.

Расход электроэнергии на освещение помещений ($E_{\text{осв}}$) рассчитывают исходя из количества точек освещения (C), средней мощности одной точки ($P_{\text{ср}}$, Вт) и необходимого числа часов освещения ($B_{\text{осв}}$) по формуле (12.10) или на основе норм освещения (H_0) 1 м² площади (P) в течение ($B_{\text{осв}}$) по формуле (12.11):

$$E_{\text{осв}} = \frac{C \cdot P_{\text{ср}} \cdot B_{\text{осв}} \cdot K_{\text{ор}}}{1000 K_{\text{пот}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (12.10)$$

$$E_{\text{осв}} = \frac{H_0 \cdot F \cdot B_{\text{осв}}}{1000 K_{\text{пот}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (12.11)$$

где $K_{\text{ор}}$ – коэффициент одновременной работы потребителей (в расчетах $K_{\text{ор}} = 1$; доли ед.);

$K_{\text{пот}}$ – коэффициент потерь электроэнергии ($K_{\text{пот}} = 0,95 \dots 0,97$), доли ед.

13. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ И ТРУДА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ. КОЭФФИЦИЕНТ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И ТРУДА

13.1. Оценка качества изготовления изделий

Согласно положениям нормативной документации, в частности ГОСТ 1567, управление качеством продукции – это «установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации или потреблении, осуществляемое путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции».

Полная категория качества продукции не сводится к отдельным видам и параметрам свойств, а выражает целостную характеристику многогранного функционального единства всех существующих свойств объекта – как внешних, так и внутренних. Применительно к продукции в виде изделий из бетона и железобетона, это единство параметров, характеризующих отклонения от внешних размеров, качество поверхности, наличие трещин, отклонение от размещения закладных деталей и т. д., а также отклонения прочности от проектной, снижение требуемых эксплуатационных характеристик: морозо-, коррозионной стойкости, требуемой долговечности и т. д.

Для стабильности качества продукции необходимо системное управление всеми элементами процесса ее изготовления с непрерывным или системно-периодическим контролем всего технологического процесса.

Проверка выполнения технологических операций и приемов в соответствии с технической документацией производственного процесса с целью выпуска продукции принятого уровня качества и удовлетворяющей значениям всех параметров, регламентированных СН, ГОСТом или ТУ на данную продукцию, называется системой операционного контроля.

Система операционного контроля качества включает управление качеством:

- а) параметров уровня знания исполнителей ($\Sigma P_{зн}$);
- б) параметров уровня компетенций (мастерства) исполнителей ($\Sigma_{ма}$);

в) параметров материально-технического обеспечения производства ($\Sigma_{\text{мт}}$);

г) параметров оснастки и оборудования производственного процесса ($\Sigma P_{\text{оо}}$);

д) параметров готовой продукции [$\Sigma f_{\text{н}}(\Sigma P_i)$];

е) параметров стимулирования качества ($\Sigma P_{\text{ск}}$).

Операционный контроль качества продукции осуществляется во всех подразделениях предприятия, имеющих прямое отношение к качеству продукции, и включает следующую основную документацию:

а) схемы операционного контроля по примерной форме табл. 13.1;

б) таблицы основных параметров качества продукции согласно действующим СН, ГОСТ, ТУ и т. п. (табл. 13.2);

в) эскизы (чертежи) продукции с указанием допускаемых нормативными документами отклонений;

г) основные требования к качеству материалов, полуфабрикатов, конструкций (к заполнителям, бетонной смеси, арматуре и арматурным элементам и т. д.);

д) основные требования к оснастке и оборудованию (к поддонам, вибростолам, пригрузам, бетоноукладчикам и т. д.);

е) данные о составе контроля с указанием, что нужно проверять (напряжение в стержнях, прочность бетона, расстояние между упорами, толщину защитного слоя, режим тепловой обработки, очистку форм и т. п.);

ж) способ контроля (линейный по закону Гука, лабораторный, шаблон, визуальный, автоматизированный и т. п.);

з) периодичность контроля (сколько раз проводится контроль в партии изделий);

и) последовательность выполнения контроля (в зависимости от последовательности операций).

Таблица 13.1

Схемы операционного контроля

Номера операций	Наименование операций	Оптимальный состав звена	Ответственный за качество операций	Контроль	
				операционный	инспекционный
1	2	3	4	5	6

Таблица 13.2

Основные параметры качества продукции

№ п/п	Наименование дефекта	Предъявления			
		I	II	III	Брак
1	2	3	4	5	6

Критерием качества готовой продукции является наличие или отсутствие в ней дефектов. Поэтому количественная оценка качества продукции может быть определена по формуле

$$K = 1 - D, \text{ доли ед.,} \quad (13.1)$$

где D – коэффициент дефектности.

Если изделие полностью соответствует нормативным требованиям, то коэффициент качества K равен единице.

Коэффициент дефектности продукции D показывает «среднестатистическое» количество дефектов, приходящееся на единицу продукции, с учетом их значимости (весомости; см. далее табл. 13.3) и определяется по формуле

$$D = \sum_{i=1}^d b_i \cdot \frac{m_i}{100 \cdot n}, \text{ доли ед.,} \quad (13.2)$$

где b_i – балл значимости i -го дефекта по стобалльной шкале;

m_i – количество изделий с i -м дефектом;

d – количество видов дефектов;

n – объем выборки.

Расчет весомости дефектов производят отдельно для каждого вида или группы однотипных изделий пропорционально сумме дополнительных затрат, необходимых для исправления дефектов, либо потерь, вызываемых наличием в изделии неисправимых дефектов (стоимостной метод).

Формула для расчета дополнительных затрат P имеет вид

$$P_i = Z + M + N, \quad (13.3)$$

где Z – заработная плата на исправление i -го дефекта;

M – стоимость материалов, необходимых для ремонта i -го дефекта;

N – накладные расходы;

Значимость i -го дефекта (b_i) определяется по формуле

$$b_i = P_i \cdot 100 / \sum_{i=1}^a P_i + \eta_i, \text{ баллы,} \quad (13.4)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, d$.

$$\eta_i = G + E_n \cdot K_y, \quad (13.5)$$

где G – себестоимость изделия;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,12);

K_y – удельные капитальные вложения на производство 1 м³ сборного железобетона.

В табл. 13.3. приведены расчетные данные о значимости дефектов в баллах по некоторым массовым железобетонным изделиям.

Таблица 13.3

№ п/п	Наименование дефектов	Изделия				
		Наружные стеновые панели, несущие и самонесущие	Внутренние стеновые панели, несущие	Колонны	Ригели	Сваи
1	2	3	4	5	6	7
1	Отклонение прочности от проектной	73	80	91	89	47
2	Некачественная лицевая поверхность:					
	– раковины и открытые поры;	1	3	1	1	5
	– околы бетона ребер;	1	1	1	1	2
	– местные наплывы и неровности;	2	1	1	1	–
	– местные усадочные трещины;	1	1	1	1	8
	– жировые и ржавые пятна	1	1	–	–	–

Окончание табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7
3	Отслоение отделочного слоя	9	–	–	–	–
4	Отклонение по толщине защитного слоя	3	6	1	3	17
5	Отклонение от проектных размеров	2	–	–	–	–
6	Обнажение арматуры	2	3	1	–	5
7	Отклонения от проектного положения или пропуск закладных деталей	2	2	3	3	–
8	Смещение осей и отклонения по ширине и высоте проемов	–	1	–	–	–
9	Отклонения по шагу хомутов	–	–	–	–	7

Для оценки качества изделий используют данные выборочного контроля и рекламаций потребителей в оцениваемом периоде.

Объем выборки определяют в зависимости от статистического показателя (доли дефектности) W , равного отношению числа изделий, у которых были обнаружены какие-либо дефекты, к общему числу проверенных изделий (определяется ежеквартально) по табл. 13.4.

Для проведения сравнительной оценки качества изготовления j -го изделия необходимо сначала определить текущие показатели качества и дефектности, а затем вычислить соответственно относительные показатели:

$$Q_{jk} = K_j / K_{\delta j}, \quad (13.6)$$

$$Q_{jd} = D_j / D_{\delta j}, \quad (13.7)$$

где $K_{\delta j}$ – значение коэффициента качества в предыдущем периоде выпуска j -го вида продукции при $j = 1, 2, \dots, Z$ – видов выпущенной продукции.

$D_{\delta j}$ – значение коэффициента дефектности в предыдущем периоде выпуска j -го вида продукции.

Таблица 13.4

Объем выпуска, шт.	Объем выборки (шт.) в зависимости от доли дефектности W :								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
≤25	10	14	17	18	19	20	20	21	21
30	11	16	19	20	21	22	23	24	24
40	11	18	22	24	26	28	29	30	31
50	12	20	25	28	31	32	34	35	37
60	13	21	27	30	34	36	38	40	41
70	13	22	28	32	38	41	43	45	47
80	13	23	30	34	39	42	45	47	50
90	13	24	32	36	42	45	49	51	54
100	14	25	32	38	43	47	51	54	57
150	14	26	36	42	50	55	61	65	70
200	15	27	39	46	55	61	68	73	80
300	15	30	41	50	61	68	77	84	92
440	15	30	43	52	64	72	84	90	99
500	15	30	44	54	67	75	86	94	104
600	15	30	44	54	67	77	87	97	108
800	15	30	45	57	71	81	92	103	112
1000	16	31	46	57	71	81	94	104	117
2000	16	32	46	58	73	84	99	110	124
3000	16	32	47	59	74	85	101	112	126
≥10 000	16	32	48	60	75	87	103	115	130

Продолжение табл. 13.4

Объем выпуска, шт.	Объем выборки (шт.) в зависимости от доли дефектности W :								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
≤25	22	23	23	23	24	24	24	24	28
30	24	26	27	27	27	28	28	28	28
40	31	33	35	35	36	36	36	36	36
50	38	40	42	43	44	44	44	44	45
60	42	46	49	50	51	52	52	52	52
70	52	55	56	58	59	59	59	59	59
80	51	57	61	63	65	66	66	66	67
90	56	63	67	70	71	72	73	74	74
100	59	67	72	75	77	78	79	80	80

Объем выпуска, шт.	Объем выборки (шт.) в зависимости от доли дефектности W :								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
150	73	76	94	100	103	106	107	109	109
200	84	101	112	120	125	129	132	133	133
300	97	121	138	150	158	164	168	171	171
440	106	135	156	171	183	190	196	199	200
500	112	145	169	188	201	211	217	221	222
600	116	152	179	200	215	226	234	238	240
800	122	169	194	218	237	250	259	265	267
1000	126	169	204	231	251	267	277	284	285
2000	134	185	224	261	288	308	322	330	333
3000	137	191	236	273	302	325	340	350	353
$\geq 10\ 000$	142	200	280	291	325	351	370	381	385

Примечание: заданная точность результатов поверки $P = 0,95$ и предел возможности ошибки $\Delta = 0,05$.

Комплексный показатель качества (индекса качества) разнородной продукции, изготавливаемой каким-либо цехом V_k , и комплексный показатель дефектности V_d определяют по формулам

$$V_k = \frac{\sum_{j=1}^Z C_j \cdot Q_{jk}}{\sum_{j=1}^Z C_j}; \quad (13.8)$$

$$V_d = \frac{\sum_{j=1}^Z C_j \cdot Q_{jd}}{\sum_{j=1}^Z C_j}, \quad (13.9)$$

где C_j – сумма, на которую выпущено продукции j -го вида в рассматриваемом периоде;

Z – количество видов выпущенной продукции.

Материалы для расчетов индекса качества рекомендуется оформлять в виде табл. 13.5.

Таблица 13.5

Наименование изделий конструкций, J	K_j	$K_{\delta j}$	Фактический выпуск изделий j -го вида в оцениваемом периоде C_j , руб.	Относительный показатель качества, Q_{jk}	$C_j \cdot Q_{jk}$	Индекс качества, V_k
1. Сваи забивные*	0,917	0,87	28 000	1,054	29 512	1,05

* Размеры: $300 \times 300 \times 7000$, объем $\sim 0,63 \text{ м}^3$ при стоимости $\sim 444 \text{ руб/м}^3$.

** Данные для расчета см. далее табл. 13.8.

Если для m цехов известны индексы $V_{k1}, V_{k2}, \dots, V_{km}$ и соответствующие суммы $C_1, C_2, \dots, C_m$, на которые выпущена продукция каждым цехом, то общий индекс качества продукции по предприятию в целом $V_{k \text{ общ}}$ вычисляется по формуле

$$V_{k \text{ общ}} = \frac{(C_1 \cdot V_{k1} + C_2 \cdot V_{k2} + \dots + C_m \cdot V_{km})}{(C_1 + C_2 + \dots + C_m)}, \text{ доли ед.} \quad (13.10)$$

Порядок определения (при необходимости) индекса дефектности аналогичен.

13.2. Оценка качества труда исполнителей

Оценка качества труда работников предприятия (подразделения) устанавливается в соответствии со средним показателем качества продукции предприятия (подразделения) за оцениваемый период (K) с учетом влияния качества труда отдельного работника и конкретного исполнителя операции на качество конечной продукции предприятия. Численные значения индивидуальных коэффициентов качества определяют по формуле

$$K_{\text{и}} = K \pm \sum_{i=1}^n B_i \cdot K_j, \text{ доли ед.,} \quad (13.11)$$

где B_i – размер увеличения или снижения коэффициента по i -му показателю;

K_j – фактический уровень качества j -й продукции, выпускаемой на участке;

n – количество показателей, характеризующих уровень качества.

Полученные коэффициенты качества труда применяются в качестве расчетных величин при назначении всех типов премий материального поощрения.

Для каждой подсистемы предприятия, всех его подразделений разрабатываются типовые коэффициенты повышения или снижения качества труда.

Типовые коэффициенты повышения (снижения) показателей качества труда рабочих бригады бетонщиков (на примере одного из предприятий г. Минска) представлены в табл. 13.6. и 13.7.

Таблица 13.6

Типовые коэффициенты повышения показателей качества труда
рабочих бригады бетонщиков

№ п/п	Производственные и профессиональные достижения	Величина повышения		
		испол- нителю	бригаде	участку
1	2	3	4	5
1	Теоретические знания новых приемов труда по выполняемым операциям:			
	а) передовые методы труда, передовой опыт;	0,05	0,01	0,01
	б) собственные разработки улучшения операций;	0,1	0,05	0,01
	в) получение отличных оценок по теории выполняемых операций;	0,05	0,01	0,01
	г) получение отличных оценок по применению вычислительной техники в управлении операциями, звеном, бригадой	0,1	0,05	0,05
2	Профессиональное мастерство, умение выполнять свои и смежные операции:			
	а) внедрение передовых методов труда, передового опыта;	0,1	0,05	0,02
	б) внедрение собственных разработок улучшения операций;	0,15	0,1	0,05
	в) применение вычислительной техники и АСУ в отдельных операциях;	0,2	0,1	0,1

Окончание табл. 13.6

1	2	3	4	5
	г) применение вычислительной техники в повседневной практике управления бригадой;	0,25	0,15	0,15
	д) получение повышения разряда	0,2	0,1	0,05
3	Сдача в течение недели работ на «отлично»	0,1	0,05	0,01
4	Награждение «Почетной грамотой»	0,1	–	–
5	Рационализаторские предложения:			
	а) за одно внесенное рацпредложение;	0,05	0,01	0,01
	б) за одно принятое рацпредложение;	0,1	0,01	0,01
	в) за одно внедренное рацпредложение в операции исполнителя	0,2	0,1	0,05
6	Отличная оценка по чистоте и культуре производства, рабочего места	0,1	0,1	0,02
7	Благодарность по приказу	0,1	–	–
8	Успешная учеба (на курсах, в техникуме, институте)	0,1	0,01	0,01
9	Освоение смежной операции	0,2	0,01	0,01

Таблица 13.7

Типовые коэффициенты снижения показателей качества труда
рабочих бригады

№ п/п	Производственные и профессиональные упущения	Величина снижения за каждый случай		
		испол- нителю	бригаде	участку
1	2	3	4	5
1	Низкое теоретическое знание трудовых приемов по выполненным операциям:			
	а) в течение одной недели;	0,1	0,05	0,01
	б) в течение месяца	0,2	0,05	0,01
2	Низкое профессиональное мастерство выполнения порученных приемов труда выполняемых операций:			
	а) в течение одной недели;	0,1	0,05	0,01
	б) в течение месяца	0,2	0,05	0,01

Окончание табл. 13.7

1	2	3	4	5
3	Низкое качество продукции (операции): а) на «удовлетворительно» (за неделю); б) брак и переделка (за каждый случай)	0,1 0,2	0,01 0,1	– 0,05
4	Несвоевременное представление фронта работ (за каждый случай)	0,1	0,02	0,01
5	Нарушение трудовой дисциплины и этики поведения: а) опоздание на работу; б) прогул; в) невыполнение распоряжения бригадира; г) появление в общественных местах в нетрезвом виде	0,1 0,2 0,1 0,1	0,01 0,05 0,01 0,01	0,005 0,01 – 0,01
6	Выговор по приказу	0,2	0,05	0,05
7	Неудовлетворительное содержание рабочего места	0,1	0,01	–
8	Неудовлетворительное состояние приспособлений, механизмов, инструмента	0,1	0,01	0,05
9	Порча материальных ценностей	0,2	0,01	–

При практическом освоении материала данного раздела курса исходным материалом являются пооперационные графики технологических процессов изготовления изделий, чертежи изделий с указанием армирования, требования, предъявляемые к изделиям, и технологические регламенты их изготовления.

На основании указанных материалов на первом этапе работы составляют графики операционного контроля качества процесса изготовления изделий. Затем, пользуясь исходными данными по объемам выпуска продукции за рассчитываемый период по отдельным цехам или технологическим линиям (в м³ и тыс. руб.) и долями дефектности за предыдущий период W , определяют количество изделий, которое необходимо подвергнуть проверке в оцениваемом периоде для получения достоверных результатов. Принимают (например, по заданию преподавателя) количество изделий, имеющих разнообразные дефекты, и производят расчет величины коэффициента качества по форме табл. 13.8.

Принимая значение коэффициента качества за предыдущий период, например, равный $K_{\phi j} = 0,87$, определяют (см. табл. 13.5) от-

носительный коэффициент качества и индекс качества в целом по предприятию (цеху, технологической линии).

Затем по табл. 13.6 и 13.7 производят определение индивидуальных индексов качества труда рабочих отдельных звеньев бригады, в целом бригады и цеха (технологической линии).

Полученные величины индексов качества труда служат основанием для начисления премии и учитываются при определении заработной платы.

Для расчетов объема выборки в следующем оцениваемом периоде (квартале, месяце) определяют долю дефектности текущего периода: $W = 19 / 140 \sim 0,14$ доли ед., при суммарном количестве изделий с дефектами – 19 шт., выявленным текущей проверкой.

Анализируя полученные результаты, делают выводы о возможных направлениях деятельности для повышения качества труда, продукции и о значении материального стимулирования в повышении качества труда отдельных работников.

Таблица 13.8

Пример расчета коэффициентов дефектности
и качества продукции

№ п/п	Наименование изделия	Объем выборки n , шт.	Тип дефекта	Значимость i -го дефекта b_i баллы	Количество изделий с i -м дефектом	$b_i \cdot m_i$, баллы	Коэффициент дефектности D_i^{**} , доли ед.	Коэффициент качества K_j , доли ед.
1	Сваи	67*	Прочность бетона	47	8	376	0,083	0,917
			Околы бетонных ребер	2	14	28		
			Раковины поверхности	5	15	75		
			Местные усадочные трещины	8	10	80		

* при объеме выпуска 100 шт. и $W_{\text{пред.кв}} = 0,15$;

** $D_i = \frac{376 + 28 + 75 + 80}{100 \cdot 67} = 0,083$ доли ед., при суммарном количестве изделий с дефектом – 19 шт.

14. СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ. СЕТЕВОЙ ГРАФИК

14.1. Общие положения метода

Сетевой метод планирования в строительном производстве преимущественно применяют при планировании собственно строительных работ при возведении объектов различного назначения. Сетевое планирование позволяет наглядно отобразить все виды работ, их различие во времени от начала строительства (например, от подготовительных и земляных работ) и до его завершения.

В индустрии сборного бетона и железобетона метод сетевого планирования и управления производством широкого применения не получил. Вместе с тем инженеру-строителю-технологу необходим навык моделирования строительных процессов методом сетевого планирования. Теоретическая проработка процесса производства работ путем построения сетевого графика их ведения позволяет добиться наиболее полного использования ограниченных ресурсов, точно установить начало и окончание производимых работ (например, при проектировании, строительстве объектов или создании сложных комплексных установок и т. д.). Применительно к производству бетонных и железобетонных изделий сетевое планирование рационально, например, при разработке графика комплектных поставок на объекты изделий для полносборного строительства – зданий крупнопанельного и объемно-блочного (модульного) домостроения, унифицированных одноэтажных промышленных зданий, возводимых по проектам УТП-1 и УТП-2, и т. п. С помощью сетевого планирования может разрабатываться график поставок на объект или множество объектов сборных элементов для зданий различного назначения, например, многопустотных плит перекрытий, свай, колонн, балок и т. д.

Сетевой моделью называется графическое изображение процессов (работ), выполнение которых необходимо для достижения одной или нескольких поставленных целей и отражает взаимосвязь и взаимозависимость между этими процессами (работами).

Графическое изображение сети называется *сетевым графиком*, основными элементами которого являются события и работы. Сетевой график строится в логической последовательности выполняемых работ и ориентирован во времени – от их начала до завершения, что отражается на горизонтальной оси на период от начального (или исходного) до конечного события (на графике обозначаются флажками).

Событие – это фиксируемый момент выполнения одной или нескольких работ, которые необходимо выполнить для его реализации (свершения), являющийся одновременно началом одной или нескольких последующих работ. Событие, не имеющее предшествующих работ, называется начальным, а не имеющее последующих работ – конечным. Событие на сетевом графике обозначается окружностью. При освоении правила разработки сетевого графика рационально обозначать события следующим образом (рис. 14.1).

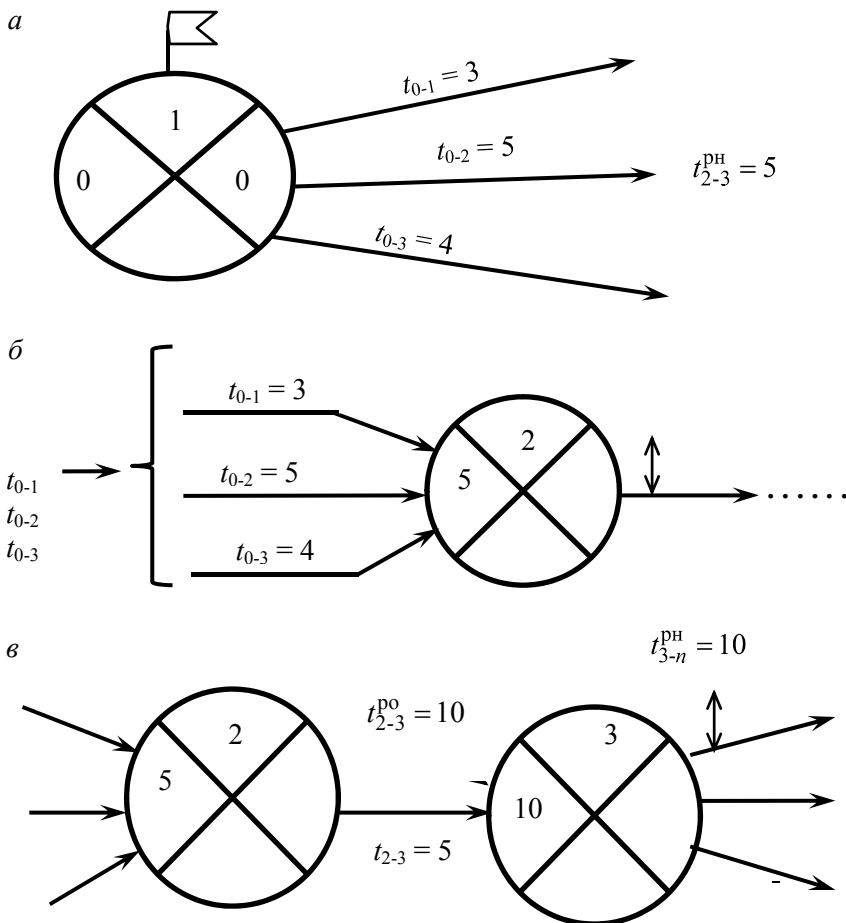


Рис. 14.1. Начало построения сетевого графика

События на сетевом графике связаны между собой работами, которые отображаются линиями (сплошными или пунктирными) со стрелками.

Работа может отражать:

а) производственный процесс, требующий затрат времени, ресурсов (сплошная линия);

б) ожидание – процесс, не требующий затрат ресурсов, но связанный с затратами времени (сплошная линия, например, процесс (вре-
мя) твердения бетона);

в) «фиктивная» работа или зависимость, устанавливающая логическую связь между работами и не требующая затрат времени и ресурсов (пунктирная линия означает зависимость начала одной работы от окончания предыдущей, но не связанной с ней непосредственно).

Расчет и анализ сетевого графика производят с использованием формул табл. 14.1.

Таблица 14.1

Основные формулы для расчета и анализа сетевого графика

Наименование расчетных величин	Формула расчета
1	2
Продолжительность выполнения работы « $i-j$ »	$t_{i-j} = (t_{i-j} \max + 4tm_{i-j} + t_{i-j} \min) / 6$
Дисперсия случайной продолжительности выполнения работы D_{i-j}	$D_{i-j} = [(t_{i-j} \max - t_{i-j} \min) / 6]^2$
Ранний срок свершения j -го события T_j^p	$T_j^p = \max \sum T_i^p + t_{i-j}$
Поздний срок свершения события T_i^n	$T_i^n = \min \sum T_j^n - t_{i-j}$
Резерв времени i -го события	$R_i = T_i^n - T_i^p$
Полный резерв времени работы R_{i-j}	$R_{i-j} = T_j^n - (T_i^p + t_{i-j})$
Частный резерв времени работы r_{i-j}	$r_{i-j} = T_j^p - (T_i^p + t_{i-j})$

1	2
Раннее начало работы $i-j$	$T_{i-j}^{pn} = T_i^p$
Раннее окончание работы $i-j$	$T_{i-j}^{po} = T_i^p + t_{i-j}$
Позднее начало работы	$T_{i-j}^{pn} = T_j^n - t_{i-j}$
Позднее окончание работы	$t_{i-j}^{po} = T_j^n$
Резерв пути R_{Li}	$R_{Li} = L_{кр} - L_i$

Условные обозначения, применяемые при расчете сетевого графика:

$i-j$ – код работы (1-2; 1-3 и т. д. для начального события; 2...и; 3...и – для последующих работ и событий);

t_{i-j} – продолжительность работы ($t_{i-j} \max$ – максимальное оценочное время данной работы; $t_{i-j} \min$ – ее минимальное оценочное время; t_{mi-j} – наиболее вероятная оценка ее продолжительности);

t_{i-j}^{pn} – ранний срок начала работы, который определяют по максимальной продолжительности всех предшествующих работ;

t_{i-j}^{pn} – поздний срок начала работы; определяют как разность между ее поздним окончанием (не увеличивающим общую продолжительность работ) и продолжительностью;

t_{i-j}^{po} – ранний срок окончания работы, который соответствует ее окончанию при начале в самый ранний из возможных сроков;

t_{i-j}^{po} – поздний срок окончания работы – это самый поздний из допустимых сроков, при котором общая продолжительность работ не увеличивается;

r_{i-j} – частный резерв времени работы (время, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность, не изменяя раннего срока начала последующих работ (T_j^p);

R_{i-j} – полный резерв времени работы – количество времени, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без увеличения времени критического пути (т. е. без увеличения времени на выполнение всего объема работ);

$L_{кр}$ – критический путь – это непрерывная технологическая последовательность выполняемых работ от начального до конечного события, характеризующаяся максимальной продолжительностью;

L_i – некритические пути меньше критического, приводящие от начального к конечному событию, работы на которых могут иметь резерв времени, соответствующий разнице: $R_{Li} = L_{кр} - L_i$;

T_j^p – ранний срок свершения j -го события;

$T_j^п$ – поздний срок свершения события; события, лежащие на критическом пути, не имеют резервов, а лежащие на некритических путях могут иметь резерв времени, соответствующий разнице между поздним и ранним сроками свершения данного события: $R_j = T_j^п - T_j^p$;

$T_{кр}$ – критическое время, т. е. максимальное время, в течение которого может быть выполнен весь комплекс работ; величина характеризуется также продолжительностью критического пути сетевого графика, т. е. $T_{кр} = t(L_{кр})$, где $L_{кр}$ – критический путь.

14.2. Методика расчета и построения сетевого графика

Расчет параметров сетевого графика начинают с расчета ранних сроков выполнения работ, т. е. их раннего начала и окончания.

Раннее начало работ (рис. 14.1, *а*), выходящих из начального (исходного) события, которое обозначается флажком, принимается равным нулю.

Раннее начало последующей работы (рис. 14.1, *б*) определяют по максимальной продолжительности одной из всех приведших в рассматриваемое событие работ.

Раннее окончание работы определяется как сумма ее раннего начала и ее продолжительности « t ».

Оно же будет ранним началом последующих работ, выходящих из события № 3.

Таким образом, ранние сроки начала и окончания работ определяют последовательным переходом от события к событию, слева направо по направлению стрелок. Если в событие приводит несколько работ, то в левый сектор записывается время раннего окончания самой продолжительной из них. Одновременно это время есть раннее начало работ, выходящих из данного события (рис. 14.1, *в*).

Работы меньшей продолжительности, входящие в какое-то событие, имеют резерв времени (см. далее).

Последовательным построением сетевого графика, в котором события располагаются в соответствии нарастающими затратами времени, выполняется расчет ранних сроков начала и окончания всех входящих в него работ. Раннее окончание работы, входящей в завершающее событие (или – наиболее продолжительной из множества входящих в него работ), определяет продолжительность (время) критического пути.

Одновременно раннее окончание работ, приведших в завершающее событие, соответствует как раннему, так и позднему времени свершения данного события (рис. 14.2).

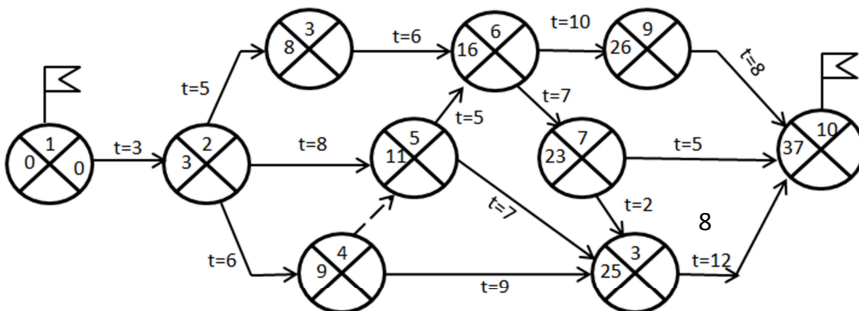


Рис. 14.2. Расчет параметров ранних начал и окончаний работ

Расчет поздних окончаний свершения событий, которые являются и поздним началом выходящих из него работ, ведут справа-налево, начиная от завершающего события (рис. 14.3).

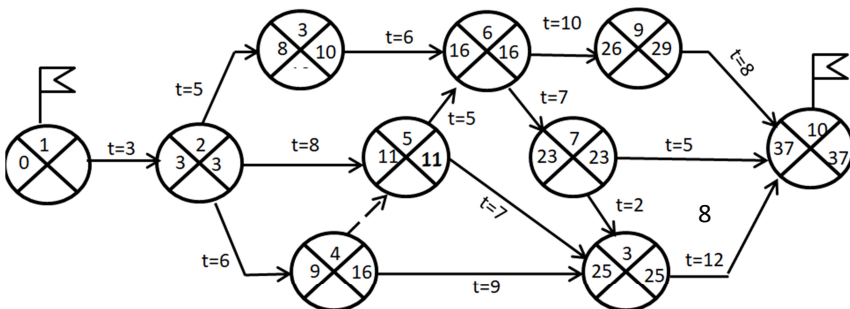


Рис. 14.3. Расчет поздних сроков окончания работ

При этом от времени позднего свершения события (начиная с завершающего) отнимают продолжительность приведшей в него работы, а результат записывают в правый сектор обозначения предыдущего события, из которого пришла данная работа и которое в данном случае оценивается.

В случае если в оцениваемое обратным счетом событие пришло несколько работ, то его позднее окончание будет соответствовать наименьшей величине времени, полученной при сопоставлении всех исходящих из него работ (то есть – входящих при обратном счете).

События, у которых позднее окончание, определенное обратным счетом, совпадает по времени с их ранним началом, лежат на *критическом пути*. Эти события не имеют резервов времени, как и наибольшие по продолжительности работы, составляющие критический путь и приведшие от начального к завершающему событию (рис. 14.4).

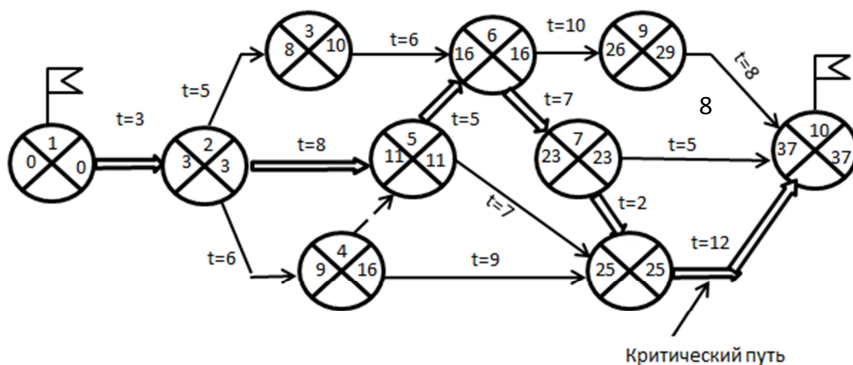


Рис. 14.4. Определение работ, лежащих на критическом пути

Все другие события (т. е. не лежащие на критическом пути) и работы меньшей продолжительности (в сравнении с наибольшей, приведшей в данное событие) имеют резервы времени (рис. 14.4). Это означает, что путем корректировки сетевого графика часть работ и событий могут быть смещены по времени их выполнения без увеличения критического пути, т. е. времени выполнения работ в целом.

Например, полный резерв времени работы t_{2-4} определяется из выражения:

$$R_{2-4} = T_4^{\Pi} - (T_2^{\Pi} + t_{2-4}), \quad (14.1)$$

или по примеру рис. 14.4: $R_{2-4} = 16 - (3 + 6) = 7$, а ее частный резерв определяется из вычисления:

$$r_{2-4} = T_4^p - (T_2^p + t_{2-4}), \quad (14.2)$$

или

$$r_{2-4} = 9 - (3 + 6) = 0.$$

Это означает, что начало работы t_{2-4} можно сдвинуть на 7 ед. времени без задержки позднего свершения события № 4 и позднего начала выходящих из него работы t_{4-8} и зависимости t_{4-5} .

Одновременно ее частный резерв, равный нулю, свидетельствует о том, что ее начало нельзя переместить без задержки раннего свершения события № 4 и, соответственно, раннего начала выходящих из него работ.

В случае указания на сетевом графике полного и частного резервов работ их записывают в соответствии с рис 14.5, а; в нижнем секторе событий сетевого графика рекомендуется записывать значение времени резерва данного события (рис. 14.5, б), то есть, разницу между временем его позднего и раннего свершения ($R_i = T_i^p - T_i^n$), либо номер предшествующего события, через которое к данному событию идет максимальный путь (рис. 14.5, в).

Допускается не заполнять нижний сектор обозначения событий.

Кроме приведенного варианта графоаналитического расчета параметров сетевого графика, он может быть рассчитан в табличной форме (по формулам табл. 14.1), которая здесь не приводится (см. специальную литературу по сетевому планированию в строительстве), и исполнен в масштабе времени (рис. 14.6).

При построении сетевого графика в привязке ко времени выполнения работ, составляющих этот график, ранее рассмотренный пример соответствует приведенному на рис. 14.6.

При построении сетевого графика с учебной целью студент рассчитывает параметры сети и вычерчивает сетевой график на основании полученных данных.

При практическом применении метода сетевого планирования вначале определяют затраты времени на отдельные работы, взаимосвязь и взаимозависимость между ними, а затем, используя приве-

денную методику, разрабатывают, строят и анализируют сетевую модель выполнения всего комплекса работ – сетевой график.

Оптимизация сетевого графика осуществляется следующим путем:

а) перенесение части ресурсов с некритических путей на критический с целью сокращения его продолжительности;

б) высвобождение ресурсов на некритических путях в пределах имеющихся резервов без изменения продолжительности критического пути.

в) привлечение дополнительных ресурсов, изменение технологии и организации строительства (или ведения других работ), использование более производительного оборудования с целью сокращения времени выполнения работ, включая разделения работ на отдельные потоки (части) и совмещение их выполнения во времени.

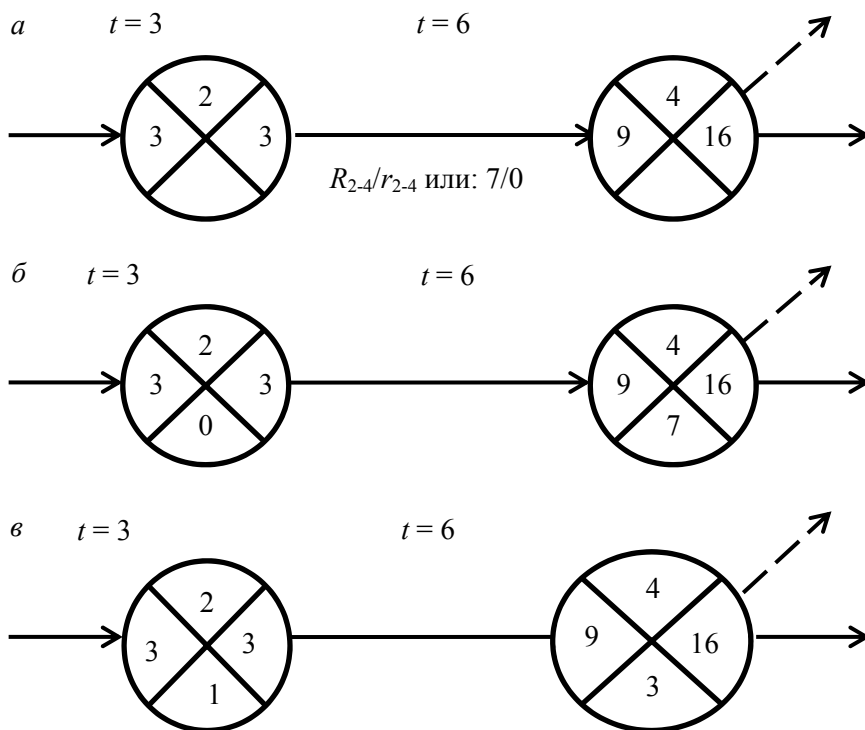


Рис. 14.5. Примеры указания на сетевом графике резервов работ и заполнения нижнего сектора обозначения событий

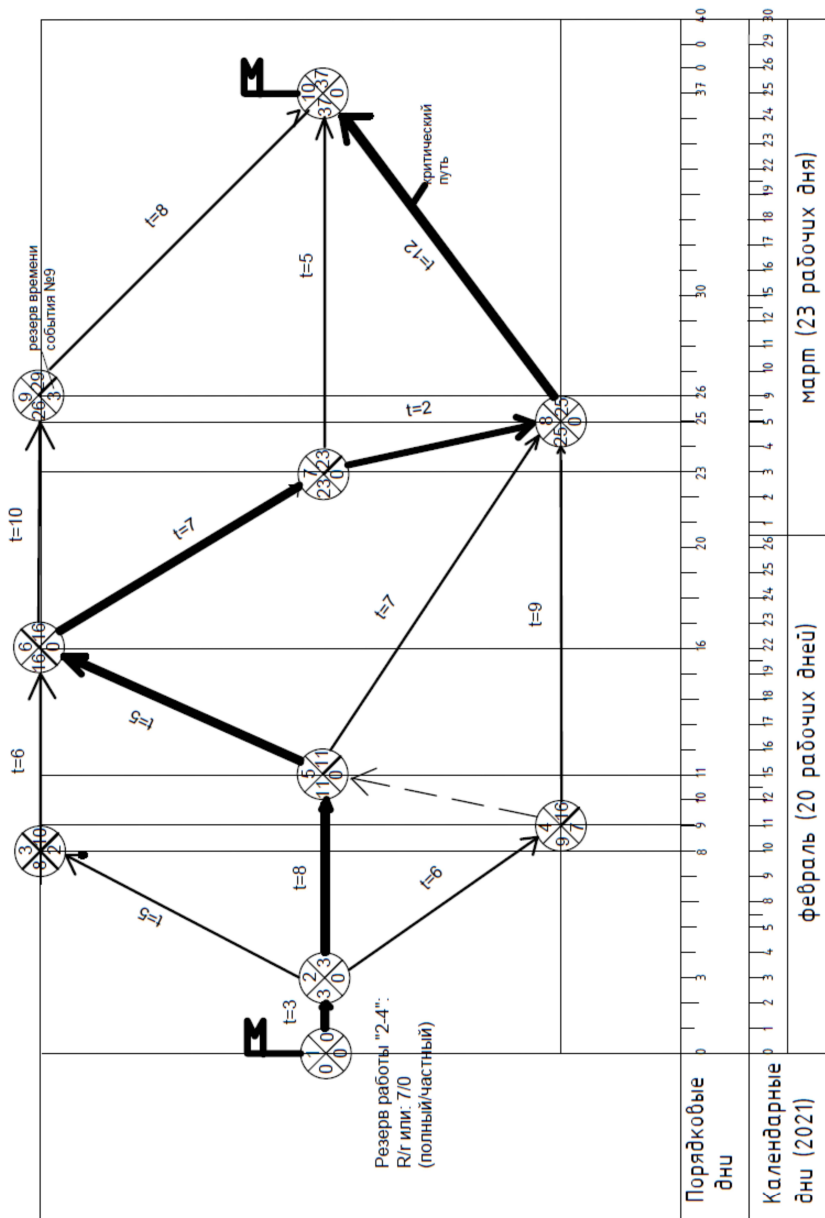


Рис. 14.6. Сетевой график в масштабе времени

15. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Технико-экономическая эффективность разработанной при курсовом и дипломном проектировании организации производства цеха, изготавливающего заданный вид продукции, оценивается следующими основными показателями (табл. 15.1).

Таблица 15.1

Технико-экономические показатели организации
производственного процесса

№ п/п	Наименование показателя	Расчетная формула (график)	Ед. изм.	Вели- чина
1	2	3	4	5
1	Коэффициент использования оборудования: – бетоноукладчик; – центрифуга; – мостовой кран; – и т. д.	Циклограмма работы оборудования	доли. ед.	
2	Коэффициент занятости рабочих	Пооперационный график изготовления изделий $K_{zi} = \frac{\sum_1^n t_i^R}{R} \sim \frac{\sum_1^n t_i^{cm}}{t_{cm}}$	доли. ед.	
3	Трудоемкость изготовления изделия	Пооперационный график $H_i = \sum_1^n t_{oi} N_{oi} + \sum_1^n H_{ij} / Q_{cm},$ где $\sum_1^n t_{oi} N_{oi}$ – суммарная трудоемкость изготовления изделия, определенная по пооперационному графику; $\sum H_{ij}$ – суммарная трудоемкость вспомогательных работ за время смены; Q_{cm} – сменная производительность	чел.-ч	

Окончание табл. 15.1

[illegible]

Примечание: расшифровка показателей (кроме приведенной в графе 3 таблицы) соответствует приведенным в тексте настоящего пособия в соответствующих разделах.

Приведенные показатели оказывают прямое влияние на:

- степень использования производственных фондов (1, 4, 5, 6, 7);
- рациональность организации процесса (2, 4, 8, 9);
- производственные затраты (3, 9).

Для заполнения таблицы показателями, отображающими эффективность разработанного варианта организации производства, используют данные, полученные в процессе ее разработки.

При курсовом проектировании по дисциплине проводится анализ показателей и по мере возможности сопоставляется их уровень с вероятным (или в сравнении с имеющимся аналогом) состоянием иного варианта решения организации производства. Например, сопоставление между разработанным вариантом организации производства ферм на коротких стендах и если бы их изготавливали на длинных стендах. Либо в сравнении вариантов разработанного конвейерного и предполагаемого агрегатно-поточного способов производства однотипных изделий.

При выполнении дипломного проекта выполняется анализ – сравнение полученных в расчетах данных с данными предприятия – базы преддипломной практики или иного, аналогичного разрабатываемому производству.

Раздел 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа № 1

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА

Цель работы: приобретение студентами практических навыков в проведении хронометража, обработки его результатов и расчета на этом основании норм времени.

Методические указания

Целью нормирования труда является установление технически обоснованных норм времени и норм выработки на основе анализа производственного процесса и состояния (оснащения) рабочих мест, внедрения передовой техники и технологии, применения наиболее рациональной организации производства и передовых методов труда.

В основу определения норм времени принимают аналитическо-расчетный метод, при котором нормируемая работа разделяется на составляющие ее операции, определяется длительность отдельных операций на основе нормативных или фактических данных, а затем производится их обобщение и устанавливается норма времени на данную работу для фактических условий ее выполнения.

Фактические затраты рабочего времени изучают при помощи фотоучета, хронометража и техноучета. При этом методом фотоучета изучают все виды затрат рабочего времени (чаще нециклических операций значительной продолжительности) с точностью записи 5 с – 1 мин, с помощью хронометража изучают затраты времени на выполнение периодически повторяющихся операций с точностью записи до 1 с. Технический учет помогает определить общие затраты труда и потерь времени без разделения работы на отдельные операции с точностью записи не более 5 мин и применяется при определении уровня выполнения норм.

Хронометраж

Объектом хронометража является операция, выполняемая рабочим или группой (звеном) рабочих на определенном месте и при определенных условиях.

Хронометраж осуществляется в четыре этапа:

- а) подготовка к проведению наблюдений;
- б) проведение наблюдений;
- в) обработка и анализ результатов;
- г) формулирование выводов и предложений.

Этап подготовки к проведению хронометража включает предварительное ознакомление с операцией, разделение ее на элементы и приемы выполнения с выделением фиксажных точек; установление факторов, влияющих на продолжительность каждого выделенного элемента.

Для получения достоверной оценки хронометрирование производится в виде нескольких циклов наблюдений в зависимости от типа производства.

Последовательность полученных значений продолжительности какого-либо элемента операции называется хронометражным рядом (запись по форме табл. 1.1).

Таблица 1.1

Хронометраж затрат рабочего времени
на выполнение операций и приемов

№ п/п	Наименование работы	Наименование операций и приемов	Ед. изм.	Затраты времени на измеритель по замерам *									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Рекомендуется не менее десяти.

Степень разброса полученных значений хронометражного ряда характеризуется коэффициентом устойчивости (разбросанности) ряда:

$$K_{y(p)} = t_{\max} / t_{\min}, \text{ доли ед.}, \quad (1.1)$$

где $t_{\max}$ — максимальный замер;

$t_{\min}$ — минимальный замер.

Минимально необходимое число замеров при хронометраже зависит от величины $K_{y(p)}$ и принимается по данным табл. 1.2.

Таблица 1.2

Коэффициент разбросанности хронометражного ряда, доли ед.	Минимально необходимое число замеров, замер
$\leq 1,75$	10
2,00	13
2,25	15
2,50	18
$\geq 3,00$	23

При $K_{y(p)} < 1,3$ дополнительная очистка полученного хронометражного ряда не производится.

При $K_{y(p)} = 1,3 \dots 2,0$ каждый ряд обрабатывают следующим образом:

а) исключают из ряда замеры, величина отклонения которых от средних показателей очевидно обусловлена влиянием случайных факторов (например, время замера резко увеличено из-за сбоев в работе оборудования, отключения электроэнергии и т. п.);

б) исключают грубоошибочные замеры. Значение последних определяют по формулам:

$$Z_{\max} = Z_{\text{ср}} + K (Z'_{\max} - Z'_{\min}); \quad (1.2)$$

$$Z_{\min} = Z_{\text{ср}} - K (Z'_{\max} - Z'_{\min}), \quad (1.3)$$

где $Z'_{\max}$ и $Z'_{\min}$ – верхний и нижний пределы допустимых значений в ряду, полученные после исключения из хронометражного ряда замеров, попавших под влиянием случайных факторов;

$Z_{\text{ср}}$ – среднее улучшенное время (арифметическое среднее), полученное после исключения из ряда замеров в результате влияния случайных факторов;

K – коэффициент, учитывающий количество наблюдений (принимается по табл. 1.3), доли ед.

Таблица 1.3

Число значений в ряду	Коэффициент	Число значений в ряду	Коэффициент
4	1,4	9–10	1
5	1,3	11–15	0,9
6	1,2	16–30	0,8
7–8	1,1	31–50	0,7

После обработки ряда находят улучшенное время по каждой операции оцениваемой работы.

При $K_{y(p)} > 2,0$ значение грубоошибочных замеров определяют с учетом величины L , %, по формуле:

$$L = 1 / Z_{cp} \cdot \sqrt{\sum \Delta^2 / n \cdot (n - 1)} \cdot 100, \quad (1.4)$$

где L – относительная средняя квадратическая ошибка арифметической середины, %;

Z_{cp} – среднеулучшенное время в «очищенном» ряду, мин;

Δ – отклонение по абсолютной величине времени отдельных замеров от среднеулучшенного времени, $\Delta = Z_i - Z_{cp}$, мин;

n – число замеров в ряду.

Полученное по расчету значение относительной средней квадратической ошибки арифметической середины сопоставляют с допустимой величиной согласно данным табл. 1.4.

Расчет отклонений отдельных замеров Δ , мин, от среднеулучшенного времени Z_{cp} , мин, очищенного хронометражного ряда рационально оформлять в виде табл. 1.5.

Таблица 1.4

Число элементов (операций) процесса	Допустимая величина относительной средней квадратической ошибки арифметической середины L , %, не более
≤ 5	7
6...10	10
> 10	12

Таблица 1.5

Замеры ряда, мин	1	2	3	...	$(n - 1)$	n	Z_{cp} , мин
	12,7	15,0	13,5	...	14,5	15,0	14,0
Значение $ \Delta_i ^* = Z_i - Z_{cp}$	1,3	1,0	1,5	...	0,5	1,0	–
Значение Δ_i^2	1,69	1,0	2,25	...	0,25	1,0	$\sum \Delta_i^2$
							$\vee$

* По абсолютной величине отклонений от Z_{cp} .

После обработки хронометражных рядов оцениваемой работы и определения средних значений затрат труда на отдельные операции, входящие в состав данной работы, рассчитывают норму времени на ее выполнение, включающую время оперативной работы и дополнительные затраты времени при реализации производственного процесса.

Оперативная работа (фактические затраты труда). Проектируемые затраты труда на оперативную работу ($H_{\text{оп}}$) вычисляют по формуле

$$H_{\text{оп}} = t_1 \cdot K_1 + t_2 \cdot K_2 + \dots + t_n \cdot K_n = \sum_{i=1}^n K, \text{ чел.-мин,} \quad (1.5)$$

где $t_1, t_2, \dots, t_n$ – средние значения затрат труда по отдельным элементам (операциям) исследуемого процесса (работы), чел.-мин, на один элемент (операцию);

$K_1, K_2, \dots, K_n$ – коэффициенты перехода от затрат времени на один элемент (операцию) к общим затратам времени на процесс (работу) в целом, доли ед.

Обобщение затрат труда на выполнение процесса (работы) в целом производят по форме табл. 1.6.

Таблица 1.6

№ п/п	Наименование операций и приемов	Единица измерения	Затраты труда на элемент (операцию), чел.-мин	Коэффициент перехода к процессу (работе)	Проектируемые затраты труда на процесс (работу)
1	Открытие замка	Замок	0,5	4	2,0

Коэффициент перехода в формуле (1.5) отражает количество повторов рассматриваемого элемента (операции) оцениваемого процесса или работы при их выполнении. Например, при распалубке изделий необходимо раскрывать замки формы. Затраты времени на открытие одного замка составили в среднем 0,5 мин, а чтобы открыть все 4 замка потребуется: $0,5 \cdot 4 = 2,0$ мин, т. е. в этом случае: $K_i = 4$. Этот простейший пример иллюстрирует общий подход к оценке фактической ситуации с определением величины коэффициентов

перехода в каждом конкретном случае расчета затрат труда (времени выполнения) на оперативную работу.

Норма времени. Полную величину нормы затрат труда ($H_{вр}$) определяют по формуле:

$$H_{вр} = H_{оп} \cdot 100 / (100 - H_{пзр} - H_o - H_{тп}), \text{ чел.-мин}, \quad (1.6)$$

где $H_{оп}$ – затраты труда на оперативную работу, чел.-мин;

$H_{пзр}$ – норматив на подготовительно-заключительную работу, % от нормы затрат труда (табл. 1.7);

H_o – проектная величина затрат на отдых, % от нормы затрат труда (табл. 1.8);

$H_{тп}$ – проектная величина технологических перерывов, % от нормы затрат труда.

При необходимости перевода размерности времени в чел.-часы используют коэффициент перевода от чел.-мин в чел.-ч, равный 60.

Таблица 1.7

Нормативы времени на подготовительно-заключительную работу

№ п/п	Виды работ	Нормативы, % от нормы затрат труда
1	Арматурные (установка)	6
2	Арматурные (заготовка)	3
3	Формование изделий	6
4	Транспортные	1

Таблица 1.8

Нормативы времени на отдых и личные надобности

№ п/п	Виды работ	Нормативы, % от нормы затрат труда *
1	2	3
<i>Арматурные</i>		
1	Установка и сборка тяжелых пространственных каркасов с помощью крана	10
2	Сборка и установка вручную простых арматурных сеток и плоских каркасов весом до 100 кг; резка и гнутье арматурной стали на приводных станках; сортировка арматурной стали по длине и диаметрам и пр.	12

1	2	3
<i>Бетонные</i>		
3	Укладка бетонной смеси с уплотнением вибраторами	15
4	Изготовление бетонных и железобетонных изделий с уплотнением на виброплощадках	10
5	Приемка бетонной смеси из транспортных средств, перегрузка ее	12

* При отлии работ от приведенных принимают нормативы в пределах 10...15 % (при больших значениях для ручных операций).

Норма выработки ($H_{\text{выр}}$) характеризуется количеством продукции, которое должно быть изготовлено за единицу рабочего времени (смену, сутки и пр.) в условиях рациональной организации труда и производства, и представляет собой величину, обратную норме времени:

$$H_{\text{выр}} = T_{\text{см}} / H_{\text{вр}}, \text{ шт. (м}^3\text{)}, \quad (1.7)$$

где $T_{\text{см}}$ – длительность рабочей смены (мин).

Между изменениями нормы времени и нормы выработки существуют следующие соотношения:

$$a = 100 \cdot b / 100 - b, \%, \quad (1.8)$$

$$b = 100 \cdot a / 100 + a, \%, \quad (1.9)$$

где a – процент увеличения нормы выработки;

b – процент уменьшения нормы времени.

С учебной целью при освоении методики определения норм времени все расчеты производят в двух вариантах: при существующих организационно-технологических условиях и при рационализации работ с целью снижения затрат времени. Сравнивая полученные данные норм времени и норм выработки, делают вывод о наличии возможных резервов роста производительности труда.

Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

При выполнении лабораторной работы в натурных условиях за группой студентов закрепляются посты по изготовлению изделий для проведения хронометражных замеров. В лабораторных условиях студент получает перечень операций и приемов с указанием условий работы и перечнем результатов замеров (хронометражным рядом).

При выполнении работы в натурных условиях студент производит группу замеров согласно методическим указаниям. Обработка хронометражного ряда производится в такой же последовательности:

Определяют коэффициент устойчивости ряда.

1. Рассчитывают предельные значения грубоошибочных замеров. Коэффициент «К» определяется по табл. 1.3.

2. Отбрасывают замеры, значения которых выходят за пределы $Z_{\max}$ и $Z_{\min}$:

3. $Z_i < Z_{\min}$, $Z_j > Z_{\max}$.

4. Определяют $Z_{\text{ср}}$. Если $K_p > 1,3$, требуется дополнительная очистка ряда.

5. Определяют величину относительной средней квадратической ошибки арифметической середины.

6. Определяют затраты труда на оперативную работу по изготовлению единицы изделия.

7. Определяют полную норму затрат труда на выполняемую работу (или их совокупности) при изготовлении изделия.

8. Определяют норму выработки и процент снижения нормы времени и увеличения нормы выработки при совершенствовании работ.

9. Анализируют результаты расчетов и оформляют отчет по работе.

Лабораторная работа № 2

РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РАБОЧИХ И ЗАКРЫТИЕ НАРЯДОВ

Цель работы: приобретение студентами практических навыков начисления заработной платы бригады и ее членов (исполнителей) и оформления нарядов (задание на работы и их выполнение, включая табель рабочего времени).

Методические указания

Заработная плата представляет собой часть общественного продукта, идущего на личное потребление работников и распределяемого в соответствии с количеством и качеством затраченного ими труда. Основу организации заработной платы на предприятии составляют: тарифная система, формы и системы оплаты труда рабочих, инженерно-технических работников и служащих.

Тарифная система представляет собой совокупность директивных и нормативных данных, основными элементами которой являются тарифные ставки, тарифные сетки и тарифно-квалификационные справочники.

В тарифной сетке, предназначенной для тарификации различных работ, даны все тарифные разряды и соответствующие им тарифные коэффициенты. Каждому разряду, присваиваемому рабочему в зависимости от его квалификации, соответствует определенная тарифная ставка, нарастающая от разряда к разряду.

Тарифно-квалификационный справочник представляет собой перечень квалификационных характеристик работ для каждой профессии и определенного тарифного разряда. Рабочий, которому присваивается какой-то тарифный разряд, должен уметь выполнить комплекс работ, предусмотренный этим разрядом и изложенный в тарифно-квалификационном справочнике. По мере совершенствования технологии и организации труда справочник дополняется и пересматривается.

В промышленности строительных изделий применяются две основные формы оплаты труда: сдельная и повременная, с широким внедрением премирования за качественное выполнение работ, своевременное выполнение и перевыполнение плановых заданий, освоение новой техники, технологических приемов и др.

Преобладающей формой оплаты труда является сдельная, наиболее полно контролирующая количество и качество труда.

Сдельная оплата труда организационно подразделяется на индивидуальную и коллективную.

Заработная плата рабочего за расчетный период ($З_{\phi}$) при индивидуальной прямой сдельной оплате труда определяется как:

$$З_{\phi} = P \cdot V_{\phi}, \quad (2.1)$$

где V_{ϕ} – фактическая выработка продукции рабочим;

$P_{сд}$ – индивидуальная сдельная расценка, определяемая по формуле:

$$P_{сд} = C_p / H_{вр}, \quad (2.2)$$

где C_p – дневная (сменная) тарифная ставка нормируемого разряда работы;

$H_{вр}$ – норма времени на единицу продукции.

Бригадная заработная плата за работу, имеющую единую расценку, равна:

$$З_{\phi,бр} = P_{бр} \cdot V_{\phi,бр}, \quad (2.3)$$

где $V_{\phi,бр}$ – фактическая выработка бригадной продукции за расчетный период;

$P_{бр}$ – бригадная расценка за единицу продукции.

При *сдельно-премиальной системе* оплаты труда заработок рабочего (бригады) определяют по формуле:

$$З_{сд,пр} = З_{\phi} + D_{прем}, \quad (2.4)$$

где $D_{прем}$ – размер премиальной доплаты к прямому сдельному заработку: $D_{прем} = З_{сд} \cdot K_{прем} \cdot K_{перев}$, где $K_{прем}$ – установленный коэффициент премиальной доплаты за каждый процент перевыполнения норм выработки $K_{перев}$.

При *сдельно-прогрессивной оплате* труда заработок рабочего (бригады) определяют по формуле:

$$З_{сд,прогр.} = P_{сд} \cdot V_{\phi(бр)} + P_{сд1} \cdot (V_{\phi(бр)} - V_{пл}), \quad (2.5)$$

где $P_{сд1}$ – повышенная сдельная расценка за продукцию, изготовленную сверх планового объема $V_{пл}$.

При *повременной оплате труда* заработная плата рабочего за проработанное время:

$$Z_{\phi} = C_{\phi} \cdot T_{\phi}, \quad (2.6)$$

где T_{ϕ} – фактически отработанное время за расчетный период;

C_{ϕ} – часовая тарифная ставка нормируемого разряда работы.

При *повременно-премиальной оплате труда* суммируется процент премиальной доплаты к повременному тарифу рабочего.

Распределение заработной платы бригады между входящими в ее состав рабочими можно производить:

а) по коэффициенту фактически начисленной заработной платы по сдельным расценкам на 1 руб. заработной платы по тарифу:

$$K_{\phi} = Z_{\phi, \text{начисл.бр.}} / Z_{\text{тариф.бр.}}, \quad (2.7)$$

где $Z_{\phi, \text{начисл.бр.}}$ – фактически начисленная по сдельным расценкам бригадная зарплата;

$Z_{\text{тариф.бр.}}$ – зарплата бригады по тарифным ставкам за это же время; тогда зарплата i -го рабочего бригады:

$$Z_{\text{раб.}} = Z_{\text{тариф.раб.}} \cdot K_{\phi}, \quad (2.8)$$

где $Z_{\text{тариф.раб.}}$ – зарплата данного рабочего за вычисляемый отрезок времени по тарифной ставке;

б) методом коэффициенто-часов:

– определяется сумма коэффициенто-часов бригады по формуле:

$$\sum K_{\phi\text{ч}} = K_{T1} \cdot T_1 + K_{T2} \cdot T_2 + \dots + K_{Tn} \cdot T_n = \sum_{i=1}^n K_{mi} \cdot T_i, \quad (2.9)$$

где $K_{T1}, K_{T2}, \dots, K_{Tn}$ – тарифные коэффициенты рабочих, входящих в состав бригады;

$T_1, T_2, \dots, T_n$ – время, отработанное каждым рабочим бригады, ч;

– определяется размер оплаты одного коэфффициенто-часа:

$$O_{\text{кч}} = Z_{\text{ф.начисл.бр.}} / \sum K_{\text{фч}}; \quad (2.10)$$

– определяется заработная плата рабочих по формуле:

$$Z_{i \text{ раб.}} = K_{Ti} \cdot T_i \cdot O_{\text{кч}}; \quad (2.11)$$

в) методом исчисления процента сдельного приработка бригады:

– определяется бригадная заработная плата по тарифу:

$$Z_{\text{тар.бр.}} = C_{\text{ч1}} \cdot T_1 + C_{\text{ч2}} \cdot T_2 + C_{\text{чn}} \cdot T_n = \sum_{i=1}^n C_{\text{чи}} \cdot T_i, \quad (2.12)$$

где $C_{\text{ч1}}, C_{\text{ч2}}, \dots, C_{\text{чn}}$ – часовые тарифные ставки рабочих, входящих в состав бригады;

$T_1, T_2, \dots, T_n$ – время, отработанное каждым рабочим, ч;

– определяется процент сдельного приработка по формуле:

$$П_{\text{с.пр.}} = (Z_{\text{ф.начисл.бр.}} - Z_{\text{тар.бр.}} / Z_{\text{тар.бр.}}) \cdot 100 \%; \quad (2.13)$$

– определяется заработная плата рабочих по формуле:

$$Z_{i \text{ раб.}} = Z_{\text{тар.и}} \cdot (П_{\text{с.пр.}} / 100), \quad (2.14)$$

где $Z_{\text{тар.и}} = C_{\text{чи}} \cdot T_i$ – заработная плата одного рабочего по тарифной ставке соответствующего разряда.

Содержание и порядок выполнения работы

При выполнении лабораторной работы в функции студента входит:

1. Оформление необходимой документации в форме наряд-задания на работы и результаты их выполнения для начисления заработной платы бригады, а также табель учета рабочего времени.

2. Определение заработной платы бригады по заданному варианту ее начисления.

3. Распределение заработной платы между членами бригады с учетом принятой (заданной) формы оплаты труда.

Анализируют результаты расчетов и оформляют отчет по работе.

До начала работы студенту выдается типовой бланк наряд-задания. В титульной части наряда указывают название цеха, профессию и фамилию бригадира, форму оплаты труда, сроки начала и окончания работ. Затем дают описание работ, которые бригада должна выполнить с обоснованием норм времени и расценок единицы измерения.

В разделе «Задание» указывается количество работ, которое бригада должна сделать по плану, норма времени и расценка на единицу работы. После окончания работ (или месяца) наряд закрывают, для чего в разделе «Исполнение» представляют объем фактически выполненных работ, которые даются студенту по заданию преподавателем, подсчитывают их трудоемкость и сумму заработной платы как произведение фактически выполненных работ на норму времени и расценку. Затем подсчитывают сумму трудоемкости и затраты времени по всем работам и проставляют их в итогах.

На оборотной стороне наряда в таблице отработанного времени проставляется количество рабочих (фамилия, имя и отчество), указывается их квалификация (разряд) и количество отработанных часов (по табелю), затем определяют процент выполнения норм выработки как частное от деления количества чел.-ч по норме на фактически выполненный объем работ и на фактически отработанное всеми рабочими время.

Количество рабочих, их разряды, отработанное время и особые условия труда студент принимает по заданию преподавателя. После этого рассчитывается зарплата каждого рабочего в бригаде. Расчет, например, производят по коэффициенту приработка (табл. 2.1) или методом коэффициента часов (табл. 2.2), либо путем приведения заработной платы к I разряду тарифной ставки (тарифные ставки приведены в табл. 2.3).

Таблица 2.1

Расчет заработной платы по коэффициенту приработка

Фамилия, имя и отчество (табельный номер)	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Количество отработанных часов	Тарифный фонд заработной платы, руб.	Коэффициент приработка	Зарплата
1	2	3	4	5	6	7

Таблица 2.2

Расчет заработной платы методом коэффициентов-часов

Фамилия, имя и отчество (табельный номер)	Разряд	Тарифный коэффициент	Количество отработанных часов рабочего	Количество коэффициента часов рабочего	Зарплата
1	2	3	4	5	6

Таблица 2.3

Часовые тарифные ставки рабочих

Разряд	Часовая тарифная ставка (руб./чел.-час)	
	Тяжелые и вредные условия труда	Нормальные условия труда
I	Увеличивается от 0,1 до 0,25 % от тарифной ставки I-го разряда по результатам аттестации рабочих мест	7,19
II		7,80
III		8,53
IV		9,62
V		11,08
VI		12,91

В соответствии с единой тарифной сеткой работников производственных отраслей экономики Республики Беларусь, оплата труда рабочих на работах с нормальными условиями труда производится по восьми тарифным разрядам, с I до VIII. Величина тарифных коэффициентов, принятых на предприятии, взятом в качестве примера, в соответствии с тарифными ставками табл. 2.3:

I разряда – 1,00; V разряда – 1,54;
 II разряда – 1,08; VI разряда – 1,80;
 III разряда – 1,19; VII разряда – 1,92;
 IV разряда – 1,34; VIII разряда – 2,05;

Для определения тарифной заработной платы тарифный коэффициент умножается на ставку первого разряда, действующую на предприятии на момент начисления заработной платы.

Лабораторная работа № 3

РАСЧЕТ ГРУЗООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ И ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ГРУЗОПОТОКОВ

Цель работы: приобретение обучаемыми практических навыков планирования грузооборота предприятия, расчета требуемого количества транспортных средств разных видов для поставок исходных материалов, комплектующих и вывоза готовой продукции, а также построения рациональной схемы движения транспортных средств при обеспечении работы предприятия.

Методические указания

Планирование грузооборота предприятия и разработка схемы грузопотоков по его территории базируется на определенной в процессе проектирования потребности в материалах для бетона (железобетона), арматурной стали, в комплектующих и вспомогательных материалах для изготовления планируемых к выпуску изделий и их вывозу с территории завода (включая вывоз товарного бетона) и взаимоувязывается с проектным решением генерального плана предприятия.

На основании расчетных данных о составе бетона, расходе его компонентов, степени и схем армирования, вида и особенностей комплектующих для производимых изделий, расхода смазки и потребности в химических добавках и т. д. определяются суточный, месячный и годовой грузообороты предприятия.

Определяются поставщики материалов и расстояния транспортирования грузов и на этом основании принимается вид транспортных средств.

С учетом дальности транспортирования, возможных помех и сбоев в организации перевозок в расчет вводят поправочный коэффициент неравномерности поставок: $K_{\text{нер}} = 1,0 \dots 1,3$, доли ед., при больших значениях для транспортирования груза из-за пределов Беларуси, и $K_{\text{нер}} = 1,0 \dots 1,2$ по ее территории (рекомендуется $K_{\text{нер}} = 1,0 \dots 1,1$ доли ед.)

С использованием коэффициента неравномерности поставок (путем умножения требуемого грузооборота на $K_{\text{нер}}$) определяют фактический расчетный грузооборот по всем видам перемещаемых грузов:

– для железнодорожного транспорта объем перевозок в течение месяца;

– для автомобильного транспорта объем перевозок в течение суток.

Для принятого типа (марки) транспортных средств – железнодорожных платформ, вагонов, специальных средств или типажа автомобильного транспорта – определяется его фактическая грузоподъемность с учетом коэффициента использования грузоподъемности $K_{исп}$, доли ед. Величина этого коэффициента $K_{исп} \leq 1,0$ доли ед., принимается в зависимости от типа, свойств и особенностей перевозимого груза. Например, при перевозке исходной стальной арматуры степень загрузки может быть соответствующей номинальной грузоподъемности транспортного средства, т. е. $K_{исп} = 1,0$ доли ед. А при перевозке изделий из стальной арматуры (например, объемных каркасов) этот коэффициент может быть значительно меньше единицы.

При определении данного поправочного коэффициента следует учитывать специфику транспортирования конкретного груза. Не рекомендуется принимать $K_{исп} > 0,9$ доли ед., если определение его реального значения не представляется возможным.

Установив фактическую грузоподъемность единицы транспортного средства ($G_{ф.т.}$) определяют потребность в них с учетом фактического (расчетного) объема перевозимого груза.

Для железнодорожного транспорта определяют месячную потребность ($n_{ж/д}$, шт.) в единицах транспортных средств $n_{ж/д} = Q_{мес}^{\Phi} / G_{ф.ж/д}^{\Phi}$, а затем распределяют их с учетом равномерности поставок груза в течение месяца. Для этого, используя данные генерального плана предприятия о длине разгрузочного пути приемного отделения складов цемента, заполнителей, арматуры и т. д., определяют количество вагонов (платформ в одной подаче). То есть их количество, которое можно одновременно подать на территорию предприятия для выгрузки с учетом, например, того, что одна 4-осная ж/д платформа (вагон) номинальной грузоподъемности 60...72 т в сцепке имеет длину ~ 14,5 метров. С учетом принятого количества единиц транспортных средств в одной подаче определяют количество подач в месяц.

Для расчета количества автомобильного транспорта вначале определяют производительность принятого типа (марки) автотранспорта за одну рабочую смену по зависимости:

$$P_{\text{авто-см}} = G_{\phi} \cdot n_{\text{рейс}}, \quad (3.1)$$

где G_{ϕ} – фактическая грузоподъемность транспортной единицы, т;

$n_{\text{рейс}}$ – количество рейсов за рабочую смену, ед.

Количество рейсов за рабочую смену ($t_{\text{см}}$, час) равно:

$$n_{\text{рейс}} = t_{\text{см}} / t_{\text{рейса}}, \text{ рейсов}, \quad (3.2)$$

где

$$t_{\text{рейса}} = t_{\text{загр}} + 2t_{\text{тр}} + t_{\text{выгр}}, \text{ час}, \quad (3.3)$$

при $t_{\text{загр}}$ – времени разгрузки, час;

$t_{\text{выгр}}$ – времени выгрузки;

$t_{\text{тр}} = l_{\text{тр}} / v_{\text{тр}}$, час, где $l_{\text{тр}}$ – расстоянию транспортирования груза, км;

$v_{\text{тр}}$ – скорости транспортирования груза, принимаемой $v_{\text{тр}} = 30$ км/час для дорог с твердым (жестким) покрытием и $v_{\text{тр}} = 15$ км/час для дорог с мягким покрытием.

Определив производительность автотранспортного средства за смену, рассчитывают требуемое количество машиносмен для транспортировки соответствующего фактического суточного грузооборота ($Q_{\text{сут}}^{\phi}$, т) с учетом производительности автомашин, то есть:

$$n_{\text{м-см}} = Q_{\text{сут}}^{\phi} / P_{\text{авто-см}}, \quad (3.4)$$

Далее распределяют необходимое количество автомашин по рабочим сменам. Базовым является 2-сменный режим работы; допускается (при необходимости) планировать работу автомобильного транспорта в 3 смены.

Работа железнодорожного транспорта планируется и осуществляется круглосуточно.

Все данные расчета грузооборота предприятия сводятся в табл. 3.1.

Схема грузопотоков – это графическое изображение пути следования (перемещения) всех задействованных в производственном процессе видов транспортных средств, нанесенное на контурное (без нанесения озеленения территории) изображение генерального плана (рис. 11.1, см. лекционный курс) предприятия в масштабе, соответствующем общему грузообороту конкретного вида груза (рис. 11.2, см. лекционный курс).

Данные о грузообороте предприятия

№ п/п	Наименование груза		Откуда и расстояние транспортирования, км		Грузооборот, т			Коэффициент неравномерности поставок, $K_{нпр}$, доли ед.		Фактический грузооборот, с учетом $K_{нпр}$		Тип (марка) и номинальная грузоподъемность транспортных средств, т		Коэффициент использования грузоподъемности, $K_{исп}$, доли ед.		Фактическая грузоподъемность единицы транспортного средства с учетом $K_{исп}$, т		Потребность в ж/д транспорте (на месяц)			Производительность автомашин за смену, т		Требуемое количество автомашин-смен в сутки		Расчет потребности в автотранспорте (на сутки)			Распределение машин по сменам								
	годовой			месячный (для ж/д тр-та)		за сутки (для авто-транспорта)		Грузооборот, т		Коэффициент неравномерности поставок, $K_{нпр}$, доли ед.		Фактический грузооборот, с учетом $K_{нпр}$		Тип (марка) и номинальная грузоподъемность транспортных средств, т		Коэффициент использования грузоподъемности, $K_{исп}$, доли ед.		Фактическая грузоподъемность единицы транспортного средства с учетом $K_{исп}$, т		Требуемое количество единиц			Требуемое количество единиц в одной подаче		Число подач в месяц		Требуемое количество автомашин за смену, т		Требуемое количество автомашин-смен в сутки		Расчет потребности в автотранспорте (на сутки)			Распределение машин по сменам		
																				Требуемое количество единиц			Требуемое количество единиц в одной подаче		Число подач в месяц											
1	Завоз грузов на предприятие																																			
2	Внутрицеховое транспортирование (при необходимости)																																			
3	Вывоз готовой продукции																																			

На схеме грузопотоков изображают данные о завозе грузов на территорию предприятия и вывозе готовой продукции, включая товарный бетон.

Внутрицеховые перевозки, как правило, отображаются в части, относящейся к подаче материалов для бетона, перемещению арматуры, смазки, химических добавок и пр., как продолжение пути перемещения этих грузов извне по территории предприятия.

При необходимости внутрицеховые перевозки могут отображаться на общей схеме в дополнение к основным грузопотокам.

Масштаб грузопотока отражается шириной графика с условным обозначением перемещаемого груза. Проектировщик выбирает единицу расчета, например, тоннаж годового грузооборота при поставке цемента и относительно этой расчетной единицы определяет и наносит на схему другие перемещаемые грузы (материалы, комплектующие и пр.). Таким же образом осуществляется расчет и графическое отображение вывоза готовой продукции, с распределением объемов вывоза между задействованными видами транспорта (автомобильным или железнодорожным).

Важнейшим требованием к организации грузооборота и разрабатываемой схеме грузопотоков является минимизация (по возможности – исключение) пересечений и противотоков направлений перемещения грузов.

Общим правилом построения грузопотоков является непрерывность графиков, отображающих направления перемещения грузов в логической последовательности осуществления производственного процесса: доставка материалов – хранение – подача на БСУ и в арматурный цех (в цеха (участки) подготовки комплектующих и др.) – подача бетонной смеси, арматуры, комплектующих в формовочные цехи. Отражение работы формовочных цехов на схеме грузопотоков выполняется в виде пульсирующего (прерывистого) графика, означающего, что в них идет производственный процесс переработки полуфабрикатов в готовую продукцию на этой части графиков (их масштаб, отражает объем производимой продукции в пролетах) условное обозначение должно соответствовать принятому условному обозначению железобетона (затвердевшего бетона, если производятся бетонные изделия).

Завершающим элементом схемы грузопотоков является отражение подачи готовой продукции на склад и направление (с учетом объема) ее отправки потребителю.

Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

Исходным материалом для выполнения лабораторной работы являются выдаваемое преподавателем задание, включающее производительность (годовую) предприятия, потребность в ряде основных материалов для бетона (железобетона) видах производимой продукции, макет-эскиз генерального плана предприятия и пр.

На основании указанных материалов и методических указаний к работе определяются годовая, месячная (для ж/д транспорта), суточный (для автотранспорта) грузооборот с учетом дальности и особенностей транспортирования (коэффициента неравномерности поставок).

Затем принимается вид и типаж транспортных средств, определяются их технические характеристики и определяется фактическая грузоподъемность единиц техники с учетом вида перевозимого груза и коэффициента использования грузоподъемности.

Далее оценивается производительность единиц техники:

- для железнодорожного транспорта расчет количества подач (поставок) осуществляют для обеспечения месячного грузооборота с учетом фактической грузоподъемности и количества транспортных единиц (вагонов, платформ) в одной подаче;

- для автомобильного транспорта расчет требуемого количества машино-смен (и единиц машин в смену) ведут с учетом производительности машины, установленной для 8-часовой смены по количеству рейсов и фактической грузоподъемности (с учетом расстояния транспортирования, скорости движения, времени погрузочно-разгрузочных работ).

Все расчетные данные сводят в табличную форму, включая разделы доставки материалов и комплектующих на предприятие и вывоза готовой продукции (с учетом вывоза товарного бетона). Межцеховые перевозки в табличной форме, как правило, не отражают; они отражаются на схеме грузопотоков.

На основании расчетных данных грузооборота предприятия разрабатывают схему грузопотоков, нанося ее графически (в виде условных обозначений и принятого масштаба – ширине отображаемого «потока») в соответствии с ранее приведенными методическими указаниями.

Анализируют полученные данные, оформляют материал работы.

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы: освоение методики разработки плана технического обслуживания технологического оборудования для обеспечения бесперебойной работы производственных линий.

Методические указания

Обеспечение бесперебойной работы технологического оборудования (бетоноукладчиков (раздатчиков), виброплощадок, центрифуг, кранов и др.) является обязательным и необходимым условием функционирования производственных линий.

Для этого необходимо четкое планирование и хорошо организованная реализация системы планово-предупредительных ремонтов. Основу системы составляет годовой план-график технического обслуживания и ремонта оборудования, который формирует служба главного механика предприятия. Организация же ремонтных служб, определение трудозатрат, продолжительности ремонтов и необходимого количества рабочих базируется на нормативах единой системы планово-предупредительного ремонта (ЕСППР) и, в частности, на «Положении о планово-предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования», а также данных паспорта используемого оборудования о моторесурсе и ремонтной сложности каждого его вида.

С использованием указанных источников разрабатывается (в форме табл. 4.1) упрощенная система планово-предупредительных ремонтов для основных видов технологического оборудования: бетоноукладчиков, формовочных машин, виброплощадок, мостовых кранов и др.

Таблица 4.1

Периодичность и трудоемкость ремонтов основного оборудования

№ п/п	Вид оборудования	Ремонтная сложность, ед.		Работа оборудования		Периодичность ремонтов и технического обслуживания, мес.			Кол-во ремонтов и техничес- ких обслу- живаний за цикл, раз		Трудоемкость ремонтов и технического обслу- живания, чел.-дн.			
		Меха- ничес- кая часть	Элект- ротех- ничес- кая часть	Кол-во смен	Отра- ботано за сме- ну, ч	К	Т	ТО	К	Т*	ТО**	К	Т	ТО
1	Бетоноуклад- чик СМЖ-71	10	14	2	5,5	36	12	1	1	2	33	71	15,5	1,8

*Учтено, что при n_r – числе периодов между началом эксплуатации и капитальным ремонтом, количество технических (средних) ремонтов будет равно $n_r - 1$, раз;

**учтено, что при n_{ro} – числе периодов между техническими (средними) ремонтами, количество технических обслуживаний будет равно $n_{ro} - 1$, раз.

Расчет периодичности капитального (К), текущего (Т) ремонтов и технического обслуживания (ТО) оборудования производят, исходя из моторесурса межремонтных циклов данного вида оборудования, который приводится в паспорте машины (оборудования), и фактического времени ее работы (t_{ϕ} , мото-час). В паспорте машины указывается моторесурс до капитального ремонта $N_{кр}$, а также может быть указана (в мото-часах или количественно) периодичность технических ремонтов ($N_{тр}$, мото-час, или $n_{тр}$, ремонтов) и технических обслуживании ($N_{то}$, мото-час, или $n_{то}$, обслуживаний).

По данным пооперационного графика или по циклограмме работы оборудования определяется фактическое время работы машины (t_{ϕ} , мото-час) за смену, сутки, месяц, год и, соответственно, рассчитывается и оформляется в виде табл. 4.1 периодичность ремонтов (продолжительность межремонтных циклов), которая устанавливается по зависимостям:

– для капитального ремонта:

$$t_k(K) = \frac{N_{кр}}{t_{\phi}}, \text{ год (мес.);} \quad (4.1)$$

– для технических ремонтов:

$$t_{тр}(T) = \frac{N_{тр}}{t_{\phi}}, \text{ мес.,} \quad (4.2)$$

или

$$t_{тр} = \frac{t_k(K)}{n_{тр}}, \text{ мес.;} \quad (4.3)$$

– для технических обслуживаний:

$$t_{то}(TO) = \frac{N_{то}}{t_{\phi(\text{за мес. (сут.)})}}, \text{ мес. (сут.),} \quad (4.4)$$

или

$$t_{то}(TO) = \frac{t_{тр}}{n_{то}}, \text{ мес.} \quad (4.5)$$

Формулы (4.3) и (4.5) используют в случае, если в паспорте машины указан не моторесурс межремонтных циклов, а количество текущих ремонтов на период до капитального ремонта и количество технических обслуживаний на период между текущими ремонтами.

Например, (табл. 4.1) моторесурс бетоноукладчика СМЖ-71 на период работы до капитального ремонта составляет $N_{кр} = 8400$ мото-часов, т. е. соответствует условному времени непрерывной работы в 8400 часов; периодичность текущих (средних) ремонтов составляет не более 3000 мото-часов работы, но не реже 1 раза в год; периодичность технических обслуживаний между текущими (средними) ремонтами – но не реже 1 раза в месяц.

По данным пооперационного графика изготовления выпускаемых на рассматриваемой технологической линии (либо по циклограмме работы оборудования проекта – эти данные должны быть равны между собой при верно выполненных расчетах) изделий определено, что за рабочую (8 ч) смену указанный бетоноукладчик отрабатывает 5,5 ч.

С учетом 2-сменной работы предприятия и 253 рабочих дней в году (например, для агрегатно-поточной линии) в течение года данный бетоноукладчик отрабатывает: $5,5 \cdot 2 \cdot 253 = 2783$ мото-часов.

С учетом времени моторесурса бетоноукладчика СМЖ-71 ($N_{кр} = 8400$ мото-часов) и его годовой загрузки период до капитального ремонта составит $t_k = 8400 : 2783 \approx 3,02$ года, или ≈ 36 месяцев.

Исходя из 36-месячного периода до капитального ремонта периодичность технических (или средних) ремонтов составит 12 месяцев (при 2-х ремонтах) и технических обслуживаний – 1 месяц (при 33 обслуживаниях).

Трудоемкость и продолжительность ремонтов оборудования зависит от его ремонтной сложности. Одна единица ремонтной сложности оборудования предприятий стройиндустрии согласно «Положению о ППР», принята равной 40 чел.-ч для механической части и 12 чел.-ч – для электротехнической части, отнесенным к IV разряду тарифной сетки сдельщика. В соответствии с Положением о ППС соотношение между трудоемкостью капитального, текущего ремонтов и технического обслуживания равно:

– для механической части:

$$K : T : TO = 1 : 0,25 : 0,025, \text{ доли ед.,} \quad (4.6)$$

– для электротехнической части:

$$K : T : TO = 1 : 0,141 : 0,025, \text{ доли ед.} \quad (4.7)$$

Исходя из этого, определяется трудоемкость ремонтов. Например, для бетоноукладчика с ремонтной сложностью мехчасти в 10 ед. и электротехнической – 14 ед., (табл. 4.1) трудоемкость по видам ремонта и в сумме будет равна:

$$H_k = 10 \cdot 40 + 14 \cdot 12 = 568 \text{ чел.-час};$$

$$H_T = 10 \cdot 0,25 \cdot 40 + 14 \cdot 0,141 \cdot 12 = 123,7 \text{ чел.-час};$$

$$H_{TO} = 10 \cdot 0,025 \cdot 40 + 14 \cdot 0,025 \cdot 12 = 14,2 \text{ чел.-час},$$

или в человеко-днях:

$$H_k = 568 : 8 = 71 \text{ чел.-день};$$

$$H_T = 123,7 : 8 = 15,5 \text{ чел.-дня};$$

$$H_{TO} = 14,2 : 8 = 1,8 \text{ чел.-дня}.$$

На основании установленной расчетом трудоемкости (отдельно механических и электротехнических работ) ремонтов, количества оборудования и нормативных сроков его остановки на ремонт и обслуживание формируется ремонтная служба завода. В курсовой работе по дисциплине, а в последующем – в дипломном проекте, необходимо определить количество дежурных слесарей и электриков для обслуживания оборудования между ремонтами, исходя из нормативной загрузки их в условных единицах ремонтной сложности: один слесарь на количество оборудования, соответствующее 700 ед. механической части и один электрик на количество оборудования, соответствующее 700 единицам его электротехнической части.

В соответствии с «Положением о планово-предупредительном ремонте» выявляют суммарную ремонтную сложность оборудования цеха и принимают необходимое количество рабочих для его обслуживания. Согласуют полученный результат с приближенным расчетом потребности во вспомогательных рабочих, как 25...30 % от численности основных.

Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

Исходным материалом для выполнения лабораторной работы являются данные пооперационных графиков технологических процессов, циклограмм работы технологического оборудования, паспортные данные и характеристики рассматриваемых видов оборудования, нормативные данные о планово-предупредительном ремонте оборудования заводов строительной индустрии и задание для расчетов, выдаваемое преподавателем.

По заданию преподавателя определяют виды оборудования для разработки графика технического обслуживания на период до капитального ремонта.

По паспортным данным (либо по заданию преподавателя) устанавливают моторесурс каждого вида рассматриваемого оборудования на период до капитального ремонта.

По данным пооперационных графиков изготовления изделий и (или) по данным циклограммы работы технологического оборудования устанавливают фактически отработанное время данным видом оборудования за рассматриваемый период времени.

По данным «Положения о планово-предупредительном ремонте оборудования», расчетным данным о времени его работы и паспортным данным о моторесурсе до капитального ремонта определяют:

- период времени до капитального ремонта;
- период времени межремонтных циклов технического (среднего) ремонта и их количество за период до капремонта;
- период времени между техническими обслуживаниями оборудования и их количестве в межремонтном цикле технических (средних) ремонтов и в целом до капремонта.

На основании данных о ремонтной сложности механической и электрической частей рассматриваемого оборудования и соотношении трудовых затрат на ведение обслуживаний и ремонтов определяют трудовые затраты и время, необходимое на их осуществление.

Оценивают требуемое количество ремонтных рабочих с учетом их нормативной загрузки, рассматривают полученные результаты расчетов как часть работ по обслуживанию всего комплекса оборудования предприятия.

Анализируют полученные результаты, оформляют выполненную работу.

Лабораторная работа № 5

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И ТРУДА

Цель работы: освоение методов операционного контроля качества изделий и овладение методикой расчета коэффициентов качества продукции и труда.

Методические указания

Согласно положениям нормативной документации, в частности ГОСТ 1567, управление качеством продукции – это «установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации или потреблении, осуществляемое путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции».

Полная категория качества продукции не сводится к отдельным видам и параметрам свойств, а выражает целостную характеристику многогранного функционального единства всех существующих свойств объекта, как внешних, так и внутренних. Применительно к продукции в виде изделий из бетона и железобетона, это единство параметров, характеризующих отклонения от внешних размеров, качество поверхности, наличие трещин, отклонение от размещения закладных деталей и т. д., а также отклонения прочности от проектной, снижение требуемых эксплуатационных характеристик: морозо-, коррозионной стойкости, требуемой долговечности и т. д.

Для стабильности качества продукции необходимо системное управление всеми элементами процесса ее изготовления с непрерывным или системно-периодическим контролем всего технологического процесса.

Проверка выполнения технологических операций и приемов в соответствии с технической документацией производственного процесса с целью выпуска продукции принятого уровня качества и удовлетворяющей значениям всех параметров, регламентированных СН, ГОСТом или ТУ на данную продукцию, называется системой операционного контроля.

Система операционного контроля качества включает управление качеством:

- а) параметров уровня знания исполнителей ($\Sigma P_{зн}$);
- б) параметров уровня компетенций (мастерства) исполнителей ($\Sigma_{ма}$);
- в) параметров материально-технического обеспечения производства ($\Sigma_{мт}$);
- г) параметров оснастки и оборудования производственного процесса ($\Sigma P_{оо}$);
- д) параметров готовой продукции [$\Sigma f_n(\Sigma P_i)$];
- е) параметров стимулирования качества ($\Sigma P_{ск}$).

Операционный контроль качества продукции осуществляется во всех подразделениях предприятия, имеющих прямое отношение к качеству продукции и включает следующую основную документацию:

- а) схемы операционного контроля по примерной форме табл. 5.1;
- б) таблицы основных параметров качества продукции согласно действующим СН, ГОСТ, ТУ и т. п. (табл. 5.2);
- в) эскизы (чертежи) продукции с указанием допускаемых нормативными документами отклонений;
- г) основные требования к качеству материалов, полуфабрикатов, конструкций (к заполнителям, бетонной смеси, арматуре и арматурным элементам и т. д.);
- д) основные требования к оснастке и оборудованию (к формам, поддонам, вибростолам, пригрузам, бетоноукладчикам и т. д.);
- е) данные о составе контроля с указанием, что нужно проверять (напряжение в стержнях, прочность бетона, расстояние между упорами, толщину защитного слоя, режим тепловой обработки, очистку форм и т. п.);
- ж) способ контроля (линейный по закону Гука, лабораторный, шаблон, визуальный, автоматизированный и т. п.);
- з) периодичность контроля (сколько раз проводится контроль в партии изделий);
- и) последовательность выполнения контроля (в зависимости от последовательности операций).

Таблица 5.1

Схемы операционного контроля

Номера операций	Наименование операций	Оптимальный состав звена	Ответственный за качество операций	Контроль	
				операционный	инспекционный
1	2	3	4	5	6

Таблица 5.2

Основные параметры качества продукции

№ п/п	Наименование дефекта	Предъявления			
		I	II	III	Брак
1	2	3	4	5	6

Критерием качества готовой продукции является наличие или отсутствие в ней дефектов. Поэтому количественная оценка качества продукции может быть определена по формуле:

$$K = 1 - D, \text{ доли ед.}, \quad (5.1)$$

где D – коэффициент дефектности.

Если изделие полностью соответствует нормативным требованиям, то коэффициент качества K равен единице.

Коэффициент дефектности продукции D показывает «среднестатистическое» количество дефектов, приходящееся на единицу продукции, с учетом их значимости (весомости; см. далее табл. 5.3) и определяется по формуле

$$D = \sum_{i=1}^d b_i \cdot \frac{m_i}{100 \cdot n}, \text{ доли ед.}, \quad (5.2)$$

где b_i – балл значимости i -го дефекта по столбальной шкале;

m_i – количество изделий с i -м дефектом;

d – количество видов дефектов;

n – объем выборки.

Расчет весомости дефектов производят отдельно для каждого вида или группы однотипных изделий пропорционально сумме дополнительных затрат, необходимых для исправления дефектов, либо потерь, вызываемых наличием в изделии неисправимых дефектов (стоимостной метод).

Формула для расчета дополнительных затрат P имеет вид:

$$P_i = Z + M + N, \quad (5.3)$$

где Z – заработная плата на исправление i -го дефекта;

M – стоимость материалов, необходимых для ремонта i -го дефекта;

N – накладные расходы;

Значимость i -го дефекта (b_i) определяется по формуле

$$b_i = P_i \cdot 100 / \sum_{i=1}^a P_i + \eta_i, \text{ баллы}, \quad (5.4)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, d$.

$$\eta_i = G + E_n \cdot K_y, \quad (5.5)$$

где G – себестоимость изделия;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,12$);

K_y – удельные капитальные вложения на производство 1 м³ сборного железобетона.

В табл. 5.3. приведены расчетные данные о значимости дефектов в баллах по некоторым массовым железобетонным изделиям.

Таблица 5.3

№ п/п	Наименование дефектов	Изделия				
		Наружные стеновые панели, несущие и самонесущие	Внутренние стеновые панели, несущие	Колонны	Ригели	Сваи
1	2	3	4	5	6	7
1	Отклонение прочности от проектной	73	80	91	89	47

Окончание табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7
2	Некачественная лицевая поверхность: – раковины и открытые поры; – околы бетона ребер; – местные наплывы и неровности; – местные усадочные трещины; – жировые и ржавые пятна	1 1 2 1 1	3 1 1 1 1	1 1 1 1 –	1 1 1 1 –	5 2 – 8 –
4	Отклонение по толщине защитного слоя	3	6	1	3	17
5	Отклонение от проектных размеров	2	–	–	–	–
6	Обнажение арматуры	2	3	1	–	5
7	Отклонения от проектного положения или пропуск закладных деталей	2	2	3	3	–
8	Смещение осей и отклонения по ширине и высоте проемов	–	1	–	–	–
9	Отклонения по шагу хомутов	–	–	–	–	7

Для оценки качества изделий используют данные выборочного контроля и рекламаций потребителей в оцениваемом периоде.

Объем выборки определяют в зависимости от статистического показателя (доли дефектности) W , равного отношению числа изделий, у которых были обнаружены какие-либо дефекты, к общему числу проверенных изделий (определяется ежеквартально) по табл. 5.4.

Таблица 5.4

Объем выпуска, шт.	Объем выборки (шт.) в зависимости от доли дефектности W								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
≤25	10	14	17	18	19	20	20	21	21
30	11	16	19	20	21	22	23	24	24
40	11	18	22	24	26	28	29	30	31
50	12	20	25	28	31	32	34	35	37
60	13	21	27	30	34	36	38	40	41
70	13	22	28	32	38	41	43	45	47
80	13	23	30	34	39	42	45	47	50
90	13	24	32	36	42	45	49	51	54
100	14	25	32	38	43	47	51	54	57
150	14	26	36	42	50	55	61	65	70
200	15	27	39	46	55	61	68	73	80
300	15	30	41	50	61	68	77	84	92
440	15	30	43	52	64	72	84	90	99
500	15	30	44	54	67	75	86	94	104
600	15	30	44	54	67	77	87	97	108
800	15	30	45	57	71	81	92	103	112
1000	16	31	46	57	71	81	94	104	117
2000	16	32	46	58	73	84	99	110	124
3000	16	32	47	59	74	85	101	112	126
10 000	16	32	48	60	75	87	103	115	130

Продолжение табл. 5.4

Объем выпуска, шт.	Объем выборки (шт.) в зависимости от доли дефектности W								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
≤25	22	23	23	23	24	24	24	24	28
30	24	26	27	27	27	28	28	28	28
40	31	33	35	35	36	36	36	36	36
50	38	40	42	43	44	44	44	44	45
60	42	46	49	50	51	52	52	52	52
70	52	55	56	58	59	59	59	59	59
80	51	57	61	63	65	66	66	66	67
90	56	63	67	70	71	72	73	74	74
100	59	67	72	75	77	78	79	80	80
150	73	76	94	100	103	106	107	109	109
200	84	101	112	120	125	129	132	133	133

Объем выпуска, шт.	Объем выборки (шт.) в зависимости от доли дефектности W								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
300	97	121	138	150	158	164	168	171	171
440	106	135	156	171	183	190	196	199	200
500	112	145	169	188	201	211	217	221	222
600	116	152	179	200	215	226	234	238	240
800	122	169	194	218	237	250	259	265	267
1000	126	169	204	231	251	267	277	284	285
2000	134	185	224	261	288	308	322	330	333
3000	137	191	236	273	302	325	340	350	353
$\geq 10\ 000$	142	200	280	291	325	351	370	381	385

Примечание: заданная точность результатов поверки $P = 0,95$ и предел возможности ошибки $\Delta = 0,05$.

Для проведения сравнительной оценки качеств изготовления j -го изделия необходимо сначала определить текущие показатели качества и дефектности, а затем вычислить соответственно относительные показатели:

$$Q_{jk} = K_j / K_{\delta j}, \quad (5.6)$$

$$Q_{jd} = D_j / D_{\delta j}, \quad (5.7)$$

где $K_{\delta j}$ – значение коэффициента качества в предыдущем периоде выпуска j -го вида продукции при $j = 1, 2, \dots, Z$ (Z – количество видов выпущенной продукции);

$D_{\delta j}$ – значение коэффициента дефектности в предыдущем периоде выпуска j -го вида продукции;

Комплексный показатель качества (индекса качества) разнородной продукции, изготавливаемой каким-либо цехом V_k , и комплексный показатель дефектности V_d определяют по формулам:

$$V_k = \frac{\sum_{j=1}^Z C_j \cdot Q_{jk}}{\sum_{j=1}^Z C_j}, \quad (5.8)$$

$$V_d = \frac{\sum_{j=1}^Z C_j \cdot Q_{jd}}{\sum_{j=1}^Z C_j}, \quad (5.9)$$

где C_j – сумма, на которую выпущено продукции j -го вида в рассматриваемом периоде;

Z – количество видов выпущенной продукции.

Материалы для расчетов индекса качества рекомендуется оформлять в виде табл. 5.5.

Таблица 5.5

Наименование изделий конструкций, J	K_j	$K_{\delta j}$	Фактический выпуск изделий j -го вида в оцениваемом периоде C_j , руб.	Относительный показатель качества Q_{jk}	$C_j \cdot Q_{jk}$	Индекс качества, V_k
1. Сваи забивные*	0,917	0,87	28 000	1,054	29 512	1,05

Примечания:

* Размеры: $300 \times 300 \cdot 7000$, объем $\sim 0,63 \text{ м}^3$ при стоимости $\sim 444 \text{ руб./м}^3$.
Данные для расчета см. далее в табл. 5.8.

Если для m цехов известны индексы $V_{k1}, V_{k2}, \dots, V_{km}$ и соответствующие суммы $C_1, C_2, \dots, C_m$, на которые выпущена продукция каждым цехом, то общий индекс качества продукции по предприятию в целом $V_{k \text{ общ}}$ вычисляется по формуле:

$$V_{k \text{ общ}} = \frac{(C_1 \cdot V_{k1} + C_2 \cdot V_{k2} + \dots + C_m \cdot V_{km})}{(C_1 + C_2 + \dots + C_m)}, \text{ доли ед.} \quad (5.10)$$

Порядок определения (при необходимости) индекса дефектности аналогичен.

Оценка качества труда исполнителей. Оценка качества труда работников предприятия (подразделения) устанавливается в соответствии со средним показателем качества продукции предприятия (подразделения) за оцениваемый период (K) с учетом влияния качества труда отдельного работника и конкретного исполнителя операции на качество конечной продукции предприятия. Численные значения индивидуальных коэффициентов качества определяют по формуле:

$$K_{\text{и}} = K \pm \sum_{i=1}^n B_i \cdot K_j, \text{ доли ед.}, \quad (5.11)$$

где B_i – размер увеличения или снижения коэффициента по i -му показателю;

K_j – фактический уровень качества j -й продукции, выпускаемой на участке;

n – количество показателей, характеризующих уровень качества. Полученные коэффициенты качества труда применяются в качестве расчетных величин при назначении всех типов премий материального поощрения.

Для каждой подсистемы предприятия, всех его подразделений разрабатываются типовые коэффициенты повышения или снижения качества труда.

Типовые коэффициенты повышения (снижения) показателей качества труда рабочих бригады бетонщиков (на примере одного из предприятий г. Минска) представлены в табл. 5.6. и 5.7.

Таблица 5.6

Типовые коэффициенты повышения показателей качества труда рабочих бригады бетонщиков

№ п/п	Производственные и профессиональные достижения	Величина повышения		
		исполнителю	бригаде	участку
1	2	3	4	5
1	Теоретические знания новых приемов труда по выполняемым операциям:			
	а) передовые методы труда, передовой опыт;	0,05	0,01	0,01
	б) собственные разработки улучшения операций;	0,1	0,05	0,01
	в) получение отличных оценок по теории выполняемых операций;	0,05	0,01	0,01
	г) получение отличных оценок по применению вычислительной техники в управлении операциями, звеном, бригадой	0,1	0,05	0,05

Окончание табл. 5.6

1	2	3	4	5
2	Профессиональное мастерство, умение выполнять свои и смежные операции: а) внедрение передовых методов труда, передового опыта; б) внедрение собственных разработок улучшения операций; в) применение вычислительной техники и АСУ в отдельных операциях; г) применение вычислительной техники в повседневной практике управления бригадой; д) получение повышения разряда	0,1 0,15 0,2 0,25 0,2	0,05 0,1 0,1 0,15 0,1	0,02 0,05 0,1 0,15 0,05
3	Сдача в течение недели работ на «отлично»	0,1	0,05	0,01
4	Награждение «Почетной грамотой»	0,1	—	—
5	Рационализаторские предложения; а) за одно внесенное рацпредложение; б) за одно принятое рацпредложение; в) за одно внедренное рацпредложение в операции исполнителя	0,05 0,1 0,2	0,01 0,01 0,1	0,01 0,01 0,05
6	Отличная оценка по чистоте и культуре производства, рабочего места	0,1	0,1	0,02
7	Благодарность по приказу	0,1	—	—
8	Успешная учеба (на курсах, в техникуме, институте)	0,1	0,01	0,01
9	Освоение смежной операции	0,2	0,01	0,01

Таблица 5.7

Типовые коэффициенты снижения показателей качества
труда рабочих бригады

№ п/п	Производственные и профессиональные упущения	Величина снижения за каждый случай		
		испол- нителю	бригаде	участку
1	2	3	4	5
1	Низкое теоретическое знание трудовых приемов по выполненным операциям: а) в течение одной недели; б) в течение месяца	0,1 0,2	0,05 0,05	0,01 0,01

1	2	3	4	5
2	Низкое профессиональное мастерство выполнения порученных приемов труда выполняемых операций: а) в течение одной недели б) в течение месяца	0,1 0,2	0,05 0,05	0,01 0,01
3	Низкое качество продукции (операции): а) на «удовлетворительно» (за неделю); б) брак и переделка (за каждый случай)	0,1 0,2	0,01 0,1	– 0,05
4	Несвоевременное представление фронта работ (за каждый случай)	0,1	0,02	0,01
5	Нарушение трудовой дисциплины и этики поведения: а) опоздание на работу; б) прогул; в) невыполнение распоряжения бригадира; г) появление в общественных местах в нетрезвом виде	0,1 0,2 0,1 0,1	0,01 0,05 0,01 0,01	0,005 0,01 – 0,01
6	Выговор по приказу	0,2	0,05	0,05
7	Неудовлетворительное содержание рабочего места	0,1	0,01	–
8	Неудовлетворительное состояние приспособлений, механизмов, инструмента	0,1	0,01	0,05
9	Порча материальных ценностей	0,2	0,01	–

При практическом освоении материала данного раздела курса исходным материалом являются пооперационные графики технологических процессов изготовления изделий, чертежи изделий с указанием армирования, требования, предъявляемые к изделиям, и технологические регламенты их изготовления.

На основании указанных материалов на первом этапе работы составляют графики операционного контроля качества процесса изготовления изделий. Затем, пользуясь исходными данными по объемам выпуска продукции за рассчитываемый период по отдельным цехам или технологическим линиям (в м³ и тыс. руб.) и доли дефектности за предыдущий период W , определяют количество изделий, которое необходимо подвергнуть проверке в оцениваемом периоде для получения достоверных результатов. Принимают (например, по

заданию преподавателя) количество изделий, имеющих разнообразные дефекты, и производят расчет величины коэффициента качества по форме табл. 5.8.

Таблица 5.8

Пример расчета коэффициентов дефектности
и качества продукции

№ п/п	Наименование изделия	Объем выборки n , шт.	Тип дефекта	Значимость i -го дефекта b_i баллы	Количество изделий с i -м дефектом	$b_i \cdot m_i$, баллы	Коэффициент дефектности D_i^{**} , доли ед.	Коэффициент качества K_j , доли ед.
1	Сваи	67*	Прочность бетона	47	8	376	0,083	0,917
			Околы бетонных ребер	2	14	28		
			Раковины поверхности	5	15	75		
			Местные усадочные трещины	8	10	80		

* При объеме выпуска 100 шт. и $W_{\text{пред.кв}} = 0,15$ (табл. 5.4);

** $D_i = \frac{376 + 28 + 75 + 80}{100 \cdot 67} = 0,083$ доли ед., при суммарном количестве изделий с дефектом – 14 шт.

Принимая значение коэффициента качества за предыдущий период, например, равный $K_{sj} = 0,87$, определяют (см. табл. 5.5) относительный коэффициент качества и индекс качества в целом по предприятию (цеху, технологической линии).

Затем по табл. 5.6 и 5.7 производят определение индивидуальных индексов качества труда рабочих отдельных звеньев бригады, в целом бригады и цеха (технологической линии).

Полученные величины индексов качества труда служат основанием для начисления премии и учитываются при определении заработной платы.

Для расчетов объема выборки в следующем оцениваемом периоде (квартале, месяце) определяют долю дефектности текущего пе-

риода: $W = 14 : 100 \sim 0,14$ доли ед., при суммарном количестве изделий с дефектами – 14 шт., выявленным текущей проверкой.

Анализируя полученные результаты, делают выводы о возможных направлениях деятельности для повышения качества труда, продукции и о значении материального стимулирования в повышении качества труда отдельных работников.

Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

Исходным материалом для выполнения лабораторной работы являются пооперационные графики технологических процессов изготовления изделий, чертежи изделий с указанием армирования, требования, предъявляемые к изделиям, и технологические регламенты на их изготовление.

Указанные материалы студенты подготавливают заранее по заданию преподавателя.

На основании указанных материалов студенты на первом этапе работы составляют графики операционного контроля изделий.

Затем, пользуясь исходными данными по объемам выпуска продукции за рассчитываемый период по отдельным цехам (в м³ и тыс. руб.) и доли дефектности за предыдущий период W , определяют количество изделий, которое необходимо подвергнуть проверке в оцениваемом периоде для получения достоверных результатов.

Принимают (по заданию преподавателя) количество изделий, имеющих разнообразные дефекты, и производят расчет коэффициента качества по форме ранее приведенной табл. 5.8.

Принимая значение коэффициента качества за предыдущий период, равный, например, 0,87, определяют относительный коэффициент качества и индекс качества в целом по предприятию.

Затем по табл. 5.6 и 5.7 производят определение индивидуальных индексов качества труда рабочих отдельных звеньев бригады, в целом бригады и цеха.

Полученные величины индексов качества труда служат основанием для начисления премии.

Анализируя полученные результаты, студенты делают выводы о путях повышения качества труда и о значении материального стимулирования в повышении качества труда отдельных работников.

Лабораторная работа № 6

СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТ, РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

Цель работы: освоение методики расчета, анализа и оптимизации сетевого графика, моделирующего процесс строительного производства.

Методические указания

Сетевой метод планирования в строительном производстве преимущественно применяют при планировании собственно строительных работ при возведении объектов различного назначения. Сетевое планирование позволяет наглядно отобразить все виды работ, их различие во времени от начала строительства (например, от подготовительных и земляных работ) и до его завершения.

В индустрии сборного бетона и железобетона метод сетевого планирования и управления производством широкого применения не получил. Вместе с тем инженеру-строителю-технологу необходим навык моделирования строительных процессов методом сетевого планирования. Теоретическая проработка процесса производства работ путем построения сетевого графика их ведения позволяет добиться наиболее полного использования ограниченных ресурсов, точно установить начало и окончание производимых работ (например, при проектировании, строительстве объектов или создании сложных комплексных установок и т. д.). Применительно к производству бетонных и железобетонных изделий сетевое планирование рационально, например, при разработке графика комплектных поставок на объекты изделий для полносборного строительства – зданий крупнопанельного и объемно-блочного (модульного) домостроения, унифицированных одноэтажных промышленных зданий, возводимых по проектам УТП-1 и УТП-2, и т. п. С помощью сетевого планирования может разрабатываться график поставок на объект или множество объектов сборных элементов для зданий различного назначения, например, многопустотных плит перекрытий, свай, колонн, балок и т. д.

Сетевой моделью называется графическое изображение процессов (работ), выполнение которых необходимо для достижения одной или нескольких поставленных целей и отражает взаимосвязь и взаимозависимость между этими процессами (работами).

Графическое изображение сети называется *сетевым графиком*, основными элементами которого являются события и работы. Сетевой график строится в логической последовательности выполняемых работ и ориентирован во времени – от их начала до завершения, что отражается на горизонтальной оси на период от начального (или исходного) до конечного события (на графике обозначаются флажками).

Событие – это фиксируемый момент выполнения одной или нескольких работ, которые необходимо выполнить для его реализации (свершения), являющийся одновременно началом одной или нескольких последующих работ. Событие, не имеющее предшествующих работ, называется начальным, а не имеющее последующих работ – конечным. Событие на сетевом графике обозначается окружностью, разделенной на 4 сектора (см. далее). Между собой события связаны работами, которые отображаются линиями (сплошными или пунктирными) со стрелками.

Работа может отражать:

а) производственный процесс, требующий затрат времени, ресурсов (сплошная линия);

б) ожидание – процесс, не требующий затрат ресурсов, но связанный с затратами времени (сплошная линия, например, процесс (время) твердения бетона);

в) «фиктивная» работа или зависимость, устанавливающая логическую связь между работами и не требующая затрат времени и ресурсов (пунктирная линия, означает зависимость начала одной работы от окончания предыдущей, но не связанной с ней непосредственно).

Расчет и анализ сетевого графика производят с использованием формул табл. 6.1.

-

Таблица 6.1

Основные формулы для расчета и анализа сетевого графика

Наименование расчетных величин	Формула расчета
Продолжительность выполнения работы « $i-j$ »	$t_{i-j} = (t_{i-j} \max + 4t_{mi-j} + t_{i-j} \min) / 6$
Дисперсия случайной продолжительности выполнения работы D_{i-j}	$D_{i-j} = [(t_{i-j} \max - t_{i-j} \min) / 6]^2$
Ранний срок свершения j -го события T_j^p	$T_j^p = \max \sum T_i^p + t_{i-j}$
Поздний срок свершения события T_i^n	$T_i^n = \min \sum T_j^n - t_{i-j}$
Резерв времени i -го события	$R_i = T_i^n - T_i^p$
Полный резерв времени работы R_{i-j}	$R_{i-j} = T_j^n - (T_i^p + t_{i-j})$
Частный резерв времени работы r_{i-j}	$r_{i-j} = T_j^p - (T_i^p + t_{i-j})$
Раннее начало работы $i-j$	$T_{i-j}^{pn} = T_i^p$
Раннее окончание работы $i-j$	$T_{i-j}^{po} = T_i^p + t_{i-j}$
Позднее начало работы	$T_{i-j}^{пн} = T_j^n - t_{i-j}$
Позднее окончание работы	$t_{i-j}^{по} = T_j^n$
Резерв пути R_{Li}	$R_{Li} = L_{кр} - L_i$

Условные обозначения, применяемые при расчете сетевого графика:

$i-j$ – код работы (1-2; 1-3 и т. д. для начального события; 2... n ; 3... m – для последующих работ и событий);

t_{i-j} – продолжительность работы ($t_{i-j} \max$ – максимальное оценочное время данной работы; $t_{i-j} \min$ – ее минимальное оценочное время; t_{mi-j} – наиболее вероятная оценка ее продолжительности);

$t_{i-j}^{\text{рн}}$ – ранний срок начала работы, который определяют по максимальной продолжительности всех предшествующих работ;

$t_{i-j}^{\text{пн}}$ – поздний срок начала работы; определяют как разность между ее поздним окончанием (не увеличивающим общую продолжительность работ) и продолжительностью этой работы;

$t_{i-j}^{\text{ро}}$ – ранний срок окончания работы, который соответствует ее окончанию при начале в самый ранний из возможных сроков;

$t_{i-j}^{\text{по}}$ – поздний срок окончания работы – это самый поздний из допустимых сроков, при котором общая продолжительность работ не увеличивается;

r_{i-j} – частный резерв времени работы (время, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность не изменяя раннего срока начала последующих работ ($T_j^{\text{р}}$);

R_{i-j} – полный резерв времени работы – количество времени, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без увеличения времени критического пути (т. е. без увеличения времени на выполнение всего объема работ);

$L_{\text{кр}}$ – критический путь – это непрерывная технологическая последовательность выполняемых работ от начального до конечного события, характеризующаяся максимальной продолжительностью;

L_i – некритические пути, приводящие от начального к конечному событию, которые меньше критического, а работы на этом пути могут иметь резерв времени, соответствующий разнице: $R_{Li} = L_{\text{кр}} - L_i$;

$T_j^{\text{р}}$ – ранний срок свершения j -го события;

$T_j^{\text{п}}$ – поздний срок свершения события; события, лежащие на критическом пути не имеют резервов, а лежащие на некритических путях могут иметь резерв времени, соответствующий разнице между поздним и ранним сроками свершения данного события: $R_j = T_j^{\text{п}} - T_j^{\text{р}}$;

$T_{\text{кр}}$ – критическое время, т. е. максимальное время, в течение которого может быть выполнен весь комплекс работ; величина характеризуется также продолжительностью критического пути сетевого графика, т. е. $T_{\text{кр}} = t(L_{\text{кр}})$, где $L_{\text{кр}}$ – критический путь.

Методика расчета и построения сетевого графика

Расчет параметров сетевого графика начинают с расчета ранних сроков выполнения работ, т. е. их раннего начала и окончания.

Раннее начало работ, выходящих из начального (исходного) события, которое обозначается флажком, принимается равным нулю (рис. 6.1, а).

Раннее начало последующей работы определяют по максимальной продолжительности одной из всех приведших в рассматриваемое событие работ (рис. 6.1, б).

Раннее окончание работы определяется как сумма ее раннего начала и ее продолжительности « t » (рис. 6.1, в). Оно же будет ранним началом последующих работ, выходящих из события № 3.

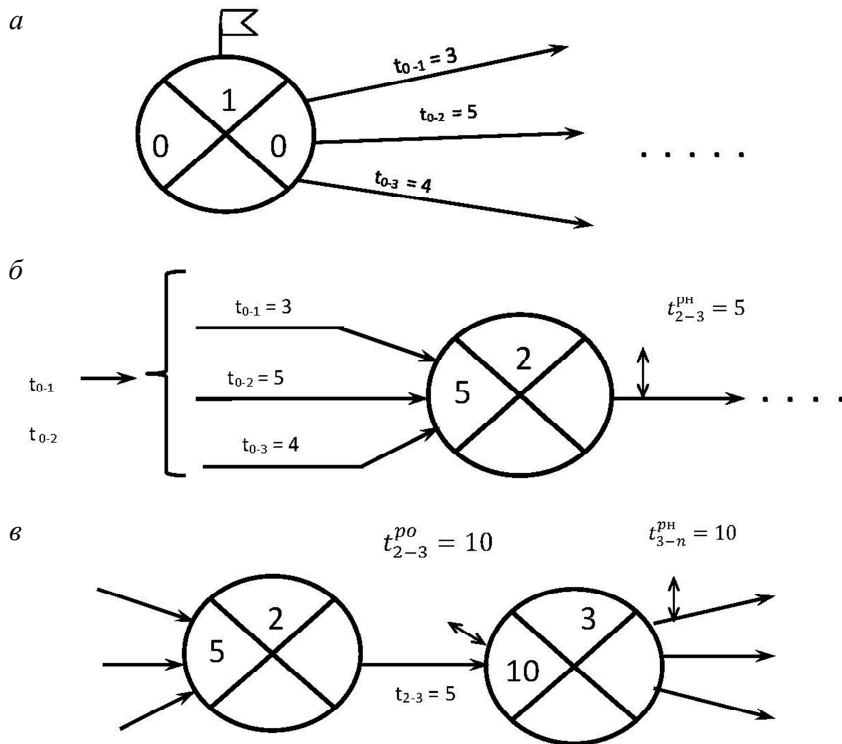


Рис. 6.1. Начало построения сетевого графика

Таким образом, ранние сроки начала и окончания работ определяют последовательным переходом от события к событию, слева направо по направлению стрелок. Если в событие приводит несколько работ, то в левый сектор записывается время раннего окончания самой продолжительной из них. Одновременно это время есть раннее начало работ, выходящих из данного события (рис. 6.1, в).

Работы меньшей продолжительности из входящих в какое-то событие имеют резерв времени (см. далее).

Последовательным построением сетевого графика, в котором события располагаются в соответствии нарастающими затратами времени, выполняется расчет ранних сроков начала и окончания всех входящих в него работ. Раннее окончание работы, входящей в завершающее событие (или наиболее продолжительной из множества входящих в него работ), определяет продолжительность (время) критического пути.

Одновременно раннее окончание работ, приведших в завершающее событие, соответствует как раннему, так и позднему времени свершения данного события (рис. 6.2).

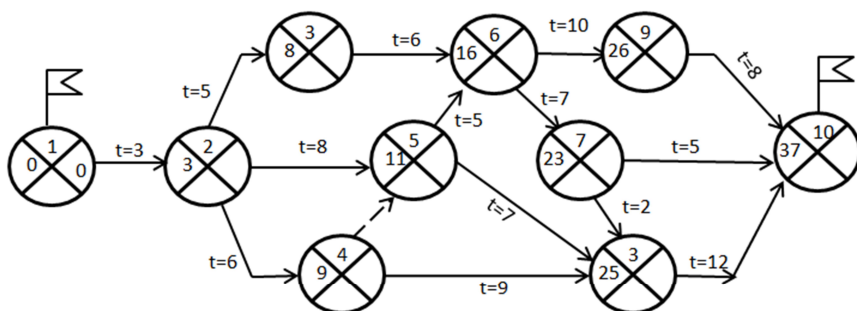


Рис. 6.2. Расчет параметров ранних начал и окончаний работ

Расчет поздних окончаний свершения событий, которые являются и поздним началом выходящих из него работ, ведут справа-налево, начиная от завершающего события (рис. 6.3).

При этом от времени позднего свершения события (начиная с завершающего) отнимают продолжительность приведшей в него работы, а результат записывают в правый сектор обозначения предыдущего события, из которого пришла данная работа и которое в данном случае оценивается.

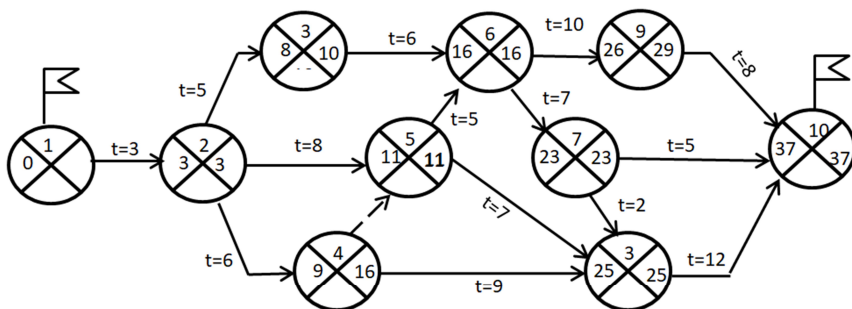


Рис. 6.3. Расчет поздних сроков окончания работ

В случае если в оцениваемое обратным счетом событие пришло несколько работ, то его позднее окончание будет соответствовать наименьшей величине времени, полученной при сопоставлении всех исходящих из него работ (то есть входящих при обратном счете).

События, у которых позднее окончание, определенное обратным счетом, совпадает по времени с их ранним началом, лежат на *критическом пути*. Эти события не имеют резервов времени, как и наибольшие по продолжительности работы, составляющие критический путь и приведшие от начального к завершающему событию (рис. 6.4).

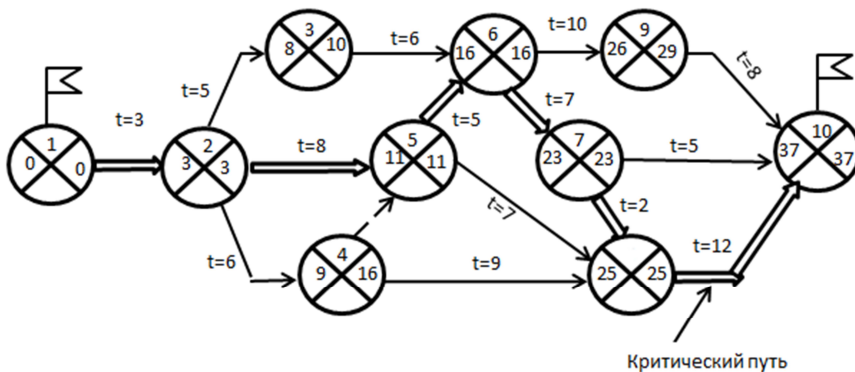


Рис. 6.4. Определение работ, лежащих на критическом пути

Все другие события (т. е. не лежащие на критическом пути) и работы меньшей продолжительности (в сравнении с наибольшей, приведшей в данное событие) имеют резервы времени (рис. 6.4). Это

означает, что путем корректировки сетевого графика часть работ и событий могут быть смещены по времени их выполнения без увеличения критического пути, т. е. времени выполнения работ в целом.

Например, полный резерв времени работы t_{2-4} определяется из выражения:

$$R_{2-4} = T_4^{\Pi} - (T_2^{\Pi} + t_{2-4}), \quad (6.1)$$

или по примеру рис. 6.4: $R_{2-4} = 16 - (3 + 6) = 7$, а ее частный резерв определяется из вычисления:

$$r_{2-4} = T_4^{\Pi} - (T_2^{\Pi} + t_{2-4}), \quad (6.2)$$

или

$$r_{2-4} = 9 - (3 + 6) = 0.$$

Это означает, что начало работы t_{2-4} можно сдвинуть на 7 ед. времени без задержки позднего свершения события № 4 и позднего начала выходящих из него работы t_{4-8} и зависимости t_{4-5} .

Одновременно ее частный резерв, равный нулю, свидетельствует о том, что ее начало нельзя переместить без задержки раннего свершения события № 4 и, соответственно, раннего начала выходящих из него работ.

В случае указания на сетевом графике полного и частного резервов работ их записывают следующим образом (рис. 6.5, а).

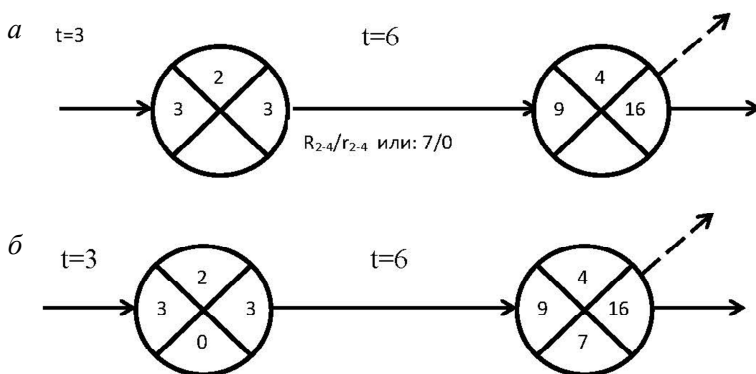


Рис. 6.5. Примеры указания на сетевом графике резервов работ и заполнения нижнего сектора обозначения событий

В нижнем секторе событий сетевого графика рекомендуется записывать значение времени резерва данного события (рис. 6.5, б), то есть, разницу между временем его позднего и раннего свершения ($R_i = T_i^П - T_i^Р$). Допускается не заполнять нижний сектор обозначения событий.

Кроме приведенного варианта графоаналитического расчета параметров сетевого графика, он может быть рассчитан в табличной форме (по формулам табл. 6.1), которая здесь не приводится (см. специальную литературу по сетевому планированию в строительстве), а также исполнен в масштабе времени (рис. 6.6).

При построении сетевого графика в привязке ко времени выполнения работ, составляющих этот график, ранее рассмотренный пример соответствует приведенному на рис. 6.6.

При построении сетевого графика с учебной целью студент рассчитывает параметры сети и вычерчивает сетевой график на основании полученных данных.

При практическом применении метода сетевого планирования вначале определяют затраты времени на отдельные работы, взаимосвязь и взаимозависимость между ними, а затем, используя приведенную методику, разрабатывают, строят и анализируют сетевую модель выполнения всего комплекса работ – сетевой график.

Оптимизация сетевого графика осуществляется следующим путем:

а) перенесением части ресурсов с некритических путей на критический с целью сокращения его продолжительности;

б) высвобождением ресурсов на некритических путях в пределах имеющихся резервов без изменения продолжительности критического пути.

в) привлечением дополнительных ресурсов, изменением технологии и организации строительства (или ведения других работ), использованием более производительного оборудования с целью сокращения времени выполнения работ, включая разделение работ на отдельные потоки (части) и совмещение их выполнения во времени.

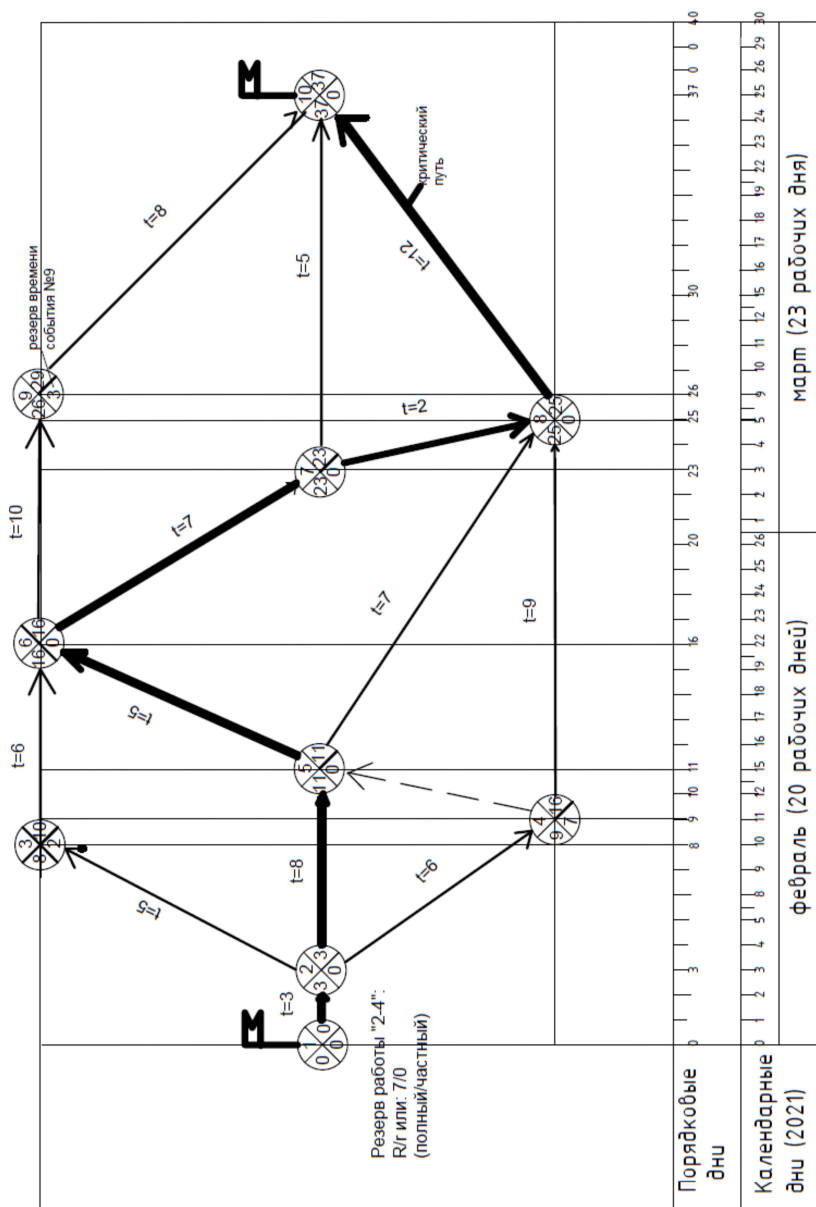


Рис. 6.6. Сетевой график в масштабе времени

Раздел III. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тематика практических занятий и решаемые на них задачи являются составными частями курсового проектирования. Их целью является приобретение обучаемыми навыков для последующей самостоятельной работы по проектированию (как с учебной целью, так и при дальнейшем практическом проектировании) производства сборных бетонных и железобетонных изделий на предприятиях строительной индустрии.

На практических занятиях обучаемые осваивают методики расчета и разработки организационных положений по реализации технологических процессов изготовления изделий стендовым, агрегатно-поточным и конвейерным способами производства, принципы их моделирования графоаналитическим методом – путем построения соответствующих циклограмм и их анализа.

В методической последовательности, с которой выполняются разделы курсового (а в перспективе – дипломного и реального производственного) проектирования, осваивается тематика заданий практических занятий, включающая расчеты элементарных производственных процессов, технологических циклов изготовления изделий, определение потребности в трудовых ресурсах для выполнения работ и их материально-технического обеспечения, а также моделирование работы всей совокупности технологического оборудования пролета в процессе изготовления изделий принятым способом и решения других задач в процессе разработки проектируемого производства.

Занятия осуществляются по заданиям преподавателя, отражающим реальные производственные задачи и условия выполнения соответствующей работы по их решению.

Содержание практических занятий в совокупности с курсом лабораторных работ обеспечивает освоение обучаемыми практических базовых навыков и компетенций по организации производства сборного железобетона, необходимых для ведения проектной и производственной деятельности будущего инженера-строителя-технолога.

1. Расчет технологического цикла при стендовом способе производства и построение циклограмм

Цель работы: приобретение обучаемыми навыков расчета параметров поточного производства изделий стендовым способом, моделирования производственного процесса построением циклограмм и их анализа.

Содержание и порядок выполнения работы включают:

- ознакомление с методическими указаниями по рассматриваемому разделу курса для ведения расчетов и построения циклограмм;
- получение задания на ведение расчетов;
- выполнение расчетов и получение необходимых для дальнейшей работы данных с соответствующим оформлением записей;
- моделирование производственного процесса построением циклограммы технологического процесса изготовления изделий в соответствии с полученными расчетными данными;
- анализ и корректировка (при необходимости) модели технологического процесса в виде построенной циклограммы с целью обеспечения поточности производства;
- выводы по результатам выполненной работы и ее окончательное оформление.

Методические указания. Для линий стендового способа производства на основании полученных данных от преподавателя (а при выполнении курсовой работы – от предварительно выполненного расчета) определяют продолжительность технологического цикла изготовления изделий (продукции). Расчет $T_{\text{ц}}$ проводят по формуле:

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = t_{\text{по}} + t_{\text{ф}} + t_{\text{то}}, \text{ ч}, \quad (1.1)$$

а для стендов при выполнении одним звеном рабочих подготовительных операции и формования:

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = t_{\text{поф}} + t_{\text{то}}, \text{ ч}, \quad (1.2)$$

где $t_{\text{по}}$, $t_{\text{ф}}$, $t_{\text{то}}$, $t_{\text{поф}}$ – время подготовительных операций, формования, тепловой обработки и совмещенное время подготовительных опе-

раций и формования, если эти операции выполняются последовательно одним звеном рабочих, ч (мин);

Приведенные формулы для расчета времени технологического цикла изготовления изделий представляют собой математическое отражение затрат времени на совокупность технологических операций, выполняемых в их логической последовательности при обслуживании одного стенда (для линий коротких стендов) или одной технологической линии для длинных стендов.

Математическое отражение того же технологического цикла изготовления изделий, но описывающего его продолжительность в привязке к работе звена исполнителей подготовительных работ ($t_{по}$) или звена подготовительно-формовочных работ ($t_{поф}$) при их совмещении с формованием, соответствует зависимостям:

$$T'_{ц} = nt_{по} + zt_{оп}, \text{ ч}; \quad (1.3)$$

$$T'_{ц} = nt_{поф} + zt_{оп}, \text{ ч}, \quad (1.4)$$

где $T'_{ц} = T_{ц}$, т. е. время, равное времени технологического цикла, ч (мин);

n – количество изделий (форм, стендов), изготавливаемых (обработываемых) за время $T_{ц}$, шт.;

z – количество обеденных перерывов за время $T_{ц}$, шт.;

$t_{оп}$ – продолжительность обеденного перерыва, ч (мин).

Показателем поточности (т. е. рациональности, непрерывности) организации производственного процесса является равенство: $T'_{ц} = T_{ц}$.

С учетом этого, путем решения равенства формул (1.1) и (1.3); (1.2) и (1.4) получают число « n », т. е. количество обслуживаемых за $T_{ц}$ стендов (для линий коротких стендов), либо длинных стендовых линий по далее следующим зависимостям.

Одновременно величина n показывает количество изготовленных изделий на линиях коротких стендов и сколько линий длинных стендов за $T_{ц}$ обслуживает одно звено рабочих. Рассчитывают величину n при последовательно-параллельном выполнении подготовительных операций и формовки по зависимости:

$$n = 1 + \frac{t_{\phi} + t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{t_{\text{по}}}, \text{ шт.}, \quad (1.5)$$

и при выполнении их одним звеном рабочих (последовательно):

$$n = 1 + \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{t_{\text{поф}}}, \text{ шт.} \quad (1.6)$$

При учете в этих расчетах количества обеденных перерывов (z) могут быть два варианта, зависящих от того, увеличивают они время $T_{\text{ц}}$ (т. е. учитываются при его определении по горизонтальной оси циклограмм) или не увеличивают. Эту особенность расчета следует оценивать по данным фактического графического построения циклограмм (см. далее).

Пример построения и анализ циклограмм. Правильность выполненных расчетов подтверждают построением циклограммы (рис. 1.1 и рис. 1.2) технологического процесса по значениям основных полученных характеристик $T_{\text{ц}}$, $t_{\text{по}}$, $(t_{\text{поф}})$, n и других. Разрабатываемое производство будет поточным, если на циклограмме в одной точке пересекутся проекции расчетных значений $T_{\text{ц}}$ и n с циклограммой работы звена подготовки или подготовительно-формовочных операций при их совмещении. Возможные исключения из этого правила свидетельствуют о том, что в расчете имеются ошибки (неточности в идентификации расчетных величин $T_{\text{ц}}$ и др.). Соответственно накапливается погрешность, приводящая к неточностям графического моделирования технологического процесса путем построения его циклограммы. Это свидетельствует о необходимости более тщательного ведения расчетов.

Возможны и специфичные варианты ведения работ, например при естественном твердении изделий, т. е. продолжительной выдержке, которая существенно превышает продолжительность традиционных тепловых обработок. В таких случаях допускается корректировка приведенных ранее расчетных зависимостей поточного производства с учетом и соответствующим математическим описанием фактических затрат времени в рамках реального технологического процесса. Необходимо исходить из того, что во всех возможных случаях проектирования основной задачей является *организация*

поточного производства за счет рационального подбора исполнителей, соответствующего цели проектирования подбора оборудования и оснащения технологических линий.

На рис. 1.1 и 1.2 приведены варианты разработки циклограммы технологического процесса изготовления изделий на коротких стендах при следующих исходных данных: $t_{\text{по}} = 1,5$ ч; $t_{\text{ф}} = 0,5$ ч; $t_{\text{то}} = 13,5$ ч (рис. 1.1) и $t_{\text{поф}} = 2,0$ ч; $t_{\text{то}} = 13,5$ ч (рис. 1.2).

Оценка циклограмм (рис. 1.1) показывает, что звено исполнителей подготовительных работ за время технологического цикла (определенного для первого стенда по сумме затрат времени на подготовительные работы, формование и тепловую обработку) производит распалубку девяти изделий и готовит к формованию девять стендов. Работы осуществляются одним звеном последовательно в 1-ю и 2-ю смены рабочего дня.

Поточность (непрерывность) производства подтверждается тем, что на циклограмме в одной точке сходятся графические отражения работ звена подготовки, проекция расчетного количества обслуживаемых за время технологического цикла стендов ($n = 9$ шт.) и окончание тепловой обработки первого в обслуживании стенда. То есть этот стенд готов к распалубке изделия и к началу очередного технологического цикла.

Одновременно полученная циклограмма свидетельствует, что при использованных расчетных данных ($t_{\text{по}} = 1,5$ ч) звено подготовки может обслуживать не более 9 стендов.

При этом исполнители, занятые на формовании изделий, не полностью загружены на этих работах и необходимо предусматривать их занятость другими видами работ (доводка-ремонт-сдача продукции, подготовительные работы разного рода и пр.).

Оценка циклограммы рис. 1.2 при ее построении по исходным данным (при $t_{\text{то}} = 13,5$ ч и $T_{\text{ц}} = 15,5$ ч) показывает, что условие поточности производства не достигается. Для обеспечения непрерывной работы требуется корректировка (увеличение на 0,5 ч) времени тепловой обработки, как один из вариантов проектной разработки. Другим вариантом может быть корректировка (уменьшение) продолжительности операций подготовки и формования (т. е. $t_{\text{поф}}$), например за счет использования более производительного оборудования, увеличения количества исполнителей и др. мероприятий.

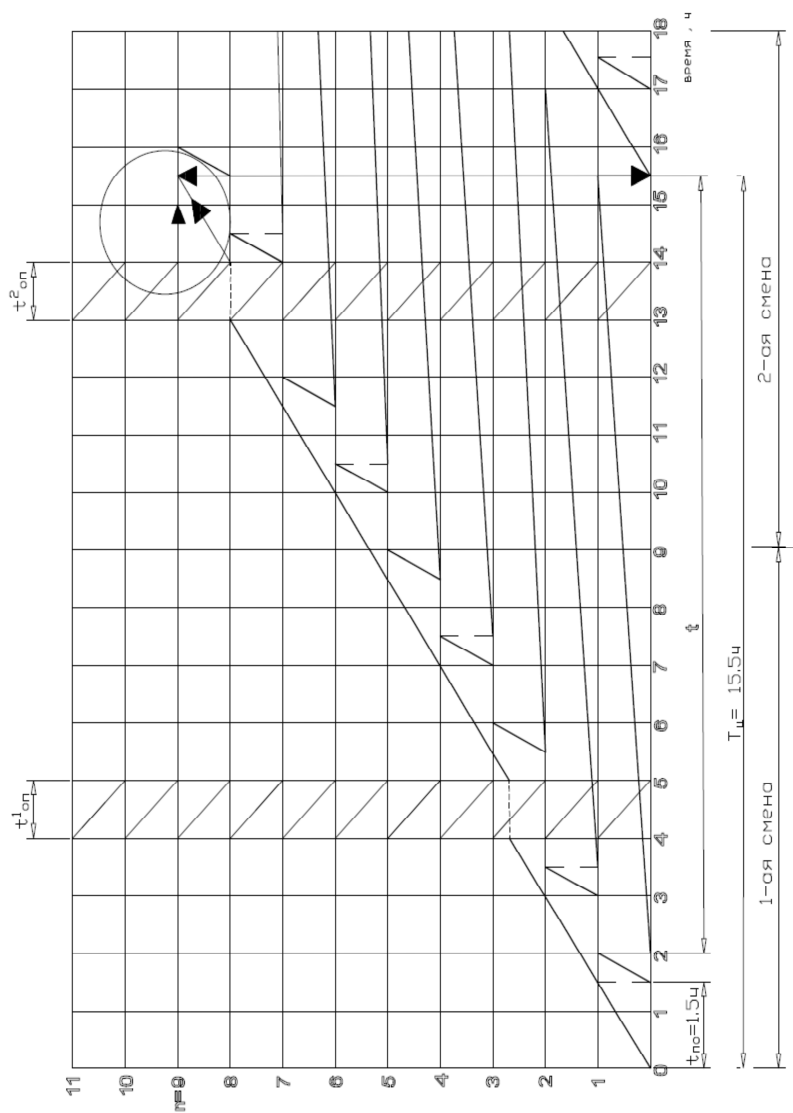


Рис. 1.1. Пример циклограммы технологического процесса изготовления изделий на коротких стендах
(при $t_{по} = 1,5$ ч; $t_o = 0,5$ ч; $t_{ц} = 13,5$ ч и $T_{ц} = 15,5$ ч при $n = 9$ стандов)

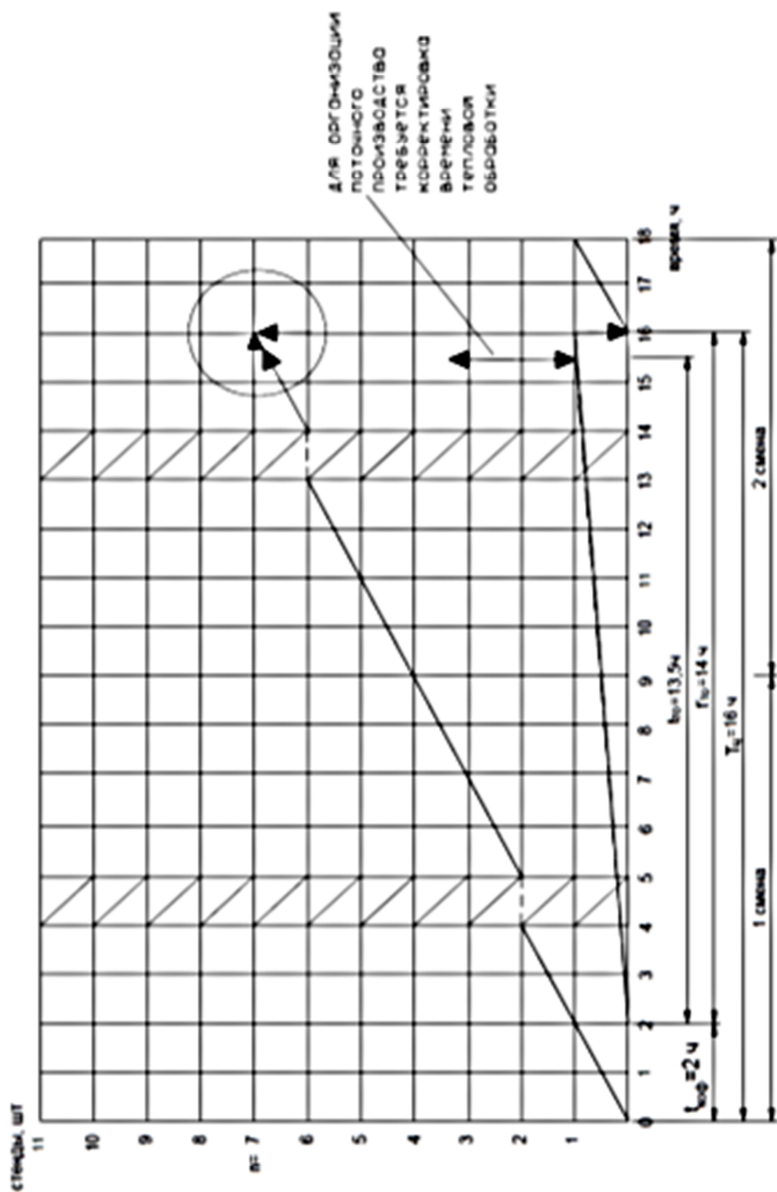


Рис. 1.2. Пример циклограммы технологического процесса изготовления изделий на коротких станках при выполнении подготовительной операции и формования одним звеном

Сравнение циклограмм рис. 1.1 и рис. 1.2 показывает, что во втором случае производительность линии будет ниже. Так, за полный 2-сменный рабочий день за счет разделения операций (рис. 1.1) обслуживается (распалубливаются) 11 станков (№ 1 и № 2 повторно) и, соответственно, изготавливается 11 изделий, а по данным циклограммы рис. 1.2 – только 8 изделий.

Вместе с тем следует отметить, что исполнителей при параллельном (одновременном) ведении подготовительных работ и формования (рис. 1.1) требуется больше.

2. Расчет технологического цикла при конвейерном способе производства и построение циклограмм

Цель работы: приобретение обучаемыми навыков расчета параметров поточного производства изделий конвейерным способом, моделирования производственного процесса построением циклограмм и их анализа.

Содержание и порядок выполнения работы включают:

- ознакомление с методическими указаниями по рассматриваемому разделу курса для ведения расчетов и построения циклограмм;
- получение задания на ведение расчетов;
- выполнение расчетов и получение необходимых для дальнейшей работы данных с соответствующим оформлением записей;
- моделирование производственного процесса построением циклограммы технологического процесса изготовления изделий в соответствии с полученными расчетными данными;
- анализ и корректировка (при необходимости) модели технологического процесса в виде построенной циклограммы с целью обеспечения точности производства;
- выводы по результатам выполненной работы и ее окончательное оформление.

Методические указания. Для конвейерных технологических линий на основании полученных от преподавателя данных о расчетном ритме потока R , количестве постов на линии m и времени тепловой обработки $t_{то}$ и др. определяют продолжительность технологического цикла изготовления изделий (продукции). Расчет $T_{ц}$ проводят по формуле:

$$T_{\text{ц}}^{\text{к}} = (m - 1)R + t_{\text{то}}, \text{ ч}, \quad (2.1)$$

а математическое отражение того же технологического цикла изготовления изделий, но описывающего его продолжительность в привязке к работе первого поста конвейерных линий соответствует зависимости:

$$T_{\text{ц}}' = nR + zt_{\text{оп}}, \text{ ч}, \quad (2.2)$$

где $T_{\text{ц}}' = T_{\text{ц}}$, т. е. время, равное времени технологического цикла, ч (мин);

n – количество изделий (форм, станков), изготавливаемых (обработываемых) за время $T_{\text{ц}}$, шт.;

z – количество обеденных перерывов за время $T_{\text{ц}}$, шт.;

$t_{\text{оп}}$ – продолжительность обеденного перерыва, ч (мин);

m – количество постов конвейерных линий, включая как один пост тепловую обработку, шт.;

$t_{\text{то}}$ – время (продолжительность) тепловой обработки, ч.

Показателем поточности (т. е. рациональности, непрерывности) организации производственного процесса является равенство: $T_{\text{ц}}' = T_{\text{ц}}$.

С учетом этого, путем решения равенства формул (2.1) и (2.2) получают число « n », т. е. количество производимых за время цикла изделий (если оно одно в форме) или обслуживаемых за $T_{\text{ц}}$ форм по следующей зависимости:

$$n = m - 1 + \frac{t_{\text{то}} - zt_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.} \quad (2.3)$$

При учете в этих расчетах количества обеденных перерывов (z) могут быть два варианта, зависящих от того, увеличивают они время $T_{\text{ц}}$ (т. е. учитываются при его определении по горизонтальной оси циклограмм) или не увеличивают. Эту особенность расчета следует оценивать по данным фактического графического построения циклограмм (см. далее).

Для расчета тепловых устройств (агрегатов) конвейерных линий необходимо знать количество форм, одновременно находящихся на тепловой обработке, которые определяются по зависимости:

$$n_{\text{то}} = \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (2.4)$$

где входящие в нее обозначения соответствуют ранее приведенным.

При построении *циклограмм технологического процесса изготовления изделий* тем или иным способом производства на горизонтальной оси откладывается время последовательного выполнения всех операций технологического цикла при изготовлении одного изделия (или обработки одной формы), включая тепловую обработку.

Пример построения и анализ циклограмм. Правильность выполненных расчетов подтверждают построением циклограммы технологического процесса (см. рис. 2.1) по значениям основных полученных характеристик $T_{\text{ц}}$, n , R , t и других. Разрабатываемое производство будет поточным, если на циклограмме конвейерного способа производства в одной точке пересекутся проекции расчетных значений $T_{\text{ц}}$ и n с циклограммой работы первого поста (обычно – поста распалубки) этих линий. Возможные исключения из этого правила свидетельствуют о том, что в расчете имеются ошибки (неточности в идентификации расчетных величин R ; $T_{\text{ц}}$ и др.). Например, при определении ритма потока он установлен равным $R = 20$ мин, а в расчетах его величину перевели примерно: $R = 0,3$ ч (вместо $R = 0,333$ ч). Соответственно, накапливается погрешность, приводящая к неточностям графического моделирования технологического процесса путем построения его циклограммы. Это свидетельствует о необходимости более тщательного ведения расчетов.

Возможны и специфичные варианты ведения работ, например, при естественном твердении изделий, т. е. продолжительной выдержке, которая существенно превышает продолжительность традиционных тепловых обработок.

В таких случаях допускается корректировка приведенных ранее расчетных зависимостей поточного производства с учетом и соответствующим математическим описанием фактических затрат вре-

мени по формулам (2.1) и (2.2) в рамках реального технологического процесса.

На рис. 2.1 приведен вариант разработки циклограммы технологического процесса изготовления изделий (условно – плит перекрытий для зданий КЖД) конвейерным способом при следующих исходных данных: ритм потока – $R = 20$ мин (0,333 ч), количество постов – $m = 7$ (распалубки-подготовки; армирования; формования; заглаживания поверхности (3 поста, с учетом необходимости выдержки бетона перед затиркой поверхности), пост тепловой обработки (туннельная проходная заглубленная камера)); продолжительность тепловой обработки $t_{\text{то}} = 14,0$ ч.

Технологический цикл изготовления изделий в этом случае равен: $T_{\text{ц}} = (m - 1)R + t_{\text{то}} \sim 16$ ч; расчетное количество изготавливаемых за это время изделий соответствует количеству форм, обслуживаемых (распалубливаемых) на посту № 1, т. е. $n = 42$ шт.

Циклограмма включает графическое отражение затрат времени на 6-ти постах технологической линии (включая 3 поста (№ 4, № 5, № 6) выдержки-заглаживания поверхности), соответствующее ритму потока, и 7-го поста – тепловой обработки (включающей предварительную выдержку до начала подвода тепла).

Оценка соответствия разрабатываемой циклограммы условию поточности (непрерывности) производства показывает, что для приведенных исходных данных (их получают расчетным путем на предыдущих этапах проектирования) это условие обеспечивается. Очевидно, что при «графической» проверке в одной точке пересекаются график работы поста № 1, проекция расчетного количества (n , шт.) изготавливаемых за время технологического цикла изделий (обрабатываемых форм) и проекция времени окончания технологического цикла первого изделия (первой формы).

То есть по окончании работы на посту № 1 с последней по расчету формой (42 по счету), на этот пост поступает форма № 1, прошедшая тепловую обработку. Соответственно синхронно выполняются работы на остальных постах технологической линии (в соответствии с ритмом потока).

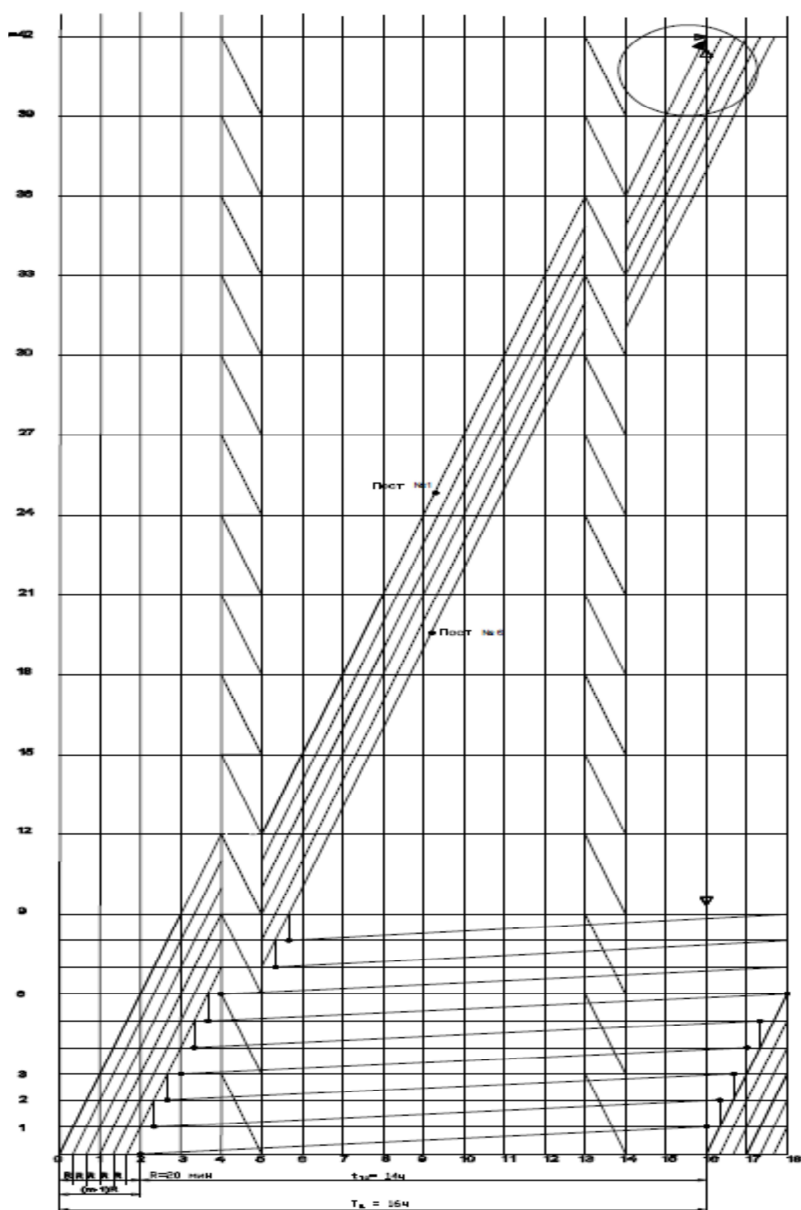


Рис. 2.1. Циклограмма технологического процесса изготовления изделий конвейерным способом

3. Расчет технологического цикла при агрегатно-поточном способе производства и построение циклограмм

Цель работы: приобретение обучаемыми навыков расчета параметров поточного производства изделий агрегатно-поточным способом, моделирования производственного процесса построением циклограмм и их анализа.

Содержание и порядок выполнения работы включают:

- ознакомление с методическими указаниями по рассматриваемому разделу курса для ведения расчетов построения циклограмм;
- получение задания на ведение расчетов;
- выполнение расчетов и получение необходимых для дальнейшей работы данных с соответствующим оформлением записей;
- моделирование производственного процесса построением циклограммы технологического процесса изготовления изделий в соответствии с полученными расчетными данными;
- анализ и корректировка (при необходимости) модели технологического процесса в виде построенной циклограммы с целью обеспечения поточности производства;
- выводы по результатам выполненной работы и ее окончательное оформление.

Методические указания. Для агрегатно-поточных технологических линий на основании полученных от преподавателя данных о ритме потока R , количестве постов на линии m , g и времени тепловой обработки $t_{то}$ и др. определяют продолжительность технологического цикла изготовления изделий по формуле:

$$T_{ц}^a = (m - 1)R + (g - 1)R + t_{то}, \text{ ч}, \quad (3.1)$$

где $T_{ц}^a$ – продолжительность технологического цикла при агрегатно-поточном способе производства;

m – количество элементарных циклов (постов) на технологической линии, включая тепловую обработку как один пост;

$t_{то}$ – время тепловой обработки изделий, ч (мин);

g – количество форм с изделиями, загружаемых в одну камеру (отсек, термопакет и т. д.).

Математическое отражение того же технологического цикла изготовления изделий, но описывающего его продолжительность в привязке к работе первого поста агрегатно-поточной линии соответствует зависимости:

$$T'_{\text{ц}} = nR + z t_{\text{оп}}, \text{ ч}, \quad (3.2)$$

где $T'_{\text{ц}} = T_{\text{ц}}$, т. е. время, равное времени технологического цикла, ч (мин);

n – количество изделий (форм), изготавливаемых (обрабатываемых) за время $T_{\text{ц}}$, шт.;

z – количество обеденных перерывов за время $T_{\text{ц}}$, шт.;

$t_{\text{оп}}$ – продолжительность обеденного перерыва, ч (мин).

Показателем поточности (т. е. рациональности, непрерывности) организации производственного процесса является равенство $T'_{\text{ц}} = T_{\text{ц}}$. С учетом этого, путем решения равенства формул (3.1) и (3.2), получают число « n », т. е. количество производимых за время цикла $T_{\text{ц}}$ изделий (если оно одно в форме) или обслуживаемых за $T_{\text{ц}}$ форм по следующей зависимости:

$$n = m + g - 2 + \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (3.3)$$

где z и $t_{\text{оп}}$ – количество и продолжительность обеденных перерывов за время $T_{\text{ц}}$ (ч, мин) соответственно.

Значение n соответствует количеству форм на потоке (без запаса), а также количеству изделий, изготавливаемых на технологической линии за время $T_{\text{ц}}$ (при одном изделии в форме).

При учете в этих расчетах количества обеденных перерывов (z) могут быть два варианта, зависящих от того, увеличивают они время $T_{\text{ц}}$ (т. е. учитываются при его определении по горизонтальной оси циклограмм) или не увеличивают. Эту особенность расчета следует оценивать по данным фактического графического построения циклограмм (см. далее).

Для расчета тепловых устройств (агрегатов) агрегатно-поточных линий необходимо знать количество форм, одновременно находящихся на тепловой обработке, которые определяются по зависимости:

$$n_{\text{то}} = \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (3.4)$$

где входящие в нее обозначения соответствуют ранее приведенным.

Правильность выполненных расчетов подтверждают построением циклограммы технологического процесса (рис. 3.1) по значениям основных полученных характеристик $T_{\text{ц}}$, n , R , m и других. Разрабатываемое производство будет поточным, если на циклограмме агрегатно-поточного способа производства в одной точке пересекутся проекции расчетных значений $T_{\text{ц}}$ и n с циклограммой работы первого поста (обычно – поста распалубки) этих линий. Возможные исключения из этого правила свидетельствуют о том, что в расчете имеются ошибки (неточности в идентификации расчетных величин R ; $T_{\text{ц}}$ и др.). Например, при определении ритма потока он установлен равным $R = 20$ мин, а в расчетах его величину перевели примерно: $R = 0,3$ ч (вместо $R = 0,333$ ч). Соответственно накапливается погрешность, приводящая к неточностям графического моделирования технологического процесса путем построения его циклограммы. Это свидетельствует о необходимости более тщательного ведения расчетов.

Возможны и специфичные варианты ведения работ, например, при естественном твердении изделий, т. е. продолжительной выдержке, которая существенно превышает продолжительность традиционных тепловых обработок. В таких случаях допускается корректировка приведенных ранее расчетных зависимостей поточного производства с учетом и соответствующим математическим описанием фактических затрат времени по формулам (3.1) и (3.2) в рамках реального технологического процесса.

Необходимо исходить из того, что во всех возможных случаях проектирования основной задачей является *организация поточного производства* за счет рационального подбора исполнителей, соответствующего цели проектирования подбора оборудования и оснащения технологических линий, а на этом основании – определение

оптимальных для конкретного случая затрат времени на выполнение как отдельных технологических операций, так и их совокупности в форме элементарных циклов, ритма потока, а также и сочетания последних в виде технологического цикла изготовления изделий, который обеспечивает выполнение планируемой производительности по выпуску продукции.

На рис. 3.1 приведен *вариант разработки циклограммы технологического процесса изготовления изделий* (условно – ребристых преднапряженных плит 3×6 ; механический способ натяжения арматуры) при следующих исходных данных: ритм потока – $R = 30$ мин (0,5 ч); количество постов – $m = 4$ (распалубки-подготовки; армирования; формования с укладкой (частично) ненапрягаемой арматуры; тепловой обработки (с предварительной выдержкой) в ямных камерах (при загрузке $g = 6$ форм в камеру) в течение 13,0 ч).

Особенностью, отличающей циклограмму агрегатно-поточного способа производства от конвейерного (рис. 3.1), является графическое отражение тепловой обработки. Если при конвейерном способе производства она реализуется в тепловых агрегатах (устройствах) непрерывного принципа действия и отражается индивидуально (независимо) для каждого изделия (формы), то при агрегатно-поточном производстве имеет место период накопления расчетного количества изделий (форм) g , шт., и их последующая тепловая обработка в агрегатах периодического принципа действия.

Оценка разработанной циклограммы (рис. 3.1) показывает, что для отраженного в ней варианта ведения работ принцип поточного производства обеспечивается. Так, в одной точке пересекаются графическое отражение работы 1-го поста, проекция расчетного количества изготавливаемых за время технологического цикла изделий (обрабатываемых форм – $n = 30$ шт.), проекция окончания тепловой обработки технологического цикла – $T_{ц} = 17,0$ ч (первых 6-ти изделий), после чего процесс начинается заново.

Следует отметить, что моделирование технологического процесса изготовления изделий путем построения циклограмм позволяет выявить и откорректировать возможные неточности расчетов, выполненных на предыдущих этапах проектирования, либо подтвердить их правильность. В этом и заключается целевое назначение их построения.

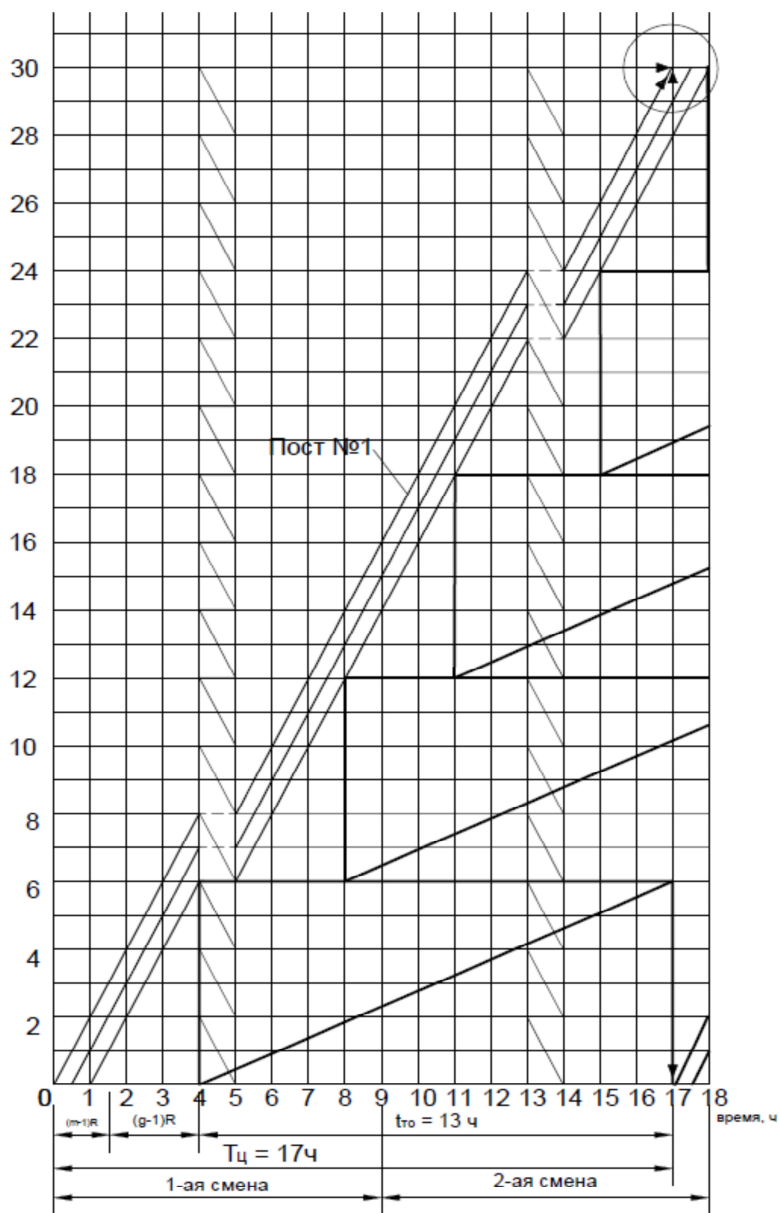


Рис. 3.1. Пример циклограммы технологического процесса изготовления изделий агрегатно-поточным способом

4. Определение оптимальной длительности элементного процесса графоаналитическим методом

Цель работы: приобретение обучаемыми навыков расчета режима работы технологического оборудования в процессе производства изделий, определения на этом основании длительности элементных процессов, отражения их в виде графической модели и ее анализом с позиций рациональности затрат времени и организации ведения работ.

Содержание и порядок выполнения работы включают:

- ознакомление с методическими указаниями по рассматриваемому разделу курса для ведения расчетов и построения графическими методами элементного процесса;
- получение задания на ведение расчетов и построение графической модели работы оборудования;
- выполнение расчетов и получение необходимых для дальнейшей работы данных с соответствующим оформлением записей;
- графическое моделирование работы формовочного оборудования в процессе изготовления изделий в соответствии с полученными расчетными данными;
- анализ и корректировка (при необходимости) графической модели элементного цикла формования изделий с целью обеспечения планового такта (ритма) производства;
- выводы по результатам выполненной работы и ее окончательное оформление.

Методические указания. Определив на предыдущих занятиях плановый такт или плановый цикл выпуска продукции, приступают к разработке организационно-технологической структуры производственного процесса, обеспечивающей время рабочего ритма или цикла не более этих расчетных величин и тем самым обеспечивающих выполнение заданного объема выпуска продукции.

Расчет затрат времени при работе всех видов используемого оборудования осуществляют по форме табл. 4.2 (см. далее), определяя продолжительность работ в зависимости от условий их выполнения.

При механизации (автоматизации) работ:

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{\ell}{V} K + t_p, \text{ мин}, \quad (4.1)$$

или

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{P}{V} K + t_p, \text{ мин}, \quad (4.2)$$

где ℓ – расчетное расстояние рабочего или транспортного хода машины (бетоноукладчика, крана и т. д.), м;

P – объем работ (м^3 ; м^2 ; т), например, загрузка бетонной смеси, очистка формы и др.;

V – скорость (рабочая или транспортная) передвижения машины (м/мин) или скорость выполнения работ ($\text{м}^3/\text{мин}$; $\text{м}^2/\text{мин}$; т/мин);

K – расчетное количество проходов машины для выполнения рассматриваемой работы;

t_p – режимное время машины (например, продолжительность нагрева арматуры до заданного удлинения стержней) или продолжительность операций, выполнение которых приостанавливает работу машины. Например, укладка арматуры, утеплителя при послойном формировании изделия.

Характеристики механического оборудования технологической линии устанавливают по соответствующим справочникам. Рабочие, а также холостые транспортные маршруты оборудования (расстояния перемещений) вычисляют на основе плана цеха и компоновки (расположения) соответствующего оборудования, разработанных по заданию преподавателя.

В общем случае за точку отсчета расстояния принимают геометрический центр поста. Исключение составляют те посты или участки, где оборудование работает с разными скоростями. Например, формовочный пост, если бетоноукладчик имеет транспортную (более высокую) скорость и рабочую.

При ведении расчетов затрат времени на механизированные операции, выполняемые с помощью бетоноукладчиков (раздатчиков), кранов и другого оборудования, соответствующие данные определяют по форме табл. 4.1.

Для этого (кроме необходимых расчетов по ручным операциям) в табл. 4.1 отражают работу, выполняемую всеми видами механического оборудования, задействованного в технологическом процессе изготовления изделий. В приведенном в табл. 4.1 тексте рассмотрен пример работы бетоноукладчика в пределах 1-го цикла формования условного изделия, который включает операции загрузки бетонной смеси, перемещения к посту формования, укладку (выгрузку) смеси в форму за один прием, перемещение в исходное положение (под место разгрузки смеси из транспортной тележки-бадьи одной из осей бетоновозной эстакады). При конкретных расчетах эти затраты времени дополняются фактическими, например, на виброуплотнение при формовании бетона, его распределение в форме и пр.

Таким же образом, используя схему компоновки технологической линии и пролета в целом и характеристики (скорость перемещения, режимное время выполнения операций и т. п.) оборудования, рассчитывают работу кранов и других задействованных механизмов (виброплощадок, самоходных порталов, центрифуг и т. д.).

На практических занятиях по заданию преподавателя разрабатывают эскиз плана цеха или его фрагмента, например, участок расположения формовочных постов технологических линий пролета.

Используя данную заготовку отражают графически (в осях – расстояние перемещений по горизонтальной оси, и затраты времени по вертикальной оси) процесс работы бетоноукладчика (раздатчика), который таким образом моделирует его в пределах времени одного цикла формования изделия(ий) на основании расчетных данных табл. 4.1.

Анализируют полученную графическую модель работы бетоноукладчика (раздатчика) и дополняют ее графически (в осях: расстояние – время) работой обеспечивающего оборудования. В частности, крана, выполняющего работы по подаче подготовленной формы на пост формования и последующего съема с отформованным изделием(ями) с перемещением на пост тепловой обработки.

Обобщают полученные данные и оценивают длительность (время выполнения всех необходимых операций) элементного цикла формования изделия(ий) на соответствие плановому такту (в последующем – производственному ритму) производства продукции.

Таблица 4.1

Расчет продолжительности операций работы бетоноукладчика в цикле формирования изделий

№ п/п	Наименование операций или приемов	Объем работ (м ³ , м ² , т и т. д.)	Расчетные параметры						Расчетная формула	Продолжитель- ность операций, мин	
			V , м³/мин; м²/мин; т/мин	ℓ , м	$t_{н0}$, мин	$\frac{N_{п}}{N}$	t_p , мин	α		на одно изделие (форму)	сум- марное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бетоноукладчик марки 23-73/3											
1	Загрузка бетонной смеси	1,1	1,0, м³/мин	–	–	–	–	–	$\frac{V_3}{V}$	1,1	–
2	Перемещение к посту формования	–	$V_{п} = 9,6$ м/мин	$l_1 = 6,8$	–	–	–	–	$\frac{l_1}{V_{п}}$	0,71	–
3	Укладка бетона в форму	1,1	$V_p = 4,7$ м/мин	$l_2 = 6,0$	–	–	–	–	$\frac{2l_2}{V_p}$	4,4	–
4	Перемещение к посту загрузки бетонной смеси	–	$V_{п} = 9,6$ м/мин	$l_1 = 6,8$	–	–	–	–	$\frac{l_1}{V_{п}}$	0,71	–
5	Режимное время при формовании	Виброуплотнение, распределение, заглаживание и т. д. по факту конкретного случая									

5. Построение пооперационного графика и определение оптимального количества работающих на линии

Цель работы: приобретение обучаемыми навыков разработки организационно-технологического отражения (структуры) процесса изготовления продукции в форме пооперационного графика изготовления изделий, определения количества, специализации и квалификации исполнителей работ.

Содержание и порядок выполнения работы включают:

- ознакомление с методическими указаниями по рассматриваемому разделу курса для ведения расчетов и оформления их результатов;
- получение задания на ведение расчетов;
- выполнение расчетов с разработкой организационно-технологической структуры производственного процесса с соответствующим оформлением записей;
- графическое отражение затрат времени на операции, составляющие технологический процесс изготовления изделий, в соответствии с полученными расчетными данными;
- определение количества, специализации и квалификации исполнителей работ;
- анализ и корректировка (при необходимости) элементов пооперационного графика с целью обеспечения планового ритма и заданной производительности производства;
- выводы по результатам выполненной работы и ее окончательное оформление.

Методические указания. По заданию преподавателя определяется вариант способа производства и вид изготавливаемого изделия.

На этом основании разрабатывается организационно-технологическая структура производственного процесса по форме табл. 5.1.

Для этого в таблице вначале заполняют графу 3, отражая в ней наименование операций и приемов их выполнения в технологической последовательности, присущей процессу изготовления данного вида изделий и особенностям выбранного способа производства. Рекомендуется начинать перечень операций с момента завершения тепловой обработки (или окончания естественной выдержки, если ТО отсутствует) изделий. То есть с момента (операции) съема и подачи

формы с изделием(ями) из агрегата тепловой обработки на пост распалубки (для конвейерных и агрегатно-поточных линий) и снятия (скатывания) тепловлагоизолирующего покрывала или крышек укрытия камер при стендовом способе производства и заканчивая подачей формы со свежееотформованным изделием на тепловую обработку.

Затем, используя данные предыдущего занятия о компоновке технологических линий в цеху и продолжительности технологических операций (дополняя их по мере необходимости), заполняют графы № 4–7 табл. 5.1.

Таблица 5.1

Пооперационный график изготовления изделий

№ элементного цикла (поста)	Наименование элементного цикла (поста)	Наименование операций и приемов	Трудоемкость операций и приемов, чел.-мин	Трудовые ресурсы		Продолжительность операции, мин	Ритм потока или текущее время (для стендов), мин
				Кол-во рабочих, разряд	Механизмы, инструмент		
1	2	3	4	5	6	7	8

Обобщают выполненные расчеты организационно-технологической структуры производственного процесса в виде пооперационного графика изготовления изделий, в котором затраты времени на отдельные операции элементных циклов (или ритма) изображают графически (графа № 8). В итоге пооперационный график показывает степень совмещения отдельных операций и элементных циклов во времени и является основой для последующего расчета потребности в основных и вспомогательных рабочих цехах.

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства характерно параллельное (одновременное) выполнение элементных циклов на всех постах, поэтому графа № 8 соответствует и строится графически на время рабочего ритма потока, определенного по ведущему посту. Если продолжительность операций на каких-то постах не обеспечивает занятость рабочих в течение полного рабочего ритма, следует либо корректировать их численность, либо обслуживать одним составом рабочих несколько постов.

При стендовом способе производства и разделении подготовительных операций и формования графа № 8 пооперационного графика изготовления изделий рассчитывается и строится на время, соответствующее времени подготовительных операций ($t_{\text{по}}$) при параллельном (одновременном) отображении операций по формованию. В варианте последовательного выполнения работ одним звеном графически отображается время, равное сумме $t_{\text{поф}} = t_{\text{по}} + t_{\text{ф}}$, чтобы отразить продолжительность и последовательность подготовительных работ и формовки. Тепловая обработка изделий во всех случаях вводится в пооперационный график отдельным элементарным циклом с указанием ее продолжительности и возможных особенностей (например, ступенчатый режим и пр.).

На основе пооперационного графика изготовления изделий определяют коэффициенты занятости основных рабочих, величина которых должна быть близкой к единице (исключение составляют крановщики). Расчет коэффициентов занятости рабочих на конвейерных и агрегатно-поточных линиях осуществляют по формуле:

$$K_{zi} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^R}{R}, \quad (5.1)$$

а для стендов

$$K_{zi} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\text{по(поф)}}}{t_{\text{по(поф)}}}. \quad (5.2)$$

Здесь $\sum_{i=1}^n t_i^R$ – суммарное время работы данного рабочего за время ритма (R);

$\sum_{i=1}^n t_i^{\text{по(поф)}}$ – суммарное время работы данного рабочего за время подготовительных операций $t_i^{\text{по}}$ или $t_i^{\text{поф}}$ при выполнении подготовительных операций и формования одним звеном.

Произведенный расчет оформляют в виде табл. 5.2, которая отражает распределение производственной нагрузки в бригаде и рациональность использования трудовых ресурсов. В приведенном виде соответствует отражению конвейерных и агрегатно-поточных линий. При стендовом способе производства графа № 5 соответствует продолжительности рабочей смены, а в графе № 4 указывают элементный цикл, в котором занят рабочий.

Таблица 5.2

Распределение производственной нагрузки
и коэффициент занятости

№ п/п	Профессия рабочего	Разряд	№ обслуживаемого поста	Ритм потока R , мин	Суммарное время работы, мин	Коэффициент занятости, K_{zi}
1	2	3	4	5	6	7

При определении количества исполнителей учитывают, что для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства все элементные циклы выполняются на разных постах и они работают одновременно и синхронно в пределах ритма.

Для стендового способа производства при разделении элементных циклов подготовительных операций и формования эти работы выполняют разные звенья исполнителей одновременно, а при их совмещении – последовательно, одним звеном.

Данные пооперационного графика изготовления планируемых к выпуску изделий являются основанием для определения потребности в основных производственных рабочих и их квалификации для обеспечения производственного процесса. Путем оценки необходимости одновременного выполнения операций всех элементных циклов определяют количество исполнителей. Следует учитывать, что в современных условиях хозяйствования степень занятости рабочих должна быть высокой. Она отражается (формулы (5.1) и (5.2)) коэффициентом занятости K_z , т. е. отношением времени занятости исполнителя к времени ритма (для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства) или к времени подготовительных (либо подготовительных и формовочных) операций для стендового

способа производства. Рекомендуется, чтобы степень занятости характеризовалась: $K_z \geq 0,9$ доли ед. Исключение составляют крановщики, коэффициент занятости которых определяется по фактическим затратам времени на крановые операции и устанавливается по пооперационному графику, а подтверждается по данным циклограмм работы кранов с учетом как основных, так и вспомогательных операций. Например, открыть-закрыть крышки камер тепловой обработки; разово выгрузить арматуру, восстанавливая ее запас в цеху; переместить контейнеры закладных деталей и т. п. операции, являющиеся вспомогательными элементами технологического процесса, но выполнение которых обязательно для его реализации.

6. Построение сводного графика работы технологических линий

Цель работы: приобретение обучаемыми навыков проектирования совместной работы бетоносмесительного узла завода и бетоновозной эстакады по бесперебойному обеспечению формовочных постов бетонной смесью.

Содержание и порядок выполнения работы включают:

- ознакомление с методическими указаниями по рассматриваемому разделу курса для проектирования бесперебойной подачи бетонной смеси к формовочным постам технологических линий;
- получение задания на ведение расчетов;
- выполнение расчетов и получение необходимых для дальнейшей работы данных с соответствующим оформлением записей;
- разработку эскиза компоновочного решения трактов подачи бетонной смеси от БСУ к технологическим линиям для оценки условий и расстояний транспортирования смеси;
- разработку в графоаналитической (табличной) форме процесса подачи бетонной смеси;
- анализ и корректировка (при необходимости) разработанного сводного графика работы технологической линии с целью обеспечения бесперебойной работы формовочных постов;
- выводы по результатам выполненной работы и ее окончательное оформление.

Методические указания. Производственный процесс изготовления изделий сборного железобетона требует своевременного обеспечения работ материалами, комплектующими изделиями, арматурой, смазочными и прочими необходимыми для производства продукции компонентами. Их подача к местам применения в технологическом процессе изготовления изделий осуществляется по мере необходимости с учетом нормативных запасов хранения в производственных цехах (см. материал лекционного курса). Задача восстановления (поддержания на обеспечивающем бесперебойную работу уровне) промежуточных запасов требуемых компонентов решается разработкой системы внутрицехового транспортирования.

Важнейшим элементом внутрицехового транспортирования является своевременное и бесперебойное обеспечение бетонной смесью формовочных постов (или мест бетонирования) всех технологических линий предприятия. Для выполнения расчетов по заданию преподавателя принимаются примерные компоновочные решения (эскиз-схема) трактов подачи бетонной смеси от БСУ к формовочным постам технологических линий.

Результаты расчета отражают в форме рис. 6.1, в виде графического изображения затрат времени на доставку требуемого количества бетонной смеси к местам формирования изделий для всех технологических линий предприятия.

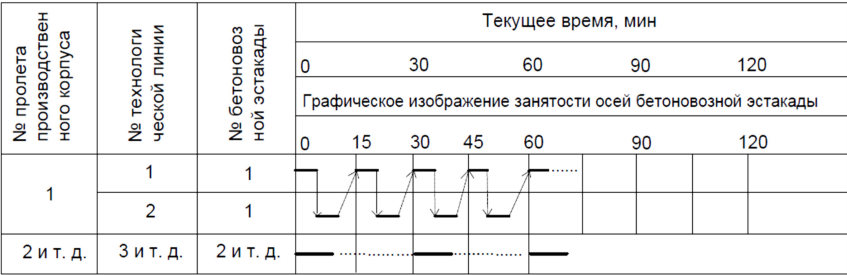


Рис. 6.1. Сводный график работы технологических линий

Примечание. График разрабатывается в соответствии с конкретным составом предприятия по количеству пролетов (цехов), технологических линий и осей бетоновозной эстакады, включая адресную подачу бетона.

Данные рис. 6.1 показывают возможность бесперебойного снабжения бетонной смесью всего производства с учетом конкретных условий ведения работ. При ее разработке исходят из того, что производительность запроектированного бетоносмесительного узла предприятия заведомо обеспечивает требуемый для формовочных линий объем бетонной смеси, то есть данными графика решается логистическая задача по ее подаче в формовочные пролеты.

В расчетах учитывают:

- объем бетона приготавливаемого замеса и объем бетона формовуемого изделия, м^3 ;
 - наличие или отсутствие на БСУ накопительного бункера (емкости) для сбора 2-х (и более) замесов, т. к. во многих случаях объем бетона в формуемых изделиях превышает объем одного замеса;
 - объем бадьи (бункера) самоходной тележки, доставляющей смесь (возможно использование бадей с прицепами для увеличения объема перевозимого бетона);
 - скорость движения и расстояние перемещения самоходных бадей к местам выгрузки смеси (с учетом двойного перемещения – к БСУ и обратно, к месту выгрузки);
 - время загрузки бетонной смесью на БСУ (с учетом количества замесов и времени его (их) приготовления, т. е. ожидания под загрузкой);
 - время выгрузки бетонной смеси в бетоноукладчик (раздатчик) или при ином варианте выгрузки (например, на ленту ленточного транспортера для последующей подачи смеси к месту формования).
- Расчет затрат времени на одну доставку (одиночный цикл работы самоходной бадьи) смеси ($T_{\text{сб}}$, мин) производят с учетом фактического расстояния транспортирования (l , м), скорости транспортирования ($v_{\text{сб}}$, м/мин, т. е. скорости движения самоходной бадьи), времени на загрузку – приготовление смеси (t_3 , мин) и времени выгрузки ($t_{\text{в}}$, мин) бетонной смеси по зависимости:

$$T_{\text{сб}} = t_3 + 2t_{\text{п}} + t_{\text{в}}, \text{ мин}, \quad (6.1)$$

где $t_{\text{п}}$ – перемещение от БСУ к месту выгрузки: $t_{\text{п}} = l \cdot v_{\text{сб}}$, мин.

Например, при обеспечении 1-го пролета производственного корпуса предприятия, в котором расположено две технологические линии, работающие с ритмом $R = 15$ мин, расчет учитывает, что:

- среднее для пролета расстояние транспортирования $l \sim 18$ м;
- время загрузки бады объемом $2,0 \text{ м}^3$ (при объеме бетона в изделеи $V \sim 1,8 \text{ м}^3$ и объеме 1-го замеса $V_3 = 1,0 \text{ м}^3$ (смеситель номинальным объемом $V_{\text{см}} = 1,5 \text{ м}^3$)) при наличии накопительного бункера на БСУ составит ~ 2 мин;
- время выгрузки в бетоноукладчик составит $t_b = 1,5$ мин, тогда при скорости перемещения самоходной бады $v_{\text{сб}} = 20$ м/мин время одного цикла доставки бетонной смеси составит:

$$T_{\text{сб}} = 2 + (2 \cdot 18 : 20) + 1,5 \approx 5,3 \text{ мин.}$$

Для рассмотренного случая (рис. 6.1) обе технологические линии 1-го пролета будут обеспечены бетонной смесью работой 1-й оси бетоновозной эстакады. Резерв времени по этой оси между поочередным подвозом смеси на 1-ю и 2-ю технологические линии составляет менее 5 мин. Очевидно, что 1-я ось бетоновозной эстакады не может быть задействована для работы на других пролетах без ущерба для бесперебойного снабжения бетонной смесью линий № 1 и № 2, либо может быть задействована в пределах времени менее 5 мин при условии бесперебойного обеспечения работ линий № 1 и № 2.

Отличающийся от приведенного вариант показан для пролета № 2 и линии № 3. В этом случае в пролете размещается одна линия, которая работает с ритмом $R = 30$ мин, и ось бетоновозной эстакады № 2 будет задействована на этой линии ~ 10 мин. Оставшееся время она может обеспечивать работу технологических линий другого(их) пролета(ов).

Подобно приведенным примерам рассчитывают время занятости осей бетоновозной эстакады и приводят результаты расчета в таблицу по форме рис. 6.1. При необходимости корректируют расчет с учетом того, как запроектирован бетоносмесительный узел, какое принято количество бетоносмесителей и их объем, как обустроены места загрузки смеси в самоходные бады, какое количество последних может загружаться одновременно. В обязательном порядке следует учитывать и при необходимости смещать во времени начало загрузки самоходных бадей в соответствии с работой бетоносмесителей. В частности, при загрузке 2-х самоходных бадей из одного смесителя на сводном графике начало их работы по загрузке должно быть соответственно смещено во времени.

Изложенные правила разработки сводного графика работы технологических линий относятся ко всем способам производства изделий. Особенностью стендового способа производства является, как правило, значительно больший объем бетона в изготавливаемых изделиях, чем это относится к конвейерному и агрегатно-поточному способам. В наибольшей мере это относится к изготовлению изделий в кассетах, где требуемый объем бетона для разовой формовки может достигать более 20 м³. Соответственно с этим (и с учетом непрерывности бетонирования), процесс формования может обеспечиваться непрерывной работой в течение требуемого времени одной из осей бетоновозной эстакады, либо включающей в работу нескольких (преимущественно 2-х) ее осей. Например, при подаче бетонной смеси к месту формования с помощью крана и съемной бады (бункера), которые могут загружаться смесью от разных осей бетоновозной эстакады.

Изложенный подход в целом сохраняется при адресной подаче бетона к каждому из формовочных постов. Возможные отличия, связанные с тем, что в этом случае отсутствуют перегрузки бетонной смеси в процессе ее подачи от БСУ к месту формования, анализируются и соответствующим образом отражаются при разработке сводного графика работы технологических линий. В частности, тракты движения самоходных бадей (бункеров) могут предполагать поочередное обеспечение одной транспортной единицей 2-х формовочных постов, расположенных в одном (или реже в ином) пролете.

Анализ полученного сводного графика работы технологических линий позволяет подтвердить соответствие расчетных данных как по проектному решению БСУ (производительность, количество и объем смесителей, условия накопления и загрузки смеси и т. д.), так и по обеспечению бесперебойного и своевременного снабжения бетонной смесью формовочных постов принятым вариантом ее доставки в пролеты производственного корпуса предприятия.

7. Моделирование работы технологического оборудования пролета

Цель работы: приобретение обучаемыми практических навыков графоаналитического отображения совместной работы всех видов оборудования, задействованного в технологическом процессе изготовления изделий, взаимоувязки его работы с затратами времени на ручные операции и подтверждения (либо установления необходимости корректировки) ранее выполненных расчетов о длительности элементных циклов подготовки и формования для стандов или ритма работы конвейерных и агрегатно-поточных линий.

Содержание и порядок выполнения работы включают:

- ознакомление с методическими указаниями по рассматриваемому разделу курса для ведения расчетов и построения циклограммы работы оборудования пролета;
- получение задания на ведение расчетов;
- выполнение расчетов и получение необходимых для дальнейшей работы данных с соответствующим оформлением записей;
- графическое моделирование работы оборудования пролета в виде циклограммы, отображающей ход технологического процесса изготовления изделий в пределах рассматриваемого пролета и в соответствии с полученными расчетными данными;
- анализ и корректировка (при необходимости) построенной циклограммы с целью обеспечения требуемого ритма конвейерных и агрегатно-поточных линий или длительности элементных циклов для стандов;
- выводы по результатам выполненной работы и ее окончательное оформление.

Методические указания. Моделирование работы технологического оборудования, обеспечивающего ход производственного процесса изготовления изделий, осуществляется в виде ее графического отображения в осях: расстояние (в пределах рассматриваемого пролета) – время, затрачиваемое на выполнение работ разными видами задействованного оборудования.

В качестве примера на рис. 7.1 показан вариант построения циклограммы работы оборудования пролета, в котором скомпонованы

две технологические линии по производству условных железобетонных изделий агрегатно-поточным способом.

Необходимо отметить, что при наличии общих правил построения циклограмм работы оборудования пролета для всех способов производства они одновременно характеризуются существенным различием. Различия связаны как с особенностями способов производства изделий, так и с особенностями их конструкции, габаритов, технологии ведения работ, характеристик оборудования и т. д.

Общей является необходимость точного копирования (отражения) компоновочного решения производственных линий, расстановки и размеров их оборудования в «привязке» к плану цеха (пролета). Необходимым условием являются копия проектной разбивки такого плана, отраженного в масштабе 1 : 400 (или менее), с нанесением всех видов задействованного оборудования, формовочных и других постов, стендов, мест складирования изделий, арматуры, постов (или агрегатов) тепловой обработки и т. д.

Во всех случаях циклограмма работы оборудования пролета строится в осях «расстояние – время». На горизонтальной оси, соответствующей размерам (осевым расстояниям между крайними колоннами по продольной оси) пролета, откладывается расстояние перемещения оборудования (l , м).

Вертикальная ось циклограммы отражает затраты времени (t , мин) на перемещение оборудования, выполнение разных видов производимых работ.

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства отражение работы оборудования на циклограмме соответствует времени не менее продолжительности двух ритмов потока. Это необходимо для подтверждения соответствия расчетов условию организации поточного производства.

Для стендового способа производства отрезков времени, отраженный на циклограмме работы оборудования, должен соответствовать продолжительности подготовительных операций и формования, включая начало тепловой обработки изделий(ия).

Во всех случаях на циклограмме должна быть отражена работа всех видов задействованного оборудования как при обеспечении основных операций технологического процесса изготовления изделий, так и при выполнении вспомогательных операций (например: под-

воз арматуры и восстановление ее запаса в цеху; открыть-закрыть крышки ямных камер; отгрузка-вывоз готовой продукции и пр.).

Работа оборудования на циклограмме изображается в виде сплошных линий; простой (ожидание) оборудования обозначается штриховыми линиями. Во всех случаях графическое отображение на циклограмме работы каждого из видов задействованного оборудования должно быть непрерывным и иметь условные (характерные) обозначения. Например, работа крана « $K_0^1 \dots K_i^1$ », работа бетоноукладчика « $B_0^1 \dots B_i^1$ » и т. д., при обозначении $K_0^1 (B_0^1)$, отражающем начало работ крана (бетоноукладчика) и других видов оборудования с соответствующим условным обозначением. Выполнение ручных работ, включая работы, выполняемые с помощью «ручного» инструментария (механизмов для натяжения или резки арматуры, заглаживающих машин и т. п.), на циклограмме, как правило, не обозначается. Вместе с тем, допускается их обозначение, которое помогает детализировать и более наглядно отражать работу механического оборудования пролета и технологического производственного процесса. В частности, это в большей мере относится к отображению на циклограмме работ при стендовом способе производства. Например, при изготовлении ферм и других крупногабаритных преднапряженных изделий работы, выполняемые вручную и с использованием ручного механического инструмента, характеризуются значительной продолжительностью. Эти периоды выполнения работ рационально отражать на циклограмме соответствующим условным обозначением (например, «-р-р-р-»), чтобы в соответствии с фактическим ходом технологического процесса (подготовительных операций, армирования, формования) отражалась работа кранов и другого задействованного механического оборудования пролета.

Рассмотрим вариант примера построения циклограммы работы оборудования пролета, обустроенного двумя технологическими линиями агрегатно-поточного способа производства изделий общестроительного назначения, представленный на рис. 7.1. Этот вариант циклограммы отражает работу оборудования применительно к рассмотренному ранее (разд. 4) примеру изготовления преднапряженных ребристых плит размерами 3×6 м, с ритмом потока $R = 15$ мин. Для обеспечения такого ритма потока связь между постами распалубки-подготовки форм, армированием и формованием в рассмат-

риваемом случае обеспечена приводными рольгангами, которые работают независимо от работы крана (управляются оператором, на рисунке обозначены $(P_i^1...P_i^4)$). В противном случае, т. е. если перемещение форм между этими постами осуществлять краном, достичь темпа работ в соответствии с ритмом потока $R = 15$ мин не представляется возможным из-за чрезмерных затрат времени на крановые операции. В частности, при съеме краном формы со свежеотформованным изделием для подачи его в камеру тепловой обработки эта зона (участок) пролета будет краном занята. Последующие работы по перемещению формы с поста армирования освободившиеся на пост формования, а затем – с поста подготовки на пост армирования этим краном, можно выполнить только после его возвращения от камер тепловой обработки, что существенно увеличит время ведения работ, т. е. ритм потока. В связи с этим при проектировании технологических линий рационально использовать дополнительные механизмы и устройства, позволяющие снижать затраты времени на операции, осуществляемые с использованием кранов. Например, приводные рольганги, формоукладчики, передаточные мосты и др. оборудование.

При построении циклограммы начало работы каждого из видов оборудования обозначается как исходная (нулевая) позиция (бетоноукладчика – B_0 ; крана – K_0 и т. д.). Следует учитывать, что начало работ, отражаемых циклограммой, – это не начало рабочей смены, а некий отрезок времени, произвольно взятый из производственного процесса. Поэтому выбор начала отражения работы оборудования пролета на циклограмме может быть произвольным. Однако при этом рекомендуется для агрегатно-поточного способа производства начинать построение циклограммы с момента, когда пост формования свободен от ранее отформованного изделия (формы, поддона), и на него можно подавать краном или перемещением с помощью рольганга (как показано на рис. 7.1) подготовленную к формованию очередного изделия форму. Для конвейерных технологических линий новый производственный ритм начинается с перемещения конвейера. При этом синхронно передвигаются все формы, находящиеся на рабочей части конвейерной линии, освобождается первый пост (пост распалубки изделий) и на него подают очередную форму с изделием(ями), прошедшим(ми) тепловую обработку.

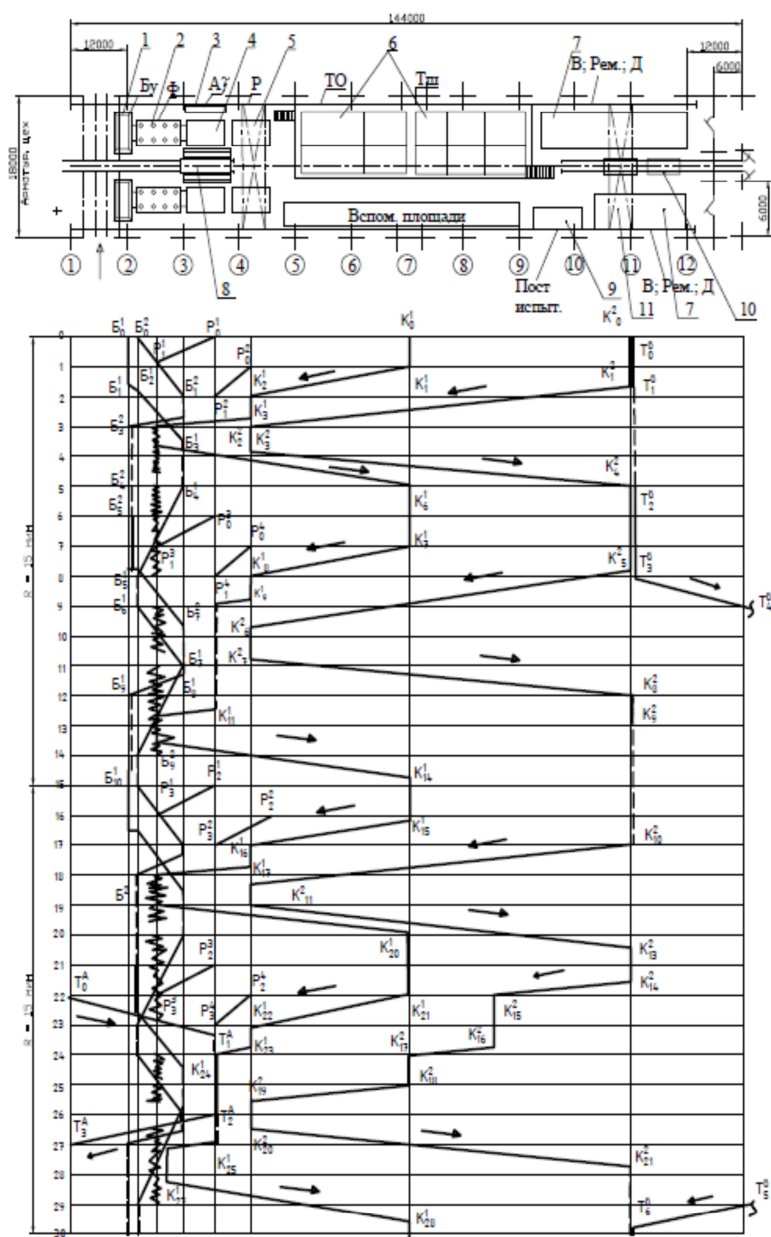


Рис. 7.1. Вариант циклограммы работы оборудования

Для стендовых технологических линий начало отображаемых циклограммой работ оборудования начинают с момента окончания тепловой обработки на коротком стенде (для длинных стендов – всей линии) и начала распалубочных работ: снятие крышек камер, либо свертывание и сбор гидротеплоизолирующего покрывала и т. п.; для стендов-кассет – с открытия 1-го отсека (если, в частности, укрытие при тепловой обработке отсутствует). Общим принципом построения циклограмм работы оборудования пролета, в котором размещены две технологические линии (агрегатно-поточный способ производства) или одновременно работает два (и более) звена при обслуживании стендов, вначале рекомендуется в полном объеме отразить работу 1-й технологической линии, а затем – 2-й (по аналогии с первой). Таким же образом отразить работу разных звеньев, обслуживающих стенды. При этом следует смещать во времени работу бетоноукладчиков (бетонораздатчиков), центрифуг, кранов, передаточных мостов и др. видов оборудования на разных линиях или стендах таким образом, чтобы своевременно и бесперебойно обеспечивать формовочные посты (или места формовки) бетонной смесью и выполнять другие работы, необходимые для реализации технологического процесса изготовления изделий.

При курсовом, дипломном и иных видах проектирования технологических линий циклограмма работы оборудования является неотъемлемой частью разработки организации производства.

В подрисуночной подписи к циклограмме приводят пояснение, соответствующие работе, выполняемой данным видом оборудования. Например, работа в пределах ритма бетоноукладчика в соответствии с циклограммой, приведенной на рис. 7.1: $B_0^1 \dots B_1^1$ – загрузка бетоноукладчика бетонной смесью; $B_1^1 \dots B_2^1$ – перемещение к посту формования; $B_2^1 \dots B_3^1$ – укладка бетона в ребра плиты; $B_3^1 \dots B_4^1$ – простой (ожидание) при уплотнении бетона в ребрах плиты с помощью виброплощадки; $B_4^1 \dots B_5^1$ – укладка бетона в полку плиты с помощью вибронасадки (при одновременном виброуплотнении); $B_5^1 \dots B_6^1$ – ожидание с доработкой поверхности; $B_6^1 \dots B_7^1$ – заглаживание поверхности плиты (например, заглаживающим валом бетоноукладчика); $B_7^1 \dots B_8^1$ – простой; $B_8^1 \dots B_9^1$ – возвращение в исходное поло-

жение; $B_9^1 \dots B_{10}^1$ – простой; $B_{10}^1 \dots B_i^1$ – дальнейшая работа бетоноукладчика № 1.

Работа оборудования может быть отражена без подробной детализации, но таким образом, чтобы была понятна ее сущность. Например, по рис. 7.1 работа крана № 1: $K_0^1 \dots K_3^1$ – выемка формы с изделием из ямной камеры и подача ее на пост распалубки (линия № 1); $K_3^1 \dots K_6^1$ – работа по съему формы со свежееотформованным изделием (с линии № 2) и установка ее на ТО; $K_7^1 \dots K_9^1$ – подача формы с ТО на пост распалубки (линия № 2); $K_{10}^1 \dots K_{12}^1$ – съем свежееотформованного изделия (линия № 1) и подача его на ТО; $K_{13}^1 \dots K_i^1$ – дальнейшая работа крана № 1.

Аналогичным образом приводят пояснение работы крана № 2, телеги завоза арматуры $T_0^A \dots T_i^A$, телеги вывоза готовых изделий (в определенном расчетном количестве за ритм) – $T_0^B \dots T_i^B$ – а также дискретно (по мере надобности) отображается и поясняется работа кратковременно включающегося в производственный процесс оборудования – для циклограммы на рис. 7.1 это работа приводных рольгангов: $P_0^1 \dots P_i^1$; $P_0^2 \dots P_i^2$; $P_0^3 \dots P_i^3$; $P_0^4 \dots P_i^4$.

Моделирование работы оборудования построением соответствующих циклограмм позволяет подтвердить соответствие или выявить необходимость корректировки расчетных данных о ритме потока, продолжительности элементарных циклов, технологического цикла в целом.

Одновременно решается задача по взаимоувязке и синхронизации работы задействованного оборудования всех видов с целью обеспечения поточности производства и выполнения плановой программы выпуска продукции.

Раздел 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПРИ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

При проектировании новых или реконструкции существующих производств исходят из вида (типоразмеров, массивности, наличия (отсутствия) преднапряжения арматуры и т. д.) планируемых к изготовлению изделий (конструкций) и объема их выпуска, т. е. планируемой производительности разрабатываемого производства.

В реальном проектировании объем выпуска продукции определяют на стадии предпроектной подготовки, оценивая потребность в данном виде продукции на основе маркетинговых исследований рынка, а также с учетом перспектив ее изменения во времени. На этом основании проектируют производство по установленной, например, годовой производительности, выраженной в $\text{м}^3/\text{год}$ или количеством штук конкретных изделий (конструкций) за год. Так же выполняют курсовую работу и разрабатывают организационную часть дипломного проекта по заданной годовой производительности разрабатываемого производства.

В случае если требуемая годовая производительность неизвестна, допускается по изложенным далее закономерностям вначале определять плановый цикл выпуска продукции (для стандового способа производства) или плановый такт выпуска продукции (для агрегатно-поточного и конвейерного способов производства) и на этом основании рассчитывать плановую производительность проектируемого производства по приведенным в пособии зависимостям.

Последовательность выполнения расчетов включает:

- обоснование и выбор способа производства;
- по заданной производительности рассчитывают плановый цикл или такт выпуска продукции;
- при отсутствии данных о производительности вначале определяют плановый цикл или такт выпуска продукции с последующим расчетом плановой производительности;
- разрабатывают планировочные решения производственного пролета (расстановки оборудования (постов) в привязке к осевым расстояниям колонн) на основе данных, полученных в проекте по дис-

циплине «Технология заводского производства бетонных и железобетонных изделий» и с учетом особенностей принятого способа производства;

- разрабатывают структуру организационно-технологического процесса изготовления изделий по форме табл. 2.1 (см. далее), начиная с перечня операций в их технологической последовательности и исходя из того, что завершен период твердения изделий (тепловая обработка или естественная выдержка) и начинаются операции их распалубки (для агрегатно-поточного и конвейерного способов производства – с подачи форм на пост распалубки);

- рассчитывают продолжительность операций (механизированных, ручных, автоматизированных) по форме табл. 2.2, используя данные принятого планировочного решения и расстановки оборудования (для оценки расстояний перемещения разных его видов) и технические характеристики задействованного оборудования;

- дорабатывают табл. 2.1, используя данные о времени (продолжительности) отдельных операций, полученных в табл. 2.2 для конкретных условий их выполнения;

- по данным табл. 2.1 группируют операции, объединяя их для выполнения на отдельных постах* (для агрегатно-поточного или конвейерного способов производства) и определяя на этом основании ритм потока, либо объединяя их в элементные циклы подготовки, формирования и тепловой обработки для стандов;

- соотносят полученное значение ритма потока (для агрегатно-поточного и конвейерного способов) с плановым тактом с позиций обеспечения требуемой производительности и при необходимости корректируют их величину;

- определяют расчетную продолжительность технологического цикла для стандовых линий по полученным данным и сверяют его с плановым, корректируя расчет при необходимости;

- устанавливают итоговое время технологического цикла для стандовых линий, обеспечивающего требуемую производительность разрабатываемого производства и являющегося основанием для ведения последующих расчетов;

* По мере возможности при составлении перечня технологических операций в табл. 2.1 они заранее могут быть отнесены к конкретным постам или временным циклам.

– рассчитывают количество изготавливаемых за время технологического цикла изделий, требуемое количество форм и строят циклограммы технологических процессов, при необходимости корректируя расчетные данные с учетом обеспечения условий организации поточного ** производства;

– разрабатывают пооперационный график изготовления изделий для принятого способа производства с учетом данных (табл. 2.3);

– распределяют производственную нагрузку и определяют коэффициенты занятости рабочих по форме табл. 2.4, строят сводный график работы технологических линий по форме графика на рис. 7.1 (см. лекц. курс);

– рассчитывают количество технологических линий, основного технологического оборудования, размеры вспомогательных площадей;

– строят циклограмму работы оборудования пролета, взаимодействуя и, при необходимости, корректируя расчеты;

– рассчитывают общую численность работающих, структуру управления цехом с оформлением табл. 2.5;

– разрабатывают организацию вспомогательных служб и упрощенную систему обслуживания основного технологического оборудования;

– выполняют технико-экономическую оценку эффективности производства.

** Поточного – обеспечивающего непрерывность технологического процесса изготовления изделий, подтвержденную его моделированием путем построения циклограмм, имитирующих (отражающих) ход технологического процесса во времени для принятого способа производства.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

2.1. Обоснование способа производства

2.1.1. Выбор способа производства

Выбор проектантом способа производства (либо обоснование установленного заданием на проектирование) определяется совокупностью факторов, из которых важнейшими являются:

- производительность проектируемого производства;
- конструктивные и технологические характеристики и особенности изделия: габариты, масса, наличие напрягаемой арматуры, особые условия формования, трудоемкость изготовления и т. д.

Кроме того, учитывается решаемая задача: проектируется новое производство или реконструируется существующее.

Целью выбора способа является определение технологических, технических и организационно-экономических условий выпуска продукции при оптимальном использовании всех ресурсов. В процессе анализа вариантов и выбора рационального способа производства для конкретного вида изделия руководствуются следующим.

Конвейерный способ производства обеспечивает наибольшую степень разделения технологического цикла изготовления изделий на отдельные элементные циклы и соответствующую узкую специализацию постов. Благодаря этому можно обеспечить минимальный (принудительный) ритм и получить наиболее высокую производительность линии. Способ целесообразен при изготовлении изделий повышенной трудоемкости (например, наружные стеновые панели для КПД) и при массовом производстве изделий узкой номенклатуры. К недостаткам его следует отнести высокую металло- и энергоемкость, наибольшие капитальные вложения и затраты при эксплуатации.

При агрегатно-поточном способе производства ритм (следовательно и степень разделения технологического цикла на элементные циклы) определяется, как правило, продолжительностью цикла формования (в отдельных случаях – армирования (например, при механическом натяжении более двух арматурных элементов)). Поэтому число постов в этом случае значительно меньше, чем на конвейерных линиях, и они зачастую комплексные. Перемещение форм

между постами, как правило, осуществляется мостовыми (или иными) кранами, что, в сравнении с конвейерными линиями, ведет к увеличению ритма и, следовательно, сопровождается снижением производительности, в сравнении с конвейерным. Изменить ситуацию позволяет применение рольгангов, формоукладчиков и иных средств, высвобождающих краны. Преимущество способа заключается в универсальности постов, что дает возможность выпускать широкую номенклатуру изделий быстро переходя с выпуска одних изделий на другие. Вместе с тем, чрезмерно расширять парк форм нецелесообразно из-за высоких амортизационных отчислений от стоимости металлических форм, увеличивающих себестоимость продукции. К недостаткам агрегатно-поточного способа, в сравнении с конвейерным, можно отнести удлинение технологического цикла за счет применения пропарочных камер периодического действия, но при этом возможно использование камер различных типоразмеров, что обеспечивает возможность производить разнообразную по видам и габаритам продукцию.

Стендовый способ производства характеризуется наиболее низкими удельными капитальными затратами, энергоемкостью, но и высокой трудоемкостью работ. Способ эффективен при изготовлении крупногабаритных, крупноразмерных предварительно напряженных изделий или изготовлении изделий в виде монолитного «пласта» с последующей разрезкой по требуемой длине.

При выборе стендового способа следует учесть особенности и возможности применения силовых форм, коротких, длинных (пакетных, протяжных) стендов, кассетных установок, а также возможность использования сменной бортовой оснастки на магнитах с учетом специфики производства конкретных изделий.

Перечисленные классические способы производства не являются догмой – известен целый ряд усовершенствованных, смешанных способов, к которым можно отнести полуконвейерный, карусельно-конвейерный, кассетно-конвейерный способы, сочетания стендового и агрегатного способов и др. – и проектант вправе обосновать выбор любого из них для разработки курсового и дипломного проектирования.

2.1.2. Техничко-экономическое сравнение способов производства

Техничко-экономическое сравнение различных способов производства при реальном проектировании осуществляется по приведенным затратам:

$$C_{\text{пр}i} = C_i + EK_i, \text{ руб.},$$

где C_i – себестоимость единицы продукции по i -му варианту, руб.;

E – нормативный коэффициент эффективности. $E = 0,12$ – при известных решениях; $E = 0,15$ – при новых решениях;

K_i – удельные капитальные вложения по i -му варианту, руб.

2.2. Разработка организационно-технологической структуры производственного процесса, расчет продолжительности операций и элементных циклов изготовления изделий

В зависимости от выбранного способа производства изделий разрабатывают технологическую последовательность (перечень) всех без исключения операций (выполняемых вручную, механизировано, в автоматическом режиме), составляющих полный цикл изготовления изделий, включая и тепловую обработку, по форме табл. 3.1.

Если соответствующая работа была выполнена в курсовом проекте по заводской технологии изготовления бетонных и железобетонных изделий, то используют полученные при этом данные.

Важнейшим этапом проектирования является расчет элементного цикла формования изделия, по которому, как правило, устанавливается рабочий ритм потока конвейерных и агрегатно-поточных линий; для станков определяется время технологического цикла.

2.2.1. Плановый такт выпуска продукции

Для конвейерных и агрегатно-поточных линий, прежде всего, необходимо определить плановый такт выпуска продукции, обеспечивающий выполнение заданной производительности. То есть необходимо рассчитать тот отрезок времени, за который проектируемое производство должно изготавливать единицу продукции или осу-

шествовать одну формовку, если используются многоместные формы. Плановый такт в последующем является ориентиром для определения рабочего ритма потока.

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства плановый такт выпуска продукции $R_{\text{пл}}$ определяется по формуле:

$$R_{\text{пл}} = \frac{B_p g_{\text{ф}}}{\Pi_{\text{год}}}, \text{ ч}, \quad (2.1)$$

где B_p – годовой фонд рабочего времени, ч;

$g_{\text{ф}}$ – количество одновременно формуемых изделий (в одной форме), шт.;

$\Pi_{\text{год}}$ – годовая плановая производительность изделий, шт.

Если годовая производительность задана в м^3 железобетона (Q), то $\Pi_{\text{год}}$ рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{год}} = Q / V_{\text{и}}, \text{ шт.}, \quad (2.2)$$

где $V_{\text{и}}$ – объем железобетона в изделии, м^3 .

Фонд времени рассчитывают по зависимости:

$$B_p = n_{\text{год}} \cdot t_{\text{см}} \cdot q_{\text{см}}, \text{ ч}, \quad (2.3)$$

где $n_{\text{год}}$ – количество рабочих суток в году, принимаемое (ОНТП-07-85) для конвейерного производства $n_{\text{год}} = 247$ сут., для агрегатно-поточного и стандового $n_{\text{год}} = 253$ сут. (при соответствующей длительности плановых остановок на ремонты (13 и 7 сут.) для номинального количества рабочих суток в году – 260);

$t_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены $t_{\text{см}} = 8$ час;

$q_{\text{см}}$ – количество смен в сутки. При 3-сменной работе продолжительность рабочих суток составляет 23 ч (при работе в ночную смену без обеденного перерыва в течение 7 ч).

2.2.2. Плановый цикл выпуска продукции

Для стандового способа производства рассчитывают плановый цикл выпуска продукции формуле:

$$T_{\text{ц}}^{\text{пл}} = \frac{B_{\text{р}} n_{\text{и}} M_{\text{ст}}}{\Pi_{\text{год}}}, \text{ ч}, \quad (2.4)$$

где $M_{\text{ст}}$ – число станков для изготовления заданного вида изделий, шт.;

$n_{\text{и}}$ – количество изделий, одновременно формуемых на станке, шт.;

$\Pi_{\text{год}}$ и $B_{\text{р}}$ – в соответствии с формулами (2.1) и (2.3).

Число станков $M_{\text{ст}}$ для предварительного расчета $T_{\text{ц}}^{\text{пл}}$ устанавливают исходя из рациональной компоновки их в пролете цеха и в последующем уточняют по фактическому времени технологического цикла $T_{\text{ц}}$ (суммарной продолжительности всех операций, выполняемых на станке, включая тепловую обработку).

2.2.3. Расчетный рабочий ритм и технологический цикл

Для расчета рабочего ритма потока (R) и технологического цикла ($T_{\text{ц}}$) необходимо установить продолжительность каждой операции, выполняемой в их технологической последовательности при изготовлении изделий. Для этого вначале в графу № 3 табл. 2.1 вводят все наименования выполняемых операций. Затем по форме табл. 2.2 рассчитывают их продолжительность в зависимости от условий выполнения.

Таблица 2.1

Структура организационно-технологического процесса изготовления изделий

№ п/п	Наименование элементного цикла (процесса, поста)	Наименование операций и приемов	Трудоемкость операций и приемов, чел.-мин	Трудовые ресурсы		Продолжительность операций (не совмещаемое), мин	Совмещаемое время, мин	Продолжительность простоев, мин	Рабочий ритм потока, мин
				Кол-во рабочих	Профессия, разряд				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 2.2

Расчет продолжительности операций

№ п/п	Наименование операций или приемов	Объем работ (м ³ , м ² , т и т. д.)	Расчетные параметры						Расчетная формула	Продолжитель- ность операции, мин	
			V , м/мин; м ² /мин; м ² /мин; т/мин	ℓ , м	$t_{из}$, мин	$\frac{N_{из}}{N}$	$t_{рп}$, мин	α		на одно изделие (форму)	сум- марное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

При механизации (автоматизации) работ:

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{\ell}{V} \kappa + t_p, \text{ мин}, \quad (2.5)$$

или

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{P}{V} \kappa + t_p, \text{ мин}, \quad (2.6)$$

где ℓ – расчетное расстояние рабочего или транспортного хода машины (бетоноукладчика, крана и т. д.), соответствующее принятой компоновке оборудования технологических линий на плане цеха, м;

P – объем работ (м^3 ; м^2 ; т), например, загрузка бетонной смеси, очистка формы и др.;

V – скорость (рабочая или транспортная) передвижения машины (м/мин) или скорость выполнения работ ($\text{м}^3/\text{мин}$; $\text{м}^2/\text{мин}$; т/мин);

κ – расчетное количество проходов машины для выполнения рассматриваемой работы;

t_p – режимное время машины (например, продолжительность нагрева арматуры до заданного удлинения стержней) или продолжительность операций, выполнение которых приостанавливает работу машины. Например, укладка арматуры и (или) утеплителя при сплошном формировании изделия.

Продолжительность операций, выполняемых вручную, рассчитывают по зависимости:

$$\tau_p = P \cdot t_n \cdot \frac{N_n}{N} \alpha, \text{ мин}, \quad (2.7)$$

где P – объем работ (м^3 , м^2 , т, шт.);

t_p – норма времени на единицу объема работ, принимаемая по действующим нормативам (справочникам) или установленная соответствующим расчетом для конкретного производства, чел.-мин;

N_n – число исполнителей, для которых установлена норма времени;

N – фактическое число исполнителей;

α – коэффициент, учитывающий уменьшение нормы времени ($\alpha < 1$) при использовании средств малой механизации или ее увеличение ($\alpha > 1$) за счет времени на личные нужды (при работе на

посту до трех рабочих). В расчетах по курсовому и дипломному проектированию допускается принимать α равным единице.

Характеристики механического оборудования технологической линии проектант устанавливает по соответствующим справочникам. Нормы времени или трудоемкость отдельных работ и операций принимает по типовым нормам времени на производство ж/б изделий и конструкций в соответствии с выбранным способом производства. Рабочие, а также холостые транспортные маршруты оборудования (расстояния перемещений) вычисляют на основе плана цеха и компоновки (расположения) соответствующего оборудования, разработанных применительно к зданию по настоящей работе или при выполнении курсового проекта по заводской технологии изготовления бетонных и железобетонных изделий.

В общем случае за точку отсчета расстояния перемещения кранов и другого оборудования принимают геометрический центр поста (стенда). Исключение составляют те посты (стенды) или участки, где оборудование работает с разными скоростями. Например, формовочный пост, если бетоноукладчик имеет транспортную (более высокую) и рабочую (при подаче бетонной смеси в форму) скорости.

Помимо перечисленных ранее методов расчета длительность операций (некоторой, i -й) может быть определена исходя из трудоемкости:

$$\tau_{oi} = \frac{H_{oi}}{N_{oi}}, \text{ мин}, \quad (2.8)$$

где H_{oi} – трудоемкость операции, взятая по нормативной или справочной литературе и приведенная к одному исполнителю, чел.-мин;

N_{oi} – количество исполнителей данной операции.

При этом необходимо учитывать, что таким образом можно определять продолжительность операций, выполняемых вручную и с помощью средств малой механизации.

В случае если разрабатываемое производство единично и нормы времени (трудоемкость) на заданный вид продукции отсутствуют, следует определить изделие-аналог и производить расчеты на основе его норм времени с поправкой на особенности проектируемого производства.

2.2.4. Рабочий ритм, элементные циклы, технологический цикл

Установив продолжительность всех операций технологического цикла, группируют их по отдельным постам (распалубки, армирования, формования и т. д.) при конвейерном или агрегатно-поточном способе производства и определяют ритм выпуска изделий.

Для станков устанавливают продолжительность элементных циклов подготовки, формования (или подготовки + формования, при выполнении этих операций одним звеном рабочих) и тепловой обработки и определяют продолжительность технологического цикла ($T_{\text{ц}}$).

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства сопоставляют величину полученного ритма с плановым тактом выпуска продукции ($R_{\text{пл}}$) и устанавливают рабочий ритм потока (R). Для этого при необходимости уточняют распределение операций по постам и количество последних, корректируют продолжительность операций, изменяя условия их выполнения (например, используя более производительное оборудование или дооснащение технологических линий вспомогательными устройствами (в частности, с целью снижения загрузки кранов) и пр.) или количество исполнителей и т. д. Необходимо учитывать, что отношение $R / R_{\text{пл}} \leq 1$ свидетельствует о достаточности одной технологической линии для обеспечения заданной производительности при ритме R ; если $2 > R / R_{\text{пл}} > 1$, то необходимы две технологические линии, а при $R / R_{\text{пл}} > 2$ следует решить задачу по снижению ритма до требуемой величины либо оценить возможность проектирования производства в «УТП-2» или в двух пролетах «УТП-1».

Для станкового способа производства подтверждением приемлемости полученной продолжительности технологического цикла $T_{\text{ц}}$ является соотношение $T_{\text{ц}} / T_{\text{ц}}^{\text{пл}} \leq 1$. Если оно больше единицы, то заданная программа выпуска продукции не будет обеспечена. Необходимо либо принимать меры по сокращению времени $T_{\text{ц}}$, либо (если это невозможно) увеличивать количество станков в соответствии с последующим расчетом и, например, проектировать производство в «УТП-2».

Оптимизация длительности ритма конвейерных и агрегатно-поточных линий (цикла формования станковых линий) за счет макси-

мального совмещения и времени технологических операций и минимизации простоев основного оборудования осуществляется путем построения циклограммы работы оборудования на постах (стандах) и в целом – в пролете. В результате построения циклограммы окончательно подтверждается или корректируется величина рабочего ритма R конвейерных и агрегатно-поточных линий, либо время подготовительных и формовочных операций $t_{\text{по}}$ и $t_{\text{ф}}$, (или $t_{\text{поф}}$) для стандов.

Кроме того, циклограмма позволяет проанализировать загрузку оборудования и внутрицеховые грузовые потоки.

На основании полученных данных (табл. 2.1 и 2.2) определяют продолжительность технологического цикла. Расчет $T_{\text{ц}}$ производят по формулам:

$$T_{\text{ц}}^{\text{к}} = (m - 1)R + t_{\text{то}}, \text{ ч}; \quad (2.9)$$

$$T_{\text{ц}}^{\text{а}} = (m - 1)R + (g - 1)R + t_{\text{то}}, \text{ ч}; \quad (2.10)$$

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = t_{\text{по}} + t_{\text{ф}} + t_{\text{то}}, \text{ ч}, \quad (2.11)$$

где $T_{\text{ц}}^{\text{к}}$, $T_{\text{ц}}^{\text{а}}$, $T_{\text{ц}}^{\text{с}}$ – продолжительность технологического цикла при конвейерном, агрегатно-поточном и стандовом способах производства соответственно, а для стандов при выполнении одним звеном рабочих подготовительных операций и формования:

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = t_{\text{поф}} + t_{\text{то}} \text{ (ч, мин)}, \quad (2.12)$$

где m – количество элементарных циклов (постов) на технологической линии, включая тепловую обработку как один пост;

$t_{\text{по}}$, $t_{\text{ф}}$, $t_{\text{то}}$ – время подготовительных операций, формования тепловой обработки, ч (мин);

$t_{\text{поф}}$ – время при совмещении подготовительных операций и армирования, ч (мин);

g – количество форм с изделиями, загружаемых в одну камеру (отсек, термопакет и т. д.).

Рассчитывают число форм, обрабатываемых на всех постах технологической линии за период $T_{\text{ц}}$ для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства соответственно:

$$n = m - 1 + \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}; \quad (2.13)$$

$$n = m + g - 2 + \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}; \quad (2.14)$$

где z и $t_{\text{оп}}$ – число и продолжительность обеденных перерывов за время $T_{\text{ц}}$ (ч; мин).

Значение n соответствует количеству форм на потоке (без запаса), а также количеству изделий, изготавливаемых на технологической линии за время $T_{\text{ц}}$ (при одном изделии в форме).

Для стандового способа производства величина n показывает количество изготовленных изделий и сколько стандов за $T_{\text{ц}}$ обслужит одно звено рабочих. Рассчитывают n при последовательно-параллельном выполнении подготовительных операций и формовки по зависимости:

$$n = 1 + \frac{t_{\text{ф}} + t_{\text{по}} - z t_{\text{оп}}}{t_{\text{по}}}, \text{ шт.}, \quad (2.15)$$

и при выполнении их одним звеном рабочих (последовательно):

$$n = 1 + \frac{t_{\text{то}} - z t_{\text{оп}}}{t_{\text{ноф}}}, \text{ шт.} \quad (2.16)$$

2.2.5. Оценка расчетных данных

По значениям основных расчетных характеристик ($T_{\text{ц}}$, n , R , m и др.) подтверждают правильность выполненной работы построением циклограммы технологического процесса. Разрабатываемое производство будет поточным, если на циклограмме конвейерного и агрегатно-поточного способов производства в одной точке пересекутся проекции расчетных значений $T_{\text{ц}}$ и n с графическим отражением работы первого поста технологической линии, а при стен-

довом способе – с графическим отражением звена подготовки (либо подготовки-формовки при их последовательном выполнении одним звеном). Возможные исключения из этого правила проектант должен согласовывать с руководителем (консультантом) проекта.

2.2.6. Пооперационный график

После построения циклограммы технологического процесса, проектант разрабатывает пооперационный график изготовления изделий (по форме табл. 2.3), в котором затраты времени по отдельным операциям и элементным циклам (ритму) изображают графически (графа № 8). Все необходимые для этого данные проектант берет из табл. 2.1 и 2.2. Пооперационный график показывает степень совмещения отдельных операций и элементных циклов во времени и является основой для последующего расчета потребности основных и вспомогательных рабочих цеха.

Для конвейерного и агрегатно-поточного способов производства характерно параллельное (одновременное) выполнение элементных циклов на всех постах, поэтому графа № 8 исполняется графически на время рабочего ритма потока, определенного ранее (табл. 2.1) по ведущему посту. Если продолжительность операций на каких-то постах не обеспечивает занятость рабочих в течение полного рабочего ритма, следует корректировать (уменьшать) их численность, одновременно перераспределяя производственную нагрузку таким образом, чтобы отдельный работник либо один состав рабочих обслуживал несколько постов.

Таблица 2.3

Пооперационный график изготовления изделий

№ элементного цикла (поста)	Наименование элементного цикла (поста)	Наименование операций и приемов	Трудоемкость операций и приемов, чел.-мин	Трудовые ресурсы		Продолжительность операции, мин	Ритм потока или текущее время (для станков), мин*
				Кол-во рабочих, разряд	Механизмы, инструмент		
1	2	3	4	5	6	7	8

* отображается графически.

При стандовом способе производства графа № 8 пооперационного графика изготовления изделий рассчитывается и отображается графически на время, равное сумме $t_{\text{по}} + t_{\text{ф}}$ (либо $t_{\text{поф}}$, если эти операции выполняет одно звено рабочих), чтобы отразить продолжительность, последовательность и возможное совмещение во времени видов подготовительных работ и формовки. Тепловая обработка изделий во всех случаях вводится в пооперационный график отдельным элементарным циклом с указанием ее продолжительности и возможных особенностей (например, ступенчатый режим и пр.).

2.2.7. Коэффициент занятости рабочих

На основе пооперационного графика изготовления изделий определяют коэффициенты занятости основных рабочих, величина которых должна быть близкой к единице (исключение составляют крановщики). Расчет коэффициентов занятости рабочих на конвейерных и агрегатно-поточных линиях осуществляют по формуле:

$$K_{zi} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^R}{R}, \text{ доли ед.}, \quad (2.16)$$

а для стандов

$$K_{zi} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i^{\text{см}}}{t_{\text{см}}}, \text{ доли ед.}, \quad (2.17)$$

где $\sum_{i=1}^n t_i^R$ – суммарное время работы данного рабочего за время ритма R ;

$\sum_{i=1}^n t_i^{\text{см}}$ – суммарное время работы данного рабочего за смену ($t_{\text{см}}$).

В графической части проекта произведенный расчет для конвейерных и агрегатно-поточных линий оформляют в виде табл. 2.4, которая отражает распределение производственной нагрузки в бригаде и рациональность использования трудовых ресурсов. При конвейерном и агрегатно-поточном способах производства графа № 5 соот-

ветствует времени ритма потока и в ней проставляется время занятости каждого рабочего на обслуживаемом посту (или постах) в пределах рабочего ритма потока. При стендовом способе производства графа № 5 соответствует продолжительности рабочей смены, в ней проставляется суммарное время занятости каждого рабочего в ее пределах, а в графе № 4 указывают элементный цикл, в котором занят рабочий.

Таблица 2.4

**Распределение производственной нагрузки
и коэффициент занятости**

№ п/п	Профессия рабочего	Разряд	№ обслуживаемого поста	Ритм потока $R = 15$ мин	Суммарное время работы, мин	Коэффициент занятости, K_{zi}
1	2	3	4	5	6	7

**2.3. Расчет количества технологических линий
и их оборудования**

Исходными данными для определения количества технологических линий и их оборудования являются заданный годовой объем производства изделий, установленные предыдущим расчетом ритм потока (R) конвейерных и агрегатно поточных линий или время технологического цикла ($T_{ц}$) для стендовых линий, режим работы предприятия (2- или 3-сменный) и пр.

Количество линий (обычно соответствует количеству формовочных постов) при конвейерном и агрегатно-поточном способах производства определяют по формуле:

$$M = \frac{\Pi_{\text{год}} R}{B_p g_{\phi}}, \text{ шт.}, \quad (2.18)$$

а необходимое количество стендов, включая и кассетные установки:

$$M_{\text{ст}} = \frac{\Pi_{\text{год}} T_{\text{ц}}}{B_p n_{\text{и}}}, \text{ шт.} \quad (2.19)$$

Здесь обозначения даны в соответствии с предыдущими разделами. При расчете стандов (кассет) $n_{\text{и}}$ принимают равным числу одновременно изготавливаемых на стенде (в кассете) изделий за технологический цикл ($T_{\text{ц}}$).

Количество механического оборудования конвейерных и агрегатно-поточных технологических линий (бетоноукладчики, формирующие агрегаты, виброплощадки, установки для натяжения арматуры или ее нагрева, распалубки и т. д.) определяют исходя из условия пропорциональности затрат времени на каждом посту и обработки при этом одинакового количества форм (изделий) в единицу времени (например, за ритм):

$$\frac{M_{\text{в}} g_{\text{в}}}{R} = \frac{V_i g_i}{R_{\text{ж}}}. \quad (2.20)$$

Здесь $M_{\text{в}}$, $g_{\text{в}}$, R – число машин, обрабатываемых форм (изделий) и продолжительность ведущего элементного цикла (рабочий ритм потока) соответственно;

M_i , g_i , $R_{\text{ж}}$ – то же, для рассматриваемого элементного цикла (поста).

Из зависимости (2.20) следует, что если производительность машины i -го поста (M_i), например, будет в 2 раза ниже производительности оборудования основного поста (обычно формовочного), по которому определяется ритм (R), то необходимо принимать две такие машины.

Оснащение стандовых линий необходимым оборудованием осуществляют исходя из принципа его комплектности, максимальной механизации и возможной автоматизации работ. Производительность, емкость, мощность оборудования подбираются исходя из условия обеспечения заданного выпуска продукции, а по мере возможности, и с учетом его роста.

В определенной мере этот этап работы проектант выполняет несколько раньше (качественно) при разработке структуры технологического процесса и расчете рабочего ритма. В данном разделе необходимо завершить расчет (количественно) и оформить спецификацию оборудования технологической линии.

Необходимое количество форм (поддонов) на конвейерных и агрегатно-поточных линиях ($n_{\text{ф}}$) определяют с учетом резервного за-

паса ($K_p = 1,05$) для проведения переналадочных и ремонтных работ на основании величины (n), рассчитанной по формулам (2.13) и (2.14) соответственно:

$$n_{\phi} = K_p \cdot n, \text{ шт.} \quad (2.21)$$

Для конвейерных линий характерно осуществление тепловой обработки изделий в агрегатах непрерывного действия. Длину туннельной камеры рассчитывают по зависимости:

$$\ell_k = n_t \cdot \ell_{\phi} + (n_t - 1)\ell'_{\phi} + 2\ell_o, \text{ м,} \quad (2.22)$$

где n_t – количество форм (вагонеток) с изделиями, одновременно находящихся на тепловой обработке, которое определяется из выражения, следующего из формул (3.13) и (3.14):

$$n_t = \frac{t_{\text{по}} - z t_{\text{оп}}}{R}, \text{ шт.}; \quad (2.23)$$

ℓ_{ϕ} – длина форм (вагонетки), м;

ℓ'_{ϕ} – расстояние между формами (вагонетками) в камере ТО; при расположении форм (вагонеток) впритык $\ell'_{\phi} = 0$, м;

ℓ_o – длина приемного и выходного приемников (устройств снижателя-подъемника); если нет конкретных данных, то $\ell_o \approx \ell_{\phi} + 1$, м.

В случае использования вертикальной 2-ветвевой камеры тепловой обработки непрерывного действия ее высоту рассчитывают по формуле:

$$h_k = \frac{n_t \cdot h}{2} + h_0 + h_k, \text{ м,} \quad (2.24)$$

где h – суммарная высота формы и просвета между ними:

$$h \approx h_{\phi} + 0,2, \text{ м,} \quad (2.25)$$

h_0 – высота зоны устройства для перемещения формы с изделиями:

$$h_0 \approx h_{\phi} + 0,5, \text{ м,} \quad (2.26)$$

h_k – высота крышки (перекрытия) камеры. При отсутствии конкретных данных принимают $h_k \approx 0,3-0,4$ м.

Для агрегатно-поточных линий определяют необходимое количество (L) тепловых агрегатов периодического действия из выражения:

$$L_k = \frac{n_t}{g} + 1, \text{ шт.}, \quad (2.27)$$

где g – количество форм, загружаемых в одну камеру (отсек, термopakет и т. д.).

Полученное число округляют до целого в большую сторону. Целесообразно принимать четное число камер, блокируя их в пролете попарно. Рекомендуется предусмотреть камеру(ры) для оборота на период ремонта и возможное увеличение производительности цеха.

Эффективность камер тепловой обработки оценивают по расходу тепловой энергии на единицу продукции (на 1 м^3 бетона в изделии), величине коэффициента использования объема (K_v) и оборачиваемости ($K_{об}$):

$$K_v = \frac{g \cdot V_{и}}{V_k}, \text{ доли ед.}, \quad (2.28)$$

$$K_{об} = \frac{24}{T_k}, \text{ доли ед.}, \quad (2.29)$$

где $V_{и}$, V_k – объем изделия и камеры соответственно, м^3 ;

T_k – цикл работы камеры (отсека, термopakета), ч.

Определяют величину T_k из выражения:

$$T_k = t_{загр} + t_{то} + t_{разгр}, \text{ ч}, \quad (2.30)$$

при времени загрузки-выгрузки (разгрузки):

$$t_{загр} (t_{разгр}) = \frac{g \cdot R}{M}, \text{ мин.} \quad (2.31)$$

Вариант, когда $t_{загр} = t_{разгр}$, предполагает ритмичную работу с периодической выгрузкой-загрузкой по одной форме в ритм. В отдель-

ных случаях возможна разовая (ускоренная) выгрузка камер после ТО с целью ускорения их оборачиваемости (при нехватке (например, ремонте) камер).

В этом случае $t_{\text{разгр}}$ учитывают по фактической продолжительности разгрузки.

Расчет количества кранов для обслуживания конвейерных и агрегатно-поточных технологических линий осуществляют по формуле

$$K = M \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{R}, \text{ шт.}, \quad (2.32)$$

где M – количество технологических линий в пролете;

$\sum_{i=1}^n K_i$ – сумма времени, затрачиваемого на операции, выполняе-

мые с помощью крана за цикл формования (ритм) на всех постах одной технологической линии (определяют по расчетным данным табл. 2.2 для крановых операций), мин;

R – рабочий ритм потока, мин.

Для стенового способа производства необходимое количество кранов определяют из зависимости:

$$K = M_o \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{t_{\text{по}}}, \text{ шт.}, \quad (2.33)$$

где M_o – количество одновременно обслуживаемых стендов (определение см. далее);

$\sum_{i=1}^n K_i$ – сумма времени крановых операций по обслуживанию од-

ного стенда, мин (по данным табл. 2.2);

$t_{\text{по}}$ – продолжительность подготовительных операций как отрезок времени, наиболее насыщенный работой крана (при выполнении подготовительных работ и формовки одним звеном используют время $t_{\text{поф}}$), мин.

Количество стендов в пролете, обслуживаемых одновременно разными звеньями рабочих, определяется из отношения:

$$M_0 = \frac{M_{\text{ст}}}{n}, \text{ шт.}, \quad (2.34)$$

где n – количество стендов, обслуживаемых одним звеном (см. п. 2.2.4).

Для стендового способа производства с совмещением выполнения подготовительных операций и формовки одним составом (звеном) рабочих величина M_0 соответствует и количеству одновременно работающих звеньев. При раздельном выполнении указанных операций – количеству звеньев подготовки стендов. Это необходимо учитывать и отражать при построении циклограммы технологического процесса изготовления изделий, а также циклограммы работы оборудования пролета, т. к. одинаковый вид работ и используемого при этом оборудования (например, одного и того же крана) на 2-х и более стендах может идти одновременно, что требует определенного смещения этих работ во времени.

При конвейерном и агрегатно-поточном способах производства расчет транспортных средств, непосредственно обеспечивающих технологический процесс (подача бетонной смеси, арматуры и пр.), подчинен ритму потока (R). Необходимое число транспортных единиц для обслуживания (M) линий будет:

$$T = M \frac{t_{\text{т}}}{R}, \text{ шт.}, \quad (2.35)$$

где $t_{\text{т}}$ – транспортный цикл, равный $t_{\text{т}} = t_{\text{загр}} + 2t_{\text{пер}} + t_{\text{выгр}}$, мин; при скорости перемещения, устанавливаемой по справочной литературе (общие пределы скоростей перемещения при транспортировании соответствуют: $V_{\text{тр}} \sim 20\text{--}40$ м/мин). Время загрузки-выгрузки определяют по производительности соответствующих средств (по справочно-нормативным данным) или рассчитывают, если эти операции выполняют с помощью крана.

При расчете по формуле (2.35) предполагается, что проектант выбрал транспортное средство необходимой для данного конкрет-

ного случая емкости, грузоподъемности и т. д. Если рассчитывают непрерывную подачу бетонной смеси ленточным транспортером, бетононасосом или ее пневмоподачу, то вместо t_T используют время, необходимое на транспортирование объема бетонной смеси на одну формовку.

Для *стендового способа производства*, а также и других, если использование транспортных средств не связано жестко с ритмом потока (подвоз арматуры, вывоз готовой продукции и пр.) расчет их необходимого количества производят по отношению:

$$T = \frac{P_{\Gamma}}{\Pi_{и}}, \text{ шт.}, \quad (2.36)$$

где P_{Γ} – величина грузопотока, подлежащего переработке, м^3 (т, шт.) за час;

$\Pi_{и}$ – производительность транспортной единицы по данному виду груза, м^3 (т, шт.) за час.

Производительность транспортной единицы за час работы ($\Pi_{ч}$) в свою очередь устанавливают:

$$\Pi_{ч} = Q \frac{60}{t_T}, \text{ м}^3 \text{ (т, шт.)}, \quad (2.37)$$

где Q – грузоподъемность транспортной единицы, т, шт., (емкость, в м^3);

t_T – транспортный цикл средства (см. пояснение к формуле (2.31), мин.

При расчете транспортных средств по формулам (2.36) и (2.37) по мере надобности могут быть использованы не равные часу отрезки времени, например, время ритма для конвейерного и агрегатно-поточных производств, продолжительность формования или смены для стендов.

Максимальная производительность ($\Pi_{\max}$) запроектированного производства (цеха) будет равна:

– для конвейерного и агрегатно-поточного производств:

$$\Pi_{\max} = \frac{M \cdot B_p \cdot n_{и} \cdot V_{и}}{R}, \text{ м}^3, \quad (2.38)$$

— для стендов:

$$\Pi_{\max} = \frac{M_{\text{ст}} \cdot V_{\text{рс}} \cdot n_{\text{и}} \cdot V_{\text{и}}}{T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3, \quad (2.39)$$

где $V_{\text{и}}$ — объем железобетона в изделии при ранее приведенных обозначениях, м^3 .

При компоновке технологических линий предусматривают ширину рабочих мест, выбирают высоту производственного здания и т. д. Учитывая, что эти вопросы освещаются при выполнении курсового проекта по проектированию предприятий строительной индустрии, ограничимся расчетом вспомогательных площадей для выдержки готовой продукции, складирования арматуры в цехе и пр. Расположение и размеры вспомогательных площадей в плане цеха необходимы для построения полной циклограммы работы оборудования пролета.

Размеры вспомогательных площадей цеха рассчитывают по зависимости

$$F_{\text{всп}} = M \frac{Q_{\text{час}} \cdot t_{\text{н}}}{q_{\text{уд}}}, \text{ м}^2, \quad (2.40)$$

где $Q_{\text{час}}$ — часовая потребность или производительность технологической линии (стенда) в арматуре, столярке и пр. (м^3 , шт., т);

$t_{\text{н}}$ — нормативное время выдерживания (принимают по ОНТП-07-85) изделий в цехе или рабочий запас арматуры, столярки и пр., ч;

$q_{\text{уд}}$ — удельный норматив хранения изделий, арматуры, столярки на 1 м^2 площади (принимают по ОНТП-07-85);

M — количество технологических линий (стендов) в цехе.

Разработав компоновку технологических линий, установив количество и эксплуатационные характеристики задействованного в проекте оборудования, моделируют ход технологического процесса и окончательно дорабатывают его (при необходимости) путем построения циклограммы работы оборудования пролета. Отображаемый циклический временной отрезок охватывает: два ритма для конвейерного и агрегатно-поточного производств; продолжительность подготовительных операций, формовку и начало тепловой обработки

для стендов. Циклограмма должна отражать работу всех видов имеющегося в пролете оборудования – от ввоза полуфабрикатов и материалов до отгрузки и вывоза готовой продукции.

2.4. Расчет трудовых ресурсов, организация управления цехом

На основании пооперационного графика изготовления изделий, данных о коэффициентах занятости, определяют необходимое количество основных производственных рабочих, обслуживающих соответствующую технологическую линию. Расчет производят на рабочую смену.

Общее количество рабочих, занятых на механизированных операциях (эксплуатацией машин и механизмов в производственном процессе) независимо от способа производства должно удовлетворять условию:

$$N_{\text{м}} = \frac{1}{B_{\text{рр}}} \cdot \sum_{i=1}^n B_{\text{рм}} \cdot M_i \cdot N_i, \text{ чел.}, \quad (2.41)$$

где $B_{\text{рм}}$, $B_{\text{рр}}$ – годовой фонд рабочего времени машины i -го типа и рабочего, ч;

M_i – число машин i -го типа, используемых в производственном процессе;

N_i – количество рабочих, обслуживающих одну машину.

Годовой фонд рабочего времени машины (вида оборудования) равен:

$$B_{\text{рм}} = n_{\text{год}} \cdot t_{\text{рм}}^{\text{см}}, \text{ ч}, \quad (2.42)$$

при количестве дней работы в году ($n_{\text{год}}$) по п. 2.2.1 и суммарном времени работы машины i -го типа за смену ($t_{\text{рм}}^{\text{см}}$), которое определяют по данным табл. 2.1, 2.2 и пооперационному графику.

Годовой фонд рабочего времени исполнителя устанавливают как

$$B_{\text{рр}} = n_{\text{год}}^{\text{р}} \cdot t_{\text{см}}, \text{ ч} \quad (2.43)$$

при количестве дней работы в году (за вычетом отпуска, например, в 18 раб. дней $n_{\text{год}}^p = 260 - 18 = 242$ дня) и продолжительности смены – 8 ч.

Дополнительно к установленному числу рабочих, занятых на механизированных работах (N_m), в состав смены вводят крановщиков в соответствии с принятым количеством кранов.

Численность рабочих, занятых выполнением ручных операций на конвейерных и агрегатно-поточных линиях, должна удовлетворять условию

$$N_p = \frac{\Phi_{\text{год}} \cdot H_p}{B_{pp}}, \text{ чел.}, \quad (2.44)$$

где $\Phi_{\text{год}}$ – годовое количество формовок, что соответствует числу повторов за год работы ручных операций, выполняемых в течение ритма R на каждом посту технологической линии, определяют:

$$\Phi_{\text{год}} = \frac{B_p}{R}, \text{ шт.}, \quad (2.45)$$

где B_p – годовой фонд рабочего времени линии (см. формулу (2.43));

H_p – суммарная трудоемкость ручных операций на всех постах технологической линии, чел.-ч;

B_{pp} – годовой фонд времени рабочего (по формуле (2.43), ч.

Для определения численности рабочих, занятых выполнением ручных операций на стендовых линиях, также используют формулу (2.44), в которой годовое количество подготовительно-формовочных операций на всех стендах будет соответствовать:

$$\Phi_{\text{год}} = \frac{B_p \cdot M_{\text{ст}}}{T_{\text{ц}}}, \text{ шт.}, \quad (2.46)$$

а суммарная трудоемкость ручных операций H_p соответствует их сумме при выполнении подготовительных работ и формовке стенда, чел.-ч.

Корректировка числа рабочих

Рассчитав потребность в основных трудовых ресурсах на рабочую смену, проектант сопоставляет полученный результат с данными по количеству рабочих на основе пооперационного графика изготовления изделий. При необходимости численность работников корректируется в сторону снижения за счет перераспределения работ. Отметим, что коэффициент занятости рабочего в современных условиях хозяйствования должен быть близким к единице. Необходимо учитывать возможность и целесообразность совмещения рабочими двух и более профессий, а также выполнение ими поочередно механизированных и ручных операций.

Численность вспомогательных рабочих соответствует ~ 25–30 % от общей численности производственных рабочих.

Затем устанавливают потребность в инженерно-технических работниках, исходя из технико-технологической сложности производства, численности бригад и количества рабочих смен.

Итоговые данные о численности работающих в цехе сводят в ведомость по форме табл. 2.5.

Таблица 2.5

Сводная ведомость работающих в цехе

№ п/п	Категория работников	Численность по сменам, чел.			Всего в цехе, чел.
		I	II	III	
1	Основные рабочие				
2	Вспомогательные рабочие				
	Итого рабочих:				
3	ИТР и служащие				
	Всего работающих:				

Комплексным показателем эффективного использования трудовых ресурсов и степени организации производства является удельная трудоемкость продукции, т. е. затраты труда на единицу продукции (H):

$$H = \frac{n_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \cdot N_{\text{см}}}{Q_{\text{сут}}}, \text{ чел.-ч/шт. (чел.-ч/м}^3\text{)}, \quad (2.47)$$

где $n_{\text{см}}$ – количество рабочих смен в сутки;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$N_{\text{см}}$ – средняя численность сменной бригады рабочих;

$Q_{\text{сут}}$ – объем выпущенной за сутки продукции, шт. (м³).

Завершая раздел, кратко обосновывают принятую систему управления и разрабатывают структуру управления цехом в виде соответствующей органосхемы. Она должна быть максимально простой, иметь минимум связей и численности персонала, учитывать административные и функциональные связи.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ ЦЕХА

Важнейшим условием нормального функционирования производства, наряду с обеспечением его материалами, электроэнергией, водой, паром и прочим, является устойчивая, бесперебойная работа технологического оборудования. Достигается она четким планированием и хорошо организованной реализацией системы планово-предупредительных ремонтов. Основу системы составляет годовой план-график технического обслуживания и ремонта оборудования, который формирует служба главного механика предприятия. Организация же ремонтных служб, определение трудозатрат, продолжительности ремонтов и необходимого количества рабочих базируется на нормативах единой системы планово-предупредительного ремонта (ЕСППР) и, в частности, на «Положении о планово-предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования», а также данных паспорта используемого оборудования о моторесурсе и ремонтной сложности каждого его вида.

С использованием указанных источников разрабатывается (в форме табл. 3.1) упрощенная система планово-предупредительных ремонтов для основных видов технологического оборудования: бетоноукладчиков, формовочных машин, виброплощадок, мостовых кранов и др.

Расчет периодичности капитального (К), текущего (Т) ремонтов и технического обслуживания (ТО) оборудования производят исходя из моторесурса межремонтных циклов данного вида оборудования, который приводится в паспорте машины (оборудования), и фактического времени ее работы ($t_{\text{ф}}$, мото-час). В паспорте машины указывается моторесурс до капитального ремонта $N_{\text{кр}}$, а также может быть указана (в мото-часах или количественно) периодичность технических ремонтов ($N_{\text{тр}}$, мото-час, или $n_{\text{тр}}$, ремонтов) и технических обслуживаний ($N_{\text{то}}$, мото-час, или $n_{\text{то}}$, обслуживаний).

Таблица 3.1

Периодичность и трудоемкость ремонтов основного оборудования

№ п/п	Вид оборудования	Ремонтная сложность, ед.		Работа оборудования		Периодичность ремонтов и технического обслуживания, мес.			Кол-во ремонтов и техничес- ких обслу- живаний за цикл, раз		Трудоемкость ремонтов и технического обслу- живания, чел.-дн.			
		Меха- ничес- кая часть	Элект- ротех- ничес- кая часть	Кол-во смен	Отра- ботано за сме- ну, ч	К	Т	ТО	К	Т*	ТО**	К	Т	ТО
1	Бетоноуклад- чик СМЖ-71	10	14	2	5,5	36	12	1	1	2	33	71	15,5	1,8

* Учтено, что при n_r числе периодов между началом эксплуатации и капитальным ремонтом, количество технических (средних) ремонтов будет равно $n_r - 1$, раз;

** учтено, что при $n_{т0}$ числе периодов между техническими (средними) ремонтами, количество технических обслуживаний будет равно $n_{т0} - 1$, раз.

По данным пооперационного графика или по циклограмме работы оборудования определяется фактическое время работы машины (t_{ϕ} , мото-час) за смену, сутки, месяц, год и, соответственно, рассчитывается и оформляется в виде табл. 3.1 периодичность ремонтов (продолжительность межремонтных циклов) по зависимостям:

– для капитального ремонта:

$$t_k(K) = \frac{N_{кр}}{t_{\phi}}, \text{ год (мес.)}; \quad (3.1)$$

– для технических ремонтов:

$$t_{тр}(T) = \frac{N_{тр}}{t_{\phi}}, \text{ мес.}, \quad (3.2)$$

или

$$t_{тр} = \frac{t_k(K)}{n_{тр}}, \text{ мес.}; \quad (3.3)$$

– для технических обслуживаний:

$$t_{то}(TO) = \frac{N_{то}}{t_{\phi(\text{за мес. (сут.)})}}, \text{ мес. (сут.)}, \quad (3.4)$$

или

$$t_{то}(TO) = \frac{t_{тр}}{n_{то}}, \text{ мес.} \quad (3.5)$$

Формулы (3.3) и (3.5) используют в случае, если в паспорте машины указан не моторесурс межремонтных циклов, а количество текущих ремонтов на период до капитального ремонта и количество технических обслуживаний на период между текущими ремонтами.

Например, (к табл. 3.1), моторесурс бетоноукладчика СМЖ-71 на период работы до капитального ремонта составляет: $N_{кр} = 8400$ мото-часов, т. е. соответствует условному времени непрерывной работы в 8400 часов; периодичность текущих (средних) ремонтов составляет не более 3000 мото-часов работы и не реже 1 раза в год;

периодичность технических обслуживаний между текущими (средними) ремонтами – не реже 1 раза в месяц.

По данным пооперационного графика изготовления изделий, выпускаемых на рассматриваемой технологической линии (либо по циклограмме работы оборудования проекта – эти данные должны быть равны между собой при верно выполненных расчетах), определено, что за рабочую (8 ч) смену указанный бетоноукладчик отработывает 5,5 ч.

С учетом 2-сменной работы предприятия и 253 рабочих дня в году (например, для агрегатно-поточной линии) в течение года данный бетоноукладчик отработывает: $5,5 \cdot 2 \cdot 253 = 2783$ мото-часов.

С учетом времени моторесурса бетоноукладчика СМЖ-71 ($N_{кр} = 8400$ мото-часов) и его годовой загрузки период до капитального ремонта составит:

$$t_k = 8400 : 2783 \approx 3,02 \text{ года, или } \approx 36 \text{ месяцев.}$$

Исходя из 36-месячного периода до капитального ремонта периодичность технических (или средних) ремонтов составит 12 месяцев (при 2-х ремонтах) и технических обслуживаний – 1 месяц (при 33 обслуживаниях).

Трудоемкость и продолжительность ремонтов оборудования зависит от его ремонтной сложности. Одна единица ремонтной сложности оборудования предприятий стройиндустрии принята равной 40 чел.-ч для механической части и 12 чел.-ч – для электротехнической части, отнесенным к IV разряду тарифной сетки сельщика. Соотношение между трудоемкостью капитального, текущего ремонтов и технического обслуживания равно:

– для механической части:

$$K : T : TO = 1 : 0,25 : 0,025 \text{ доли ед.;} \quad (3.6)$$

– для электротехнической части:

$$K : T : TO = 1 : 0,141 : 0,025 \text{ доли ед.} \quad (3.7)$$

Исходя из этого, определяется трудоемкость ремонтов. Например, для бетоноукладчика с ремонтной сложностью мехчасти в 10 ед. и

электротехнической – 14 ед., трудоемкость по видам ремонта и в сумме будет равна:

$$H_k = 10 \cdot 40 + 14 \cdot 12 = 568 \text{ чел.-час};$$

$$H_T = 10 \cdot 0,25 \cdot 40 + 14 \cdot 0,141 \cdot 12 = 123,7 \text{ чел.-час};$$

$$H_{To} = 10 \cdot 0,025 \cdot 40 + 14 \cdot 0,025 \cdot 12 = 14,2 \text{ чел.-час},$$

или в человеко-днях:

$$H_k = 568 : 8 = 71 \text{ чел.-день};$$

$$H_T = 123,7 : 8 = 15,5 \text{ чел.-дня};$$

$$H_{To} = 14,2 : 8 = 1,8 \text{ чел.-дня}.$$

На основании установленной расчетом трудоемкости (отдельно механических и электротехнических работ) ремонтов, количества оборудования и нормативных сроков его остановки на ремонт и обслуживание формируется ремонтная служба завода. В курсовой работе по дисциплине, а в последующем – в дипломном проекте, необходимо определить количество дежурных слесарей и электриков для обслуживания оборудования между ремонтами, исходя из нормативной загрузки их в условных единицах ремонтной сложности: один слесарь на количество оборудования, соответствующее 700 ед. механической части, и один электрик на количество оборудования, соответствующее 700 ед. его электротехнической части.

По «Положению о планово-предупредительном ремонте» выявляют суммарную ремонтную сложность оборудования цеха и принимают необходимое количество рабочих для его обслуживания. Согласуют полученный результат с приближенным расчетом потребности во вспомогательных рабочих, как 25–30 % от численности основных (см. раздел 1.4).

Далее определяют потребность производства в воде (W) на технологические, технические и бытовые нужды, сжатом воздухе (J), смазке (S), паре (Y), электроэнергии (E), если эти данные не были установлены при выполнении технологической части проектных работ.

Расчет, как правило, производят исходя из усредненных данных о нормах расхода указанных материалов и энергии на 1 м³ железобетона и объема выпуска продукции ($Q_{\text{год}}$, м³):

$$W(J, S, Y, E) = H_{\text{ср}} \cdot Q_{\text{год}}. \quad (3.8)$$

Рекомендуется использовать для расчета данные, полученные при выполнении в период учебы предшествовавших проектов по соответствующим дисциплинам: заводской технологии изготовления бетонных и железобетонных изделий, тепловым установкам, проектированию предприятий стройиндустрии и др.

Расход электроэнергии для производственных целей ($E_{\text{пр}}$) можно определить по зависимости

$$E_{\text{пр}} = E_{\text{с}} \cdot B_{\text{п}} \cdot K_{\text{с}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (3.9)$$

где $E_{\text{с}}$ – суммарная мощность всех электродвигателей цеха, кВт;

$B_{\text{п}}$ – время работы потребителей электроэнергии цеха (практически $B_{\text{п}} = B_{\text{р}}$), ч;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы потребителей энергии. Устанавливают $K_{\text{с}}$ на основе циклограммы работы оборудования. Обычно $K_{\text{с}} \approx 0,5 \dots 0,7$ доли ед.

Расход электроэнергии на освещение помещений ($E_{\text{осв}}$) рассчитывают исходя из количества точек освещения (C), средней мощности одной точки ($P_{\text{ср}}$, Вт) и необходимого числа часов освещения ($B_{\text{осв}}$) по формуле (3.9) или на основе норм освещения (H_0) 1 м² площади (P) в течение времени освещения ($B_{\text{осв}}$) по формуле

$$E_{\text{осв}} = \frac{c \cdot P_{\text{ср}} \cdot B_{\text{осв}} \cdot K_{\text{ор}}}{1000 K_{\text{пот}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \quad (3.10)$$

$$E_{\text{осв}} = \frac{H_0 \cdot F \cdot B_{\text{осв}}}{1000 K_{\text{пот}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (3.11)$$

где $K_{\text{ор}}$ – коэффициент одновременной работы потребителей (в расчетах $K_{\text{ор}} = 1$), доли ед.;

$K_{\text{пот}}$ – коэффициент потерь электроэнергии ($K_{\text{пот}} = 0,95 \dots 0,97$), доли ед.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Технико-экономическая эффективность разработанной обучающимся организации производства цеха оценивается следующими основными показателями (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Технико-экономические показатели организации производственного процесса

№ п/п	Наименование показателя	Расчетная формула (график)	Ед. изм.	Вели- чина
1	2	3	4	5
1	Коэффициент использо- вания оборудования: – бетоноукладчик; – центрифуга; – мостовой кран и т. д.	Циклограмма работы обо- рудования	доли. ед.	
2	Коэффициент занятости рабочих	Пооперационный график изготовления изделий $K_{zi} = \frac{\sum_1^n t_i^R}{R}; \frac{\sum_1^n t_i^{cm}}{t_{cm}}$	доли. ед.	
3	Трудоемкость изготовле- ния изделия	Пооперационный график $H_i = \sum_1^n t_{oi} N_{oi} + \sum_1^n H_{ij} / Q_{cm},$ где $\sum_1^n t_{oi} N_{oi}$ – суммарная трудоемкость изготовле- ния изделия, определен- ная по пооперационному графику; $\sum H_{ij}$ – суммарная тру- доемкость вспомога- тельных работ за время смены; Q_{cm} – сменная производи- тельность	чел.-ч.	

Окончание табл. 4.1

1	2	3	4	5
4	Выработка продукции на 1 рабочего за смену	$Q_i = \frac{Q_{см}}{N_{см}},$ где $N_{см}$ – численность сменной бригады	$\frac{м^3(шт.)}{чел.}$	
5	Оборачиваемость тепловых установок за сутки	$K_{об} = \frac{24}{T_k}$	доли ед.	
6	Коэффициент использования камер тепловой обработки	$K_T = \frac{q_i V_{и}}{V_k}$	доли ед.	
7	Оборачиваемость стендов (кассет) за сутки	$K_{обс} = \frac{24}{T_{ц}}$	доли ед.	
8	$T_{ц}$; ритм		час (мин)	
9	Уровень механизации (автоматизации) производственного процесса: а) степень охвата рабочих механизированным (в режиме автоматизации) трудом; б) степень механизации (автоматизации) труда	$Y_{мс} = \frac{P_m}{P_0} 100 \%,$ где P_m – число рабочих, занятых механизированным трудом; P_0 – общее число рабочих $Y_{мг} = \frac{T_m}{T_0} 100 \%,$ где T_m – время выполнения механизированных операций; T_0 – общее время процесса	% %	

Вышеперечисленные показатели оказывают прямое влияние на:

- степень использования производственных фондов (1, 4, 6, 9);
- рациональность организации процесса (2, 4, 8, 9);
- производственные затраты (3, 4, 9).

Литература

1. Антоненко, Г. Я. Организация, планирование и управление предприятиями строительных изделий и конструкций : учебник для вузов / Г. Я. Антоненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Вища школа, 1988. – 374 с.
2. Володько, В. Ф. Организация производства и управление предприятием : учебное пособие для вузов / В. Ф. Володько. – Мн. : БНТУ, 2017. – 492 с.
3. Ершов, А. И. Организация производства и управление предприятием / А. И. Ершов. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2017. – 79 с.
4. Туровец, О. Г. Организация производства и управление предприятием / О. Г. Туровец [и др.]. – М. : Инфра-М, 2021. – 506 с.
5. Организация строительного производства : СН1.03.2020. – Мн. : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2020. – 46 с.
6. Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона (работы, выполняемые стендовым способом производства). Москва, 1985.
7. Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона. Работы, выполняемые на агрегатно-поточных и конвейерных линиях. Москва, 1981.
8. Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций кассетным способом на заводах сборного железобетона (работы, выполняемые стендовым способом производства). М., «Экономика», 1990.
9. Положение о планово-предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования промышленной базы предприятий строительной индустрии в системе ГОСагропрома СССР: ВСМ 39-87: в 2 ч. – М., 1988.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчетные характеристики режима работы предприятий и основного оборудования технологических линий заводов железобетонных изделий

Расчетные данные выборочно приведены по ОНТП-7-85 «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона».

1. При определении режима работы предприятия следует принимать:

номинальное количество рабочих суток в году – 260;

то же, по выгрузке сырья и материалов с железнодорожного транспорта – 365;

количество рабочих смен в сутки (без тепловой обработки) – 2;

количество рабочих смен в сутки для тепловой обработки – 3;

количество рабочих смен в сутки по приему сырья и материалов:

железнодорожным транспортом – 3;

автотранспортом (в зависимости от местных условий); 2 или 3;

продолжительность рабочей смены, ч – 8.

2. Продолжительность плановых остановок и расчетное количество рабочих суток (годовой фонд времени работы основного технологического оборудования) принимается по табл. А1.

Таблица А1

Технологические линии и основное технологическое оборудование	Длительность плановых остано- вок на ремон- ты, сут.	Расчетное количество рабочих су- ток в году
Агрегатно-поточные и стендовые линии, кассетные установки	7	253
Конвейерные линии	13	247
Цехи и установки по пригото- влению бетона и раствора	7	253

3. Нормы проектирования складов заполнителей принимаются по табл. А2.

Таблица А2

Наименование	Единица измерения	Норма
Запас заполнителей на заводских складах при поступлении: железнодорожным транспортом; автомобильным транспортом	расчетные рабочие сутки	7–10 5–7

Примечание. При поступлении заполнителей водным транспортом запасы принимаются те же. Навигационные запасы создаются вне состава предприятия.

4. Нормы проектирования складов цемента принимаются по табл. А3.

Таблица А3

Наименование	Единица измерения	Норма
1. Запас цемента (или золы уноса) на складе при поступлении: железнодорожным транспортом; автотранспортом	расчетные рабочие сутки	7–10 5–7 30
2. Запас декоративного цемента		
3. Количество емкостей для хранения цемента на предприятиях мощностью: до 100 тыс. м ³ /год; свыше 100 тыс. м ³ /год	шт. —	не менее 4 не менее 6

5. Нормы проектирования бетоносмесительных и растворосмесительных цехов принимаются по табл. А4.

Таблица А4

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Норма по ОНТП-07-85
1	Расчетное количество замесов в час для приготовления на плотных заполнителях тяжелых бетонных и растворных смесей с автоматизированным дозированием составляющих: – бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях принудительного действия (жесткие и подвижные); – бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях гравитационного действия: а) при объеме готового замеса бетонной смеси 500 л и менее: – подвижностью 1...4 см; – подвижностью 5...9 см; – подвижностью 10 см и более б) при объеме готового замеса бетонной смеси более 500 л: – подвижностью 1...4 см; – подвижностью 5...9 см; – подвижностью 10 см и более; – растворные смеси	замес	35 25 27 30 20 22 25 25
2	Расчетное количество замесов в час для приготовления легких бетонных смесей в бетоносмесителях принудительного действия с автоматизированным дозированием составляющих при плотности бетона в высушенном состоянии: – более 1700 кг/м³; – от 1400 до 1700 кг/м³; – от 1000 до 1400 кг/м³; – 1000 кг/м³ и менее	замес	20 17 15 13
3	Коэффициент (β) выхода смесей в плотном теле: – бетонных тяжелых и легких (только для конструкционного бетона); – легких (для конструкционно-теплоизоляционного бетона); – растворных	– – –	0,67 0,75 0,80

6. Нормы проектирования формовочных цехов (выборочно):

– запас арматурных сеток и каркасов, в т. ч. пространственных – 4 ч;

– продолжительность ритма работы линий для агрегатно-поточного способа производства: $R = 12...40$ мин, в зависимости от объе-

ма бетона (от 1,5 до $\geq 3,5 \text{ м}^3$) и длины изделий (≤ 6 и ≥ 6 м), а также от сложности конфигурации (при больших значениях для многослойных, крупногабаритных сложного профиля);

– то же для конвейерных линий в зависимости от сложности и объема укладываемого бетона: $R = 12 \dots 35$ мин, при больших значениях для $V_{\text{из}} > 3,5 \text{ м}^3$;

– оборачиваемость стенов (коротких, включая кассеты) до 1 сут.; длинных – по расчету.

7. Нормы расчета крановых операций приведены в табл. А5.

Таблица А5

Наименование и размерность показателя	Ед. изм.	Норма
1. Коэффициент использования скорости моста крана при длине перемещения, м: до 10; от 10 до 30; более 30	доли ед.	0,5 0,8 1,0
2. Коэффициент использования скорости тележки крана при длине перемещения, м: до 5; до 15; более 15	доли ед.	0,5 0,8 1,0
3. Коэффициент использования крана по времени: при одном кране в пролете; при двух или более кранах	– –	не более 0,8 не более 0,7

Примечания:

1. При расчетах по пп. 1 и 2 запрещается складывать время перемещения моста крана и время перемещения тележки.

2. При обосновании работы мостовых кранов циклограммами могут быть приняты более высокие коэффициенты.

3. При расчете загрузки мостовых кранов следует вводить коэффициент 1,1 на неучтенные операции.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчетные характеристики основного технологического и обеспечивающего ведение работ оборудования

1. Краны мостовые двухбалочные и козловые электрические (по ГОСТ 27584-88).

Таблица Б1

Характеристика кранов

Грузоподъемность	Управление	Скорость перемещения, м/мин		
		моста	тележки	подъем- опускание
От 20/5 т до 32/5 т	С крана	20...30	20...30	4...8
От 10 т до 32/5 т	С пола	20...30	20...30	4...8
Однобалочный (кран-балка) до 5 т по ГОСТ 22045-89	С пола	до 30		до 12

2. Бетонораздатчики.

Таблица Б2

Характеристика бетонораздатчиков

Показатели	Марка бетонораздатчика						23-73/3
	СМЖ-71А	СМЖ-306А	СМЖ-69А	СМЖ-520	СМЖ-526	СМЖ-526-01	
1	2	3	4	5	6	7	8
Максимальная ширина формуемых изделий, мм	—	—	2000	3480	3300	3480	3600
Количество бункеров	1	—	1	1	1	1	1
Вместимость бункеров, м ³	1,8	—	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1
Скорость движения, м/мин:							
бетонораздатчика;	12	0,2	12,4; 18,8	4,7; 9,6; 15; 29,7			
тележки;	—	—	—	3,2	3,2	3,2	3,2
лент питателей	0,1 и 0,2	1	10	8	8	8	8

1	2	3	4	5	6	7	8
Скорость подъема-опускания поворотной секции питателя, м/мин	—	—	—	2,9	1,2	1,2	
Ширина лент питателя, мм	500	650	2000	900	900	900	900
Угол поворота питателя, град	340	120	—	—	—	—	—
Размеры выходного отверстия воронки, мм	—	—	—	750·300	750·300	750·400	—
Колея, мм	1000	1100	2800	4500	4500	4500	4500
Клиренс, мм	—	—	3 501 100	150	400–1000	200–700	3000
Установленная мощность, кВт	14,1	4,5	6,3	20	12,2	17,8	11,3
Габаритные размеры, мм:							
длина;	6640	9200	2600	3200	3200	3200	3200
ширина;	2810	5800	4000	6800	6500	6290	6290
высота (от головки рельса)	4210	2400	2870	3100	3100	3100	3100
Масса, кг	6300	6200	4200	8200	7300	7560	7350

Бетонораздатчик СМЖ-71А предназначен для работы на длинных и коротких стендах при изготовлении длинномерных железобетонных изделий типа ферм (с параллельными поясами и сегментных) и балок (двухскатных, односкатных с параллельными поясами, подкрановых и др.). Бетонораздатчик выдает бетонную смесь в форму, перемещаясь вдоль нее по уложенному сбоку рельсовому пути.

Бетонораздатчик консольный СМЖ-306А предназначен для подачи и укладки бетонной смеси в отсеки кассетных установок на заводах крупнопанельного домостроения.

Бетонораздатчик СМЖ-69А предназначен для формирования многпустотных панелей перекрытий и других изделий шириной не более 2 м; имеет самоходную раму, бункер с ленточным питателем, воронку с приводом подъема-опускания и ручное водоразбрызгивающее устройство.

Бетонораздатчик СМЖ-520 применяют при изготовлении ферм. Отличительной особенностью этого бетонораздатчика является установка на нем тележки с бункером, несущей поворотную секцию ленточного питателя, смонтированного с возможностью поворота в вертикальной плоскости. Под поворотным питателем расположено виброворонка.

Бетонораздатчик СМЖ-526 предназначен для укладки бетонной смеси при изготовлении линейных железобетонных изделий типа фундаментных балок, колонн, ригелей и т. д. агрегатно-поточным методом. Бетонораздатчик состоит из самоходной рамы порталного типа, тележки с бункером, передвигающейся по верхней площадке рамы портала в поперечном направлении и несущей подвижную в вертикальном направлении виброворонку.

Бетонораздатчик СМЖ-526-01 предназначен для укладки и уплотнения бетонной смеси при изготовлении линейных железобетонных изделий типа ригелей, колонн и т. д. стендовым методом.

Конструктивно бетонораздатчики СМЖ-526-01 и СМЖ-526 одинаковы. Они отличаются только виброворонками. Бетонораздатчик СМЖ-526-01 оснащен виброворонкой с глубинными вибраторами, предназначенной не только для укладки бетонной смеси в форму, но и для ее уплотнения.

Бетонораздатчик 23-73/3 предназначен для изготовления стеновых панелей шириной до 3600 мм.

3. Бетонукладчики.

Таблица Б3

Характеристики бетонукладчиков

Показатели	Марка бетонукладчика					
	СМЖ-3507	СМЖ-162	СМЖ-166А	СМЖ-528	СМЖ-168	СМЖ-529
1	2	3	4	5	6	7
Максимальная ширина формуемых изделий, мм	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Количество бункеров	2	3	2	1	1	2
Вместимость бункеров, м ³	2,5; 3,5	1,25	4,3	3,1	2,1	2

1	2	3	4	5	6	7
Скорость, м/мин: передвижения бетоно- укладчика;	1,8; 3,8; 5,9; 11,6		4,7; 9,6; 15; 29,7			2,72; 4,17; 8,11
передвижения бунке- ров;	9	5,7; 9	5,9	3,2	4,9	3,2
движения ленты пита- теля;	6	6; 10,9	8	8	—	—
подъема-опускания вибронасадки (воронки)	2,1	2,1	1,2	4,6	1,7	
Величина поперечного хода движения заглажи- вающего бруса, мм	80	80	80	80	80	
Число двойных ходов за- глаживающего бруса, мин	59	59	50	59	—	59
Колея, мм	4500	4500	4500	4500	2330	4500
Клиренс, мм	950	910	850	800	1165	1150
Установленная мощность, кВт	16,1	23,9	20	13,5	23	18
Габаритные размеры, мм:						
длина;	3362	5200	5200	3200	2827	4680
ширина;	6290	6200	6290	6290	3780	6322
высота (от головки рельса)	3100	3100	3100	3100	2914	3125
Масса, кг	10500	14500	11000	8500	3550	7250

Бетоноукладчик СМЖ-3507 предназначен для работы на специализированных формовочных постах для изготовления плоских железобетонных изделий шириной 1200–3600 мм как без проемов, так и с проемами, сплошного поперечного сечения и ребристых. Раскладка на поддоне узких изделий произвольная. В состав бетоноукладчика СМЖ-3507 входит самоходная рама, самоходный бункер с ленточным питателем, передвигающийся по верхней площадке рамы-портала в поперечном направлении, вибронасадка с заглаживающим устройством и приводом подъема-опускания, водоразбрызгивающее устройство. Бетоноукладчик, поставляемый по спецзаказу, укомплектован надставками для бункера, увеличивающими его вместимость до 3 м³. В этом случае высота бетоноукладчика увеличивается на 300 мм.

Бетоноукладчик СМЖ-162 – универсальный, с виброплощадкой; для изготовления изделий шириной от 400 до 3600 мм.

Бетоноукладчик СМЖ-166А – то же, с шириной изделий от 240 до 3600 мм;

Бетоноукладчик СМЖ-528 – то же, с заглаживающим брусом.

Бетоноукладчик СМЖ-168 – для подачи бетона при изготовлении опор ЛЭП, стоек и т. п., включая центрифугированные.

Бетоноукладчик СМЖ-529 (3307/1) – для формирования ребер «П»-образных изделий, а СМЖ-530 (3367/2) – для формирования полок плитных изделий.

4. Питатели ленточные для изготовления труб методом центрифугирования.

Таблица Б4

Характеристика питателей ленточных

Показатели	Марка ленточного питателя	
	СМЖ-354	СМЖ-425
Вместимость бункера, м ³	2,6	4,0
Ширина транспортной ленты, мм	250	400
Скорость перемещения питателя (транспортная), м/мин	12,0	14,5
Ширина колеи	1400	1400
Габаритные размеры, мм:		
длина;	10 010	10 600
ширина;	1910	1942
высота	3120	3142
Масса, кг	4850	5350
Установленная мощность, кВт	7,4	7,4

5. Виброплощадки.

При формировании железобетонных изделий шириной до 1600... 1800 мм блочные виброплощадки komponуются из виброблоков, расположенных в один ряд. В этом случае потребность в синхронизаторах с угловыми приставками отпадает. При формировании изделий шириной более 1800 мм виброплощадки выполняются двухрядными. Технические характеристики некоторых виброплощадок приведены в табл. Б5 и Б6.

Таблица Б5

Технические характеристики серийных виброплощадок челябинского завода «Строммашина»

Техническая характеристика	Тип виброплощадки							
	СМЖ-187А	СМЖ-200Б	СМЖ-199А	СМЖ-164	СМЖ-198	СМЖ-280	СМЖ-460	СМЖ-538
Номинальная грузоподъемность, т	10	15	24	40-56	15	20	15	18
Число блоков	8	8	16	14	2	2	1	4
Суммарный, статический момент, кг·м·10 ⁻²	37	45	60	74; 90; 20; 160	74	37; 54; 72		121
Колебания рабочего органа	Вертикально направленные		Горизонтально направленные			Вертикально направленные асимметричные		
Частота колебаний, Гц	50	50	50	50	42	40...50	9...11	25
Амплитуда колебаний, мм	0,2...0,5	0,2...0,5	0,2...0,5	0,2...0,5	0,4...0,6	0,4...0,6	2...8	0,8...1
Способ крепления формы	Электромагнитный		Гидравлический		Пневматический		Электромагнитный	Без крепления
Установленная мощность, кВт	60	88	120	234,5	22	19	30	8,8
Габариты, мм: длина; ширина; высота	8500 2986 664	10 260 2986 664	15 070 3006 664	18 900 3040 720	8340 3200 1224	9676 3206 1133	5550 2690 1399	5900 2800 670
Общая масса, кг	6500	6950	13 150	16 150	5400	6800	20 400	5440

Технические характеристики виброплощадок различных модификаций
с многокомпонентными колебаниями

Техническая характеристика	Виброплощадки (типаж А)						
	ВП-2	ВПГ-1,5×6	ВПГ-10М2	ВО-10М	ВПГ-3×7М	ВПГ-20	ВПК-25
Грузоподъемность, т	0,2...1	До 10	4...12	4...12	15	До 20	До 25
Установочная мощность, кВт	0,4...2	11	11	11	11	17	22
Масса площадки, кг	1440	4693	4500	4630	5300	4900	4600
Габариты, мм: длина ширина высота	3500 1300 730	6600 1600 —	6700 1800 —	4000 3300 —	6700 3000 —	4250 2776 885	6600 2480 —
Тип вибратора	ИВ-68	ВУ-10рс	ВУ-10рс	ВУ-10рс	ВУ-10рс	ВУ-25рс	ВУ-25рс
Количество вибраторов, шт.	2	1	1	1	1	1	1
Количество упругих опор, шт.	—	—	4	4	6	4	10
Назначение	Доборные изделия	Широкая номенклатура изделий, в том числе пустотных перекрытий	Широкая номенклатура изделий, в том числе керамзитобетонных	Широкая номенклатура изделий, в том числе объемных элементов	Широкая номенклатура изделий, в том числе из керамзитобетонной смеси	Для замены СМЖ-280	Для замены СМЖ-200А и СМЖ-3010А

Техническая характеристика	Виброплощадки (типаж Б)					
	ВПП-2×14	ВО-25 м	ВПП-25 м	ВПС-24	ВПП-50	УВУ-8
Грузоподъемность, т	10...25	10...25	10...25	10...25	20...60	2...10
Установочная мощность, кВт	30	22	30	30	60	11
Габариты, мм: длина; ширина; высота	8300 15 000 2000	7300 4000 3000	7140 8000 2900	9100 11 600 3200	14 400 16 680 2800	5400 6650 2400
Тип вибратора	ВУ-25рс	ВУ-25рс	ВУ-25рс	ВУ-25рс	ВУ-25рс	–
Количество вибраторов, шт.	1	1	1	1	1	–
Количество упругих опор, шт.	6	8	8	8	16	–
Количество кулачковых механизмов, шт.	–	–	–	–	–	3
Назначение	Для длинномерных изделий, в том числе керамзитобетонных	Для объемных элементов, в том числе труб, колодцев, сантехкабин	Для высоких изделий	Для плит перекрытий в кассетных формах	Для газонепроводных труб	Для легких бетонов

6. Установки нагрева напрягаемой арматуры.

Таблица Б7

Техническая характеристика установок для электронагрева стержней

Наименование показателей	Тип установки		
	СМЖ-129А	ЗЖБИ-5	КТБ «Строй-индустрия»
Количество одновременно нагреваемых стержней, шт.	4	1–4	1
Диаметр стержня, мм	10–25	10–16	10–25
Длина стержня, мм	До 7500	6250	До 12 500
Длина нагреваемого участка стержня, мм	5200–6700	5950	До 12 000
Максимально возможное удлинение стержней, мм	40	40	80
Расчетная температура нагрева, °С	380	380	400
Установочная мощность трансформатора, кВА	40	35	60
Давление воздуха в системе, МПа	0,5	0,4	0,5
Время нагрева стержней, с	180–940	60–180	60–420
Масса установки, кг	1600	1100	3235

7. Устройства механического натяжения арматуры.

Для механического натяжения арматуры применяют гидродомкраты и насосные станции, технические характеристики некоторых приведены в табл. Б8 и Б9.

Таблица Б8

Технические характеристики гидродомкратов для натяжения арматуры

Показатель	СМЖ-737	СМЖ-738	СМЖ-84А	СМЖ-86А
1	2	3	4	5
Максимальное усилие натяжения, кН	1000	630	1000	25
Рабочий ход, мм	320	320	1120	80

Окончание табл. Б8

1	2	3	4	5
Диаметр арматуры, мм	28...40	5	22...36	5
Число одновременно натягиваемых арматурных стержней	1	До 24	1	1
Установленная мощность, кВт	–	–	7,5	2,2
Рабочее давление, МПа	40	32	–	–
Усилие запрессовки пробки, кН	–	270	–	–
Ход поршня запрессовки, мм	–	50	–	–
Габариты, мм: длина; ширина; высота	1130 380 290	830 250 270	1630 320 350	2200 620 2700
Масса, кг	160	75	550	220
Насосная станция	СМЖ-737-01	СМЖ-737-01	СМЖ-83А	НСР-400М

Таблица Б9

Технические характеристики насосных станций

Показатели	СМЖ-737.01	СМЖ-33А	НСР-40QM
Привод	Электрический	Электрический	Ручной
Производительность, л/мин	3,2	1,6	3 и 8 см за один двойной ход рукоятки
Вместимость бака, л	40	10	10
Рабочее давление, МПа	50	40	40
Установленная мощность, кВт	4	2,2	–
Грузоподъемность лебедки, кг	–	100	100
Габариты, мм: длина; ширина; высота	550 1280 510	590 900 2000	591 1780 (с рычагом) 2200
Масса, кг	220	136	121

8. Тележки самоходные.

Таблица Б10

Технические характеристики самоходных тележек СМЖ-151

Показатели	СМЖ-151А	СМЖ-151Д
Грузоподъемность тележки, т	20	40
Максимальная длина перевозимых изделий, мм:		
без прицепа;	7000	7000
с прицепом	16 000	24 000
Скорость передвижения, м/мин	40	40
Установленная мощность, кВт	5,5	7,5
Колея, мм	1520	1520
База, мм	4000	5000
Габаритные размеры, мм:		
длина;	6655	7200
ширина;	2400	2400
высота	680	3500
Масса, кг	1850	4100

Таблица Б11

Технические характеристики тележек-прицепов СМЖ-154

Грузоподъемность тележки, тонн	20
Колея, мм	1520
База, мм	3900
Габаритные размеры, мм:	
длина;	6400
ширина;	2400
высота	680
Масса, кг	1350

9. Тележки моторные с кабельным барабаном грузоподъемностью 3–65 тонн.

Таблица Б12

Параметры серийных тележек

Наименование показателя	ТРП-03 ШБ	ТРП-05 ШБ	ТРП-10 ШБ	ТРП-15ШБ	ТРП-20 ШБ	ТРП-25 ШБ	ТРП-30 ШБ	ТРП-40 ШБ	ТРП-45 ШБ	ТРП-65 ШБ
Грузоподъемность, т	3	5	10	15	20	25	30	40	45	65
Скорость передвижения, м/с	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Колея, мм	1524	1524	1524	1524	1524	1524	1524	1524	1524	1524
База тележки (А), мм (min)	2000		2500							
Количество осей, шт.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Мощность эл. двигателя, кВт	2,2	3	4	4	4	5,5	5,5	7,5	7,5	11
Масса, кг	1300	1600	1800	2400	2900	3500	4100	4700	5400	9500
Размеры платформы, мм (min): длина (L); ширина (B); высота (H)	3000 2000 500/ 600	3000 2100 550/ 650	4000 2100 600/ 650	4000 2100 650	4000 2200 650	4000 2200 750	4000 2300 800	4000 2300 900	4000 2300 950	4000 2300 1100

10. Бетоновозная телега (СМЖ-2В) с гидроприводом выгрузного затвора.

Таблица Б13

Технические данные

Вместимость бункера не менее, м ³	1,5 м ³
Макс. скорость передвижения, м/с	1 м/с
Скорость передвижения при подходе к месту остановки, м/мин	регулируемая: 0–60
Ширина колеи пути	1720
Колесная база бункера, мм	2020 мм
Тип затворного устройства	челюстной
Привод передвижения бункера	электромеханический
Привод раскрытия челюстей	гидропривод
Время открытия челюсти, с	регулируемая: 10–15

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Выборка (цитирование) из «Межотраслевые укрупненные нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на агрегатно-поточных и конвейерных линиях»
из п. 3 «Нормативная часть»

В процессе ведения проектной работы по конкретной тематике студент фактически определяет укрупненные нормы времени на выполнение работ, входящих (образующих) в технологический цикл изготовления изделий для выбранных им условий производства: способа производства, технологического и обеспечивающего оборудования, его расстановки в пролете, технических характеристик, технологической последовательности работ и т. д.

В настоящем приложении приведены примеры работ с оценкой затрат времени на их выполнение в виде укрупненных нормативов. Они могут использоваться в приведенном далее варианте при выполнении курсового и дипломного проектирования, если условия ведения работ при разработке проекта соответствуют приведенному описанию, а также в качестве примера (схемы) для расчета нормативов времени на выполнение их совокупности в соответствии с фактическими условиями разрабатываемого варианта проектируемого производства.

В1. Нормативная часть

В1.1. Открывание или закрывание ямных камер

Содержание работы. Строповка крышки ямной камеры, сопровождение и установка крышки на расположенную рядом камеру или место складирования, расстроповка. При закрывании – выполнение работ в обратном порядке.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Норматив времени на одну крышку – 2,6 чел.-мин.

В1.2. Открывание и закрывание ямных камер при помощи пневмо- и гидроцилиндров

Содержание работы. Включение привода и открывание камеры, по окончании загрузки – закрывание камеры с включением и выключением привода.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Норматив времени на одну крышку – 1,8 чел.-мин.

В1.3. Установка форм (поддонов) с изделиями в ямные камеры тепловой обработки или выгрузка из них

Содержание работы. Установка форм в ямную камеру тепловой обработки со строповкой, сопровождением и расстроповкой. Выгрузка форм (поддонов) из камеры и установка на пост расформовки с выполнением вышеуказанных операций.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Таблица В1.1

Нормативы времени на одну форму (поддон), чел.-мин

Вид кранового оборудования и приспособлений		
мостовой кран	кран-балка (или тельфер)	автоматический захват
1,7	2,72	1,12
а	б	в

В1.4. Установка форм в щелевые камеры и извлечение из них

Содержание работы. Перемещение и установка формы-вагонетки на передаточное устройство (передаточная тележка, снижатель и т. п.). Передвижение передаточного устройства с формой к камере тепловой обработки. Подача формы-вагонетки в камеру с передаточного устройства. Возврат транспортного средства в исходное положение.

Исполнитель: машинист оборудования конвейерных и поточных линий.

Норматив времени подачи или извлечения на одну форму-вагонетку – 9,0 чел.-мин.

В1.5. Расформовка изделий после тепловой обработки

Содержание работы. Откручивание винтовых зажимов. Раскрытие замков и бортов форм.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Таблица В1.2

Нормативы времени на одну форму, чел.-мин

Способ раскрывания замков и бортов	Конфигурация бортов	Количество открываемых бортов	Периметр открываемых бортов, м, до					
			4	8	12	16	20	24
Вручную	Простой конфигурации (плоские), высотой до 30 см	1	1,05	1,25	–	–	–	–
		2	1,89	2,26	2,64	3,02	–	–
		4	2,65	3,17	3,70	4,24	4,77	5,30
Вручную	Простой конфигурации (плоские), высотой более 30 см	1	1,21	1,44	–	–	–	–
		2	2,17	2,60	3,04	3,47	–	–
		4	3,05	3,65	4,26	4,88	5,49	6,10
	Сложной конфигурации, высотой до 30 см	1	1,31	1,57	–	–	–	–
		2	2,36	2,83	3,30	3,77	–	–
		4	3,29	3,96	4,62	5,29	5,94	6,61
	То же, высотой более 30 см	1	1,51	1,81	–	–	–	–
		2	2,71	3,25	3,80	4,34	–	–
		4	3,78	4,55	5,21	6,06	6,83	7,60
	Механизированно	Простой конфигурации	1	0,87	1,01	–	–	–
			2	1,51	1,82	2,13	2,43	–
			4	2,14	1,96	2,98	3,42	4,03
		Сложной конфигурации	1	1,06	1,27	–	–	–
			2	1,91	2,28	2,66	3,04	–
			4	2,65	3,19	3,24	4,71	4,16

В1.6. Кантование формы

Содержание работы. Управление кантователем, включение и выключение механизма.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Таблица В1.3

Нормативы времени на одно кантование, чел.-мин

Наименование операции	Угол поворота кантователя				
	45°	72°	90°	96°	180°
Подъем или опускание кантователя	1,25	1,67	1,92	2,0	3,85

В1.7. Обрезка стержней с помощью дугового сварочного аппарата или специальной дисковой машиной

Содержание работы. Очистка места обрезки от затвердевшего бетона, обрезка концов стержней с помощью дугового сварочного аппарата или диска, очистка упоров и концов стержней напряженной арматуры, сбор отходов в контейнер.

Исполнитель: электросварщик ручной сварки.

Таблица В1.4

Нормативы времени на одну обрезку, чел.-мин

Наименование операции	Диаметр стержней, мм, до										
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28
Обрезка одного конца стержня сварочным аппаратом	0,7	0,72	0,83	0,90	0,95	1,01	1,07	1,10	1,20	1,25	1,37
То же, дисковой машиной	0,28	0,29	0,33	0,36	0,38	0,4	0,43	0,44	0,48	0,50	0,55

В1.8. Извлечение изделий из формы с перемещением на пост отделки, самоходную тележку или в штабель

Содержание работы. Строповка изделия крюками траверсы за подъемные петли и извлечение его из формы. Осмотр, очистка от

облоя. Перемещение изделия краном до места установки. Установка и расстроповка.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Таблица В1.5

Нормативы времени на одно изделие, чел.-мин

Расстояние транс- портировки, м, до	Для линейных элементов длиной, м, до					
	3	5	9	12	более 12	
	Для плоскостных элементов площадью, м ² , до					
	2,5	3,5	7	12	17	более 17
	Для прочих элементов наибольший размер, м, до					
	1,5	2,5	4	6	9	более 9
10	1,18	1,29	1,41	1,53	1,66	1,81
20	1,56	1,69	1,84	1,97	2,13	2,30
30	1,94	2,09	2,25	2,41	2,59	2,79
40	2,32	2,49	2,67	2,85	3,05	3,28
50	2,70	2,89	3,09	3,29	3,52	3,77
60	3,08	3,29	3,51	3,74	3,99	4,26

А1.9. Очистка форм, поддонов, бортов, вкладышей и перегородок

Содержание работы. Очистка от остатков бетона форм (поддонов, бортов, перегородок), сбор отходов в контейнер.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

В1.9.1. Формы

Таблица В1.6

Нормативы времени на одну форму, чел.-мин

Способ очистки	Площадь очищаемой поверхности, м ² , до					
	10	15	20	25	30	35
Ручным инструментом: простой конфигурации; сложной конфигурации	6,1	8,8	11,5	14,3	17,1	19,8
	8,1	11,7	15,4	19,0	22,5	26,0
Механизированно: простой конфигурации; сложной конфигурации	4,2	6,2	8,1	10,1	12,1	14,1
	5,7	8,3	10,8	13,4	26,1	18,6

В1.9.2. Поддоны

Таблица В1.7

Нормативы времени на один поддон, чел.-мин

Способ очистки	Площадь очистки поверхности, м ² , до					
	10	15	20	25	30	35
Ручным инструментом	5,3	7,8	10,4	13,0	16,7	18,3
Механизированно	3,6	5,4	7,2	9,0	10,9	12,9

В1.9.3. Борта, вкладыши, перегородки

Таблица В1.8

Нормативы времени на 1 м², чел.-мин

Способ очистки	Норматив
Ручным инструментом	1,15
Механизированно	0,85

В1.10. Смазка форм, поддонов, бортов, вкладышей, перегородок

Содержание работы. Нанесение смазки на форму (поддон, борта, перегородки и вкладыши).

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

В1.10.1. Формы

Таблица В1.9

Нормативы времени на одну форму, чел.-мин

Способ нанесения смазки	Площадь смазываемой поверхности, м ² , до					
	10	15	20	25	30	35
Кистью: простая конфигурация формы; сложная конфигурация формы	2,54	3,33	4,13	4,88	5,68	6,51
	2,72	3,53	4,36	5,20	6,09	6,92

Окончание табл. В1.9

Способ нанесения смазки	Площадь смазываемой поверхности, м ² , до					
	10	15	20	25	30	35
Распылителем: простая конфигурация формы; сложная конфигурация формы	1,72	2,52	3,32	4,11	4,92	5,75
	1,97	2,67	3,49	4,32	5,16	5,98

В1.10.2. Поддоны

Таблица В1.10

Нормативы времени на один поддон, чел.-мин

Способ нанесения смазки	Площадь поддона, м ² , до					
	10	15	20	25	30	35
Кистью	1,03	1,37	1,69	2,03	2,49	2,73
Валиком	0,89	1,21	1,53	1,98	2,23	2,67
Распылителем	0,71	1,05	1,38	1,71	2,0	2,40

В1.10.3. Борта, вкладыши, перегородки

Таблица В1.11

Нормативы времени на 1 м², чел.-мин

Способ нанесения смазки	Норматив времени
Кистью	1,1
Распылителем	0,32

В1.11. Установка и сьем бортоснастки

Содержание работы. Установка бортоснастки на поддон при помощи крана, пневмо- и гидроцилиндров.

После формирования и отделки – возвращение ее в исходное положение.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Таблица В1.12

Нормативы времени на один поддон, чел.-мин:

Способ установки и съема	Норматив
Краном	1,36
Пневном- и гидроцилиндром	0,66

В1.12. Сборка форм

Содержание работы. Закрывание бортов, установка их в рабочее положение, закрепление замками.

Исполнитель: формовщик железобетонных изделий и конструкций.

Таблица В1.13

Нормативы времени на одну форму, чел.-мин:

Способ закрывания бортов и замков	Периметр закрываемых бортов, м, до	Высота бортов формы					
		до 30 см			более 30 см		
		Количество закрываемых бортов					
		1	2	4	1	2	4
Вручную	4	0,95	1,71	2,40	1,19	2,14	3,00
	8	1,14	2,06	2,88	1,43	2,57	3,60
	12	—	2,23	3,37	—	2,99	4,20

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Адресация к нормативу «Типовые нормы времени на производство железобетонных изделий и конструкций на заводах сборного железобетона»

Типовые нормы стандового способа производства железобетонных изделий – это многостраничный документ, который в полном объеме здесь не приводится (см. содержание документа).

Этим документом в процессе проектирования рационально пользоваться по мере необходимости (предметно для конкретного варианта проектной разработки).

Тем более, что нормативы затрат времени в этом документе приведены укрупненно в размерности «чел.-час». В таком варианте они позволяют ориентироваться по общим затратам времени на производство работ и в норме выработки по изготовлению конкретных изделий.

Для разработки технологического процесса изготовления изделий они чрезвычайно укрупнены. При проектировании производства с учебной целью необходима детализация технологического процесса под конкретные условия выполнения составляющих его работ. То есть нужны укрупненные нормы на требуемые совокупности технологических операций и отдельно выполняемые операции в «привязке» к конкретным условиям производства: типам принятых стандов, их расположению в пролете, варианту армирования, приемам передачи и укладки бетона при формовании, типажу и характеристикам оборудования и т. д.

Затраты времени на выполнение работ определяются в процессе проектирования на основе базовых единичных норм (например, на строповку-расстроповку, открытие замков форм-стандов, обрезку арматурных элементов и т. д.) и расчетных (по фактическим условиям выполнения) укрупненных норм.

Учебное издание

БАТЯНОВСКИЙ Эдуард Иванович

**ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-70 01 01
«Производство строительных изделий и конструкций»

Редактор *Н. А. Костешева*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 03.08.2022. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 16,91. Уч.-изд. л. 13,23. Тираж 100. Заказ 161.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.