

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр архитектурных и конструктивных решений и организации строительства

(Наименование учебного структурного подразделения)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Строительство, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Оптимизация организационно-технологической надежности
строительства зданий

Обучающийся

К.С. Фанфора

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

руководитель

к.т.н, доцент, В.Н. Шишканова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2024

Оглавление

Введение.....	3
ГЛАВА 1. Исследование опыта обеспечения организационно-технологической надежности в строительном производстве.....	6
1.1. Определение надёжности в контексте организации и управления строительным производством.....	6
1.2. Надежность в качестве системы множественных характеристик	10
1.3. Факторы, влияющие на надежность объектов строительства.....	11
1.4. Мониторинг технического состояния объектов строительства на всех этапах жизненного цикла.....	12
ГЛАВА 2. Создание организационно-технологической концепции быстрого возведения зданий на примере монолитного строительства.....	14
2.1. Принципы организации быстрой постройки в потоковом режиме ..	14
2.2. Технологический порядок действий для формирования монолитных структур зданий.....	22
2.3. Принятие решений касательно выбора формы опалубки и выполнения работ по её монтажу.....	27
2.4. Решение о планировании и выполнении работ по армированию.....	34
2.5. Решения по бетонированию монолитных конструкций	38
2.6. Решения по уходу за бетоном и интенсификации его твердения.....	43
2.7. Нормирование времени выполнения работ при скоростном возведении монолитных железобетонных конструкций здания.....	47
ГЛАВА 3. Совершенствование организационно-технологической надежности строительства зданий.....	58
3.1. Анализ организации рабочего процесса на основе монолитного строительства зданий.....	58
3.2. Повышение организационно-технологической надежности строительства в современных условиях	71
Заключение	78
Список используемой литературы	79

Введение

Актуальность темы исследования. Повышение ОТН деятельности строительных организаций является достаточно изученной областью исследования, однако в настоящее время методы и средства для улучшения эффективности строительно-монтажных работ кажутся малоизученными. Эти работы влияют на надежность, качество и соблюдение сроков, что, в свою очередь, оказывает влияние на общую трудовую активность строительных объектов и в целом на строительное производство. Поскольку надежность отдельных этапов (строительно-монтажных работ) влияет на общую надежность всей системы (строительного производства), улучшение трудовой активности в области строительно-монтажных работ представляет собой актуальную научную задачу.

Существующие системы организации и управления процессами имеют существенный недостаток — отсутствие чёткого методологического подхода к оценке организационно-технологической надёжности объектов на всех этапах строительства.

Так, актуальность этой диссертационной работы связана с необходимостью улучшения методов и моделей организации строительного процесса, в контексте которых можно провести вероятностную оценку элементов здания на всех этапах строительства.

Научная новизна этой темы основывается на создании концепции, которая определит правила для методического обеспечения надежности недвижимости на каждом этапе строительства.

Так, актуальность этой диссертационной работы связана с необходимостью улучшения методов и моделей организации строительного процесса, в контексте которых можно провести вероятностную оценку элементов здания на всех этапах строительства.

Уровень разработанности предмета исследования отражен в работах таких авторов, как А.А. Лapidус, Л.Б. Миротин, Б.П. Титаренко, А.Г. Некрасов, В.Я. Мищенко, а также зарубежных ученых, включая Д. Клосса и Д.

Бауэрсокса. В их задачи также входила разработка и усовершенствование нормативно-методических основ, которые направлены на осуществление процесса принятия решений по вопросам технического обслуживания объектов строительства, а также обеспечение условий, сроков и содержания технической диагностики. Труды ученых, таких как С.А. Думлер, Р. Акофф, Дж.Форрестер, С. Бир, также касаются организации, управления и моделирования сложных систем.

В области исследования организационно-технологической и организационно-экономической надёжности значительный вклад внесли такие учёные, как А.А. Гусаков, Е.А. Гусакова, А.В. Гинзбург, В.А. Афанасьев, М.С. Будников, В.М. Васильев, Т.Н. Цай, П.Г. Грабовый, С.Г. Шеина, А.Ф. Шкляров и другие.

Стоит отметить, что в их работах отсутствует единый подход к основным результатам исследований, это приводит к тому, что они имеют возможность интерпретировать проблему фрагментарно. К сожалению, на данный момент не разработаны критерии, позволяющие оценивать надёжность конструкций зданий на всех этапах их жизненного цикла.

Недостаточная научная обоснованность и необходимость практического решения указанных проблем определили актуальность темы диссертационного исследования.

В настоящее время научно-технический прогресс вносит изменения в подходы к строительству и ремонту малоразмерных объектов. Это обстоятельство ставит перед нами задачи разработки новых подходов и усовершенствования уже существующих методов и моделей для оценки надёжности недвижимости на всех этапах строительства.

Практическая значимость

Проблема качества СМР многогранна. Для обеспечения высокого качества и надёжности зданий и сооружений необходимо соблюдать существующую многоступенчатую систему контроля качества в строительной

отрасли, включающую в себя входной контроль качества применяемых строительных материалов и конструкций.

Креативность

В основе применяемых методов и подходов лежит использование многоаспектных знаний по изучаемой проблеме, базирующихся на теории системного анализа, теории экономического, логического и сравнительного анализа, методах организации строительного производства, методах оптимизационного, имитационного и математического моделирования организационно-технологической надёжности строительно-монтажных работ.

Целью диссертационной работы является сокращение сроков строительства зданий, уменьшение количества простоев и отказов, на примере монолитного домостроения.

Задачи:

- ознакомиться с понятиями «Надежность», «Организация», «Организационно-технологическая надежность»;
- провести анализ монолитного домостроения на примере зданий с разным объемом работ;
- предложение уменьшения сроков строительства путем разработки подхода планирования;
- провести анализ монолитного домостроения на примере типовых зданий с одинаковым объемом работ;
- предложение уменьшения сроков строительства путем совершенствования организационно-технологической схемы.

ГЛАВА 1. Исследование опыта обеспечения организационно-технологической надежности в строительном производстве

1.1. Определение надёжности в контексте организации и управления строительным производством

Неувязка с надежностью является одной из наиболее важных проблем в ускорении научно-технического прогресса на современном этапе.

Наиболее важными стадиями жизненного цикла объектов недвижимости, которые способствуют формированию надежности в процессе реализации инвестиционных проектов, являются (рисунок 1):

- «Проектирование (разработка рабочих и эскизных проектов зданий и сооружений, проектной документации на реконструкцию или новое строительство);
- Строительство (процесс сооружения зданий и применение строительных материалов при строительстве объекта, производство строительного-монтажных работ при строительстве объекта);
- Эксплуатация (эксплуатация построенного объекта)» [31].



Рисунок 1 – Срок существования объекта недвижимости

С экономической части, ЖЦ объекта можно разделить на три этапа:

- «Строительство объекта, которое включает в себя две фазы: прединвестиционную (определение инвестиционных возможностей) и инвестиционную (внедрение технологий и компонентов решения, стабилизация внедрённого решения).
- Эксплуатация объекта до момента полной окупаемости — предпринимательская фаза проекта.

- Дальнейшая эксплуатация объекта с разработкой результатов для вложенных инвестиций, включая расширение, инновации и закрытие объекта» [13].

На первом этапе проектирования происходит изучение надежности, что является ключевым этапом. На этом этапе, характеристики надежности должны быть в фокусе при формулировании технических требований. Важно проводить непрерывную оценку на стадии разработки проекта, чтобы оптимизировать его структуру и гарантировать эффективность на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Второй этап включает в себя развитие и эффективное применение производственных ресурсов для достижения идеального баланса между доступными возможностями.

На 3-ем этапе проводятся мероприятия по инвестициям, контролю качества и улучшению финансового и организационного управления для следующего периода жизненного цикла объекта. Следует рассматривать данный этап как долговременный.

Возможные издержки на устранение физического и морального износа могут привести к ограничению функциональности объекта.

Следовательно, необходимо принимать во внимание важность обеспечения надежности объектов недвижимости на всех этапах их жизненного цикла.

Мы рассмотрим такое понятие как надежность.

Принято считать, что надёжность здания зависит от его составляющих. В соответствии с ГОСТ 27.002-2015, надёжность здания может быть определена как совокупность его компонентов, которые отвечают за безопасность. Это три основных свойства, которые объединяют эти элементы.

«Безотказность — способность сохранять работоспособность без вынужденных перерывов в течение заданного временного периода до появления первого отказа.

Долговечность — способность сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с учётом перерывов на ремонтно-наладочные работы и устранения возникших неисправностей.

Ремонтопригодность — возможность предотвращения и устранения отказов и повреждений с помощью технического обслуживания и плановых или внеплановых ремонтных работ» [3].

ГОСТ Р 27202-2012 «Надежность в технике (ССНТ). Управление надежностью. Стоимость жизненного цикла» регламентирует следующее понятие: «надежность - собирательный термин, применяемый для характеристики готовности продукта и влияния на нее факторов, таких как безотказность, ремонтнопригодность и эффективность технического обслуживания и ремонта» [29].

Согласно ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения» под понятием надежность необходимо понимать свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Надежность - комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения, и может включать в себя следующие свойства: безотказность, ремонтнопригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность» [7].

В работах Гусакова А.А. [21], Данилкина М.С. [22,23] и др. используются следующие понятия «надежности».

Принято разделять несколько видов надежности: надежность, которая основана на стабильности функционирования организации в течение определенного периода времени и ее показатели, такие как организационно-технологическая устойчивость (ОТН), позволяющие отслеживать динамику развития компании, а также получать информацию о том, как организация отдает свои средства.

«Надежность системы - это особенность, которая отличается способностью безотказно реализовывать возложенные функции в течение

определенного промежутка времени и при определенно заданных параметрах. В комплексе строительных и монтажных работ фактические показатели часто имеют значительные отклонения от плановых показателей деятельности подразделений, это характеризует их низкую надежность. Любое отклонение от планового задания является нежелательным, это связано с тем, что в конечном итоге отклонения будут сказываться на экономических результатах деятельности трудового коллектива, в связи с увеличением продолжительности строительства объектов и ввода штрафных санкций.

Надежность систем управления строительством - это способность организации благодаря планированию, контролю и регулированию материальных, трудовых, технических и финансовых ресурсов, корректировки правил их взаимодействия за счет оптимальной последовательности распределения, интенсивности потребления и их совмещения достигать поставленного результата» [12].

Управленческие системы в строительной индустрии представляют собой организационные конструкции, которые имеют элементы, не являющиеся связанными и которые могут быть изменены в процессе управления.

На всех уровнях иерархической структуры одни и те же функции управления выполняются в разных объемах. Строительство представляет собой сложную производственную систему с множеством элементов и связей между ними, что делает управление и планирование многовариантными.

В зависимости от того, насколько системы управления соответствуют поставленным целям, они могут считаться надёжными или ненадёжными.

На основе всего вышесказанного, было проведено уточнение понятия организационно-технологической надежности зданий. По определению оно является способностью поддерживать различные организационные, технологические и экономические стратегии или достигать желаемые результаты в заданных пределах или же сохранять достигнутые результаты на протяжении определенного периода времени с учетом влияния внешних и

внутренних факторов, которые являются характерными для объекта как сложного вероятностного явления.

1.2. Надежность в качестве системы множественных характеристик

Надёжность - это совокупность качеств, которые позволяют оценить ключевые характеристики стабильности в целом. Среди этих качеств можно выделить безотказность, долговечность, возможность ремонта и другие (см. таблицу 1).

Факторы, которые влияют на стоимость жизненного цикла здания и определяют его надежность, напрямую связаны с характеристиками надежности. По причине того, что материалы и конструкции имеют более высокую начальную стоимость, они могут быть оправданы их высокой надежностью и легкостью ремонта, что в свою очередь может привести к уменьшению общего количества затрат на содержание, обслуживание и ремонт объекта.

Таблица 1 – Свойства надежности

Наименование	Содержание свойства (характеристика)
Безотказность	Свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения
Ремонтопригодность	Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции путем технического обслуживания и ремонта
Восстанавливаемость	Свойство объекта, заключающееся в его способности восстанавливаться после отказа без ремонта
Долговечность	Свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния
Сохраняемость	Свойство объекта сохранять способность к выполнению требуемых функций после хранения и (или) транспортирования при заданных сроках и условиях хранения и (или) транспортирования

В соответствии с определением, надёжность объекта - это его способность выполнять свои функции в тех условиях эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, которые соответствуют требованиям к нему. Имеются все предпосылки для того, чтобы внешние ресурсы были в наличии.

Степень надёжности объекта зависит от вероятности того, что он будет выполнять или не выполнять определённые функции. Для того, чтобы обеспечить надёжность, необходимо представить её в виде временных интервалов, в течение которых объект может выполнять свои функции или же не выполняет их по различным причинам. Именно это состояние можно назвать отказом.

1.3. Факторы, влияющие на надёжность объектов строительства.

Надёжность объектов строительства является одним из ключевых показателей их качества. Надёжность объектов строительства зависит от множества факторов, которые можно разделить на технические, организационные и экономические.

Один из основных факторов, влияющих на надёжность объектов строительства, - это правильный выбор материалов и технологий. Использование высококачественных материалов, соответствующих всем требованиям и нормам, способствует повышению надёжности сооружений. Также важно следовать современным технологиям строительства, которые позволяют увеличить стойкость объекта к неблагоприятным воздействиям.

Организационные факторы также играют важную роль в обеспечении надёжности объектов строительства. Эффективное управление проектом, строгий контроль за выполнением работ, наличие квалифицированных специалистов и строгая соблюдение всех проектных документов - все это способствует повышению надёжности объектов строительства.

Кроме того, экономические факторы необходимо учитывать при построении надёжных объектов. Недостаточное финансирование или

экономия на материалах и технологиях может привести к снижению качества и повышению риска поломки объекта в будущем.

Важным аспектом является также эксплуатационная надежность объектов строительства. Правильное обслуживание, регулярные проверки и своевременные ремонты позволяют сохранить объект в хорошем состоянии на протяжении всего срока его службы.

Таким образом, надежность объектов строительства зависит от множества факторов, в том числе технических, организационных и экономических. Важно учитывать все эти аспекты при проектировании и строительстве объектов, чтобы обеспечить их долговечность и безопасность для жизни и здоровья людей.

1.4. Мониторинг технического состояния объектов строительства на всех этапах жизненного цикла.

Технический мониторинг состояния строительных объектов является важным инструментом для обеспечения их безопасности и бесперебойной работы. Уровень технического состояния строительных объектов может изменяться в течение всего периода их существования, от проектирования и строительства до эксплуатации и реконструкции. Поэтому необходимо осуществлять постоянный мониторинг и контроль за состоянием объектов с целью своевременного обнаружения и устранения возможных проблем.

Этапы жизненного цикла объектов строительства

Жизненный цикл объектов строительства включает в себя несколько этапов: проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция и снос. На каждом из этих этапов необходимо проводить мониторинг технического состояния объектов.

Проектирование. На этом этапе проводится анализ технических решений, выбор материалов и технологий строительства. Мониторинг на этом этапе включает в себя оценку технических параметров проекта, прогнозирование возможных проблем и определение необходимых мер по их предотвращению.

Строительство. Во время строительства необходимо контролировать выполнение проекта согласно утвержденным техническим решениям. Мониторинг на этом этапе включает в себя инспекцию строительных работ, контроль соблюдения строительных норм и правил, а также проверку качества строительных материалов.

Эксплуатация. На этом этапе проводится регулярный мониторинг технического состояния объекта строительства с целью обнаружения и устранения возможных дефектов, износа и повреждений. В процессе наблюдения важно обратить внимание на состояние инженерных коммуникаций и систем безопасности.

Реконструкция. Для того чтобы выявить возможные проблемы, связанные с изменением нагрузок и конструктивных решений, необходимо провести дополнительный мониторинг технического состояния объекта строительства.

Снос. При окончании жизненного цикла объекта строительства проводится его снос. Важно провести мониторинг технического состояния перед сносом для оценки состояния и определения возможных рисков.

Мониторинг технического состояния объектов строительства на всех этапах их жизненного цикла играет важную роль в обеспечении их надежности и безопасности. Постоянный контроль за состоянием объектов позволяет выявлять и устранять возможные проблемы, а также продлевать их срок службы. Для успешной реализации мониторинга необходимо использовать современные технологии и методы диагностики.

ГЛАВА 2. Создание организационно-технологической концепции быстрого возведения зданий на примере монолитного строительства

2.1. Принципы организации быстрой постройки в потоковом режиме

При выполнении строительных работ важно соблюдать установленные сроки и график, которые являются основой для последовательности и взаимосвязи различных этапов строительства.

Как пример можно привести ситуацию, когда происходит возведение здания из бетона. Только после получения подтверждения о том, что площадка полностью готова к работе, можно начинать укладывать бетонную смесь. В случае соблюдения всех этих условий, не будет возникать простоев в работе.

При достижении поставленной цели, необходимо будет перейти к выполнению монолитных работ в соответствии с поточным методом. В случае необходимости организации строительных работ, наиболее эффективным способом будет применение равновесных потоков с постоянной скоростью.

2.1.1. Основы структурирования последовательного движения

Планируя строительный поток, следует определить такие параметры, которые будут гарантировать своевременное и качественное выполнение строительных работ в установленные сроки, а также непрерывную загрузку рабочих и оборудования, а также их непрерывный производственный цикл.

Сокращение сроков строительства является основной целью оптимизации. Это позволит обеспечить более эффективное использование рабочих ресурсов и оборудования. В процессе проведения расчетов, необходимо учитывать фактическое количество ресурсов, которые могут быть использованы для выполнения запланированных работ.

«Проектирование поточного производства работ для определённого объекта включает в себя следующие шаги:

- Выделение монтажных зон — частей здания, схожих по конструкциям, планировке, этажности, объёмам работ и технологии возведения (особенно актуально при строительстве протяжённых зданий).

- Разделение сложных работ, выполняемых в каждой монтажной зоне, на более простые процессы, по возможности с равной трудоёмкостью.
- Определение оптимальной последовательности процессов возведения объекта и объединение взаимосвязанных процессов в общий поток. Это разделение работ и синхронизация процессов создают основу для непрерывности производства — одного из ключевых принципов эффективной организации труда.
- Подбор необходимого оборудования и инструментов для бригад рабочих, что обеспечит высокую производительность выполнения закреплённых за ними процессов» [8].

При организации и расчёте строительных потоков важно обеспечить их технологическую согласованность. «Технологическая увязка потоков осуществляется с учётом следующих принципов:

- Начало работ на каждой последующей захватке должно быть синхронизировано с интервалом, равным шагу потока.
- На одной захватке может работать одна бригада (звено) или несколько бригад с одинаковым ритмом выполнения работ.
- Размер каждой захватки (фронт работы) остаётся неизменным для всех видов работ, выполняемых на этой захватке.
- После завершения всего комплекса работ на одной захватке, работы на каждой из последующих захваток должны быть закончены не позднее чем через интервал, равный шагу потока» [9].

Если учесть, что между типом конструкции и качеством ее изготовления существует тесная взаимосвязь, важно спланировать организацию производства поточного типа работ. В процессе проектирования это может быть учтено.

Согласно правилам, которые прописаны в СНиП, при выполнении строительных работ необходимо соблюдать все нормы и правила, которые прописано в этом документе. Существует ряд требований, которые прописаны в проекте строительства. Они должны быть соблюдены для того, чтобы

выполнить проект производства работ (ППР). Это необходимо для того, чтобы возводить монолитные железобетонные конструкции.

Необходимо учитывать множество факторов, которые влияют на качество работ по опалубке, армированию и бетонированию. Это может быть технологичность процесса строительства, а также надежность конструкции. Внедрение современных технологий, использование эффективных методов управления рабочим процессом и применение комплексного подхода к использованию оборудования способствует повышению качества выполняемых работ и сокращению времени, необходимого на их выполнение.

Элементы, которые необходимы для возведения монолитного железобетонного здания, включают в себя следующие:

- фундаментную плиту или ростверк;
- колонны или пилоны;
- стены и парапеты;
- балки или ригели;
- перекрытия.

При наблюдении за строительством жилого многоэтажного дома, было установлено, что фундамент из монолитной железобетонной плиты (с маркировкой М100) составляет около 8-12% от общего объема бетона, но является трудозатратным в выполнении.

Когда происходит строительство подземного участка здания, включающего фундамент и ростверк, который является самостоятельной частью строительства, работа над которой осуществляется в отдельной комнате, она имеет отличия от работы над надземной частью, охватывающей все этажи.

При строительстве фундаментальных монолитных железобетонных конструкций, важно обеспечить непрерывное производство стройматериалов для всех этапов строительства: от разработки грунта до возведения надземных и подземных частей здания. Необходимо разделить участок на вертикальные

и горизонтальные элементы. Далее следует начать изготовление лестничных площадок и маршей, которые будут изготавливаться в несколько этапов.

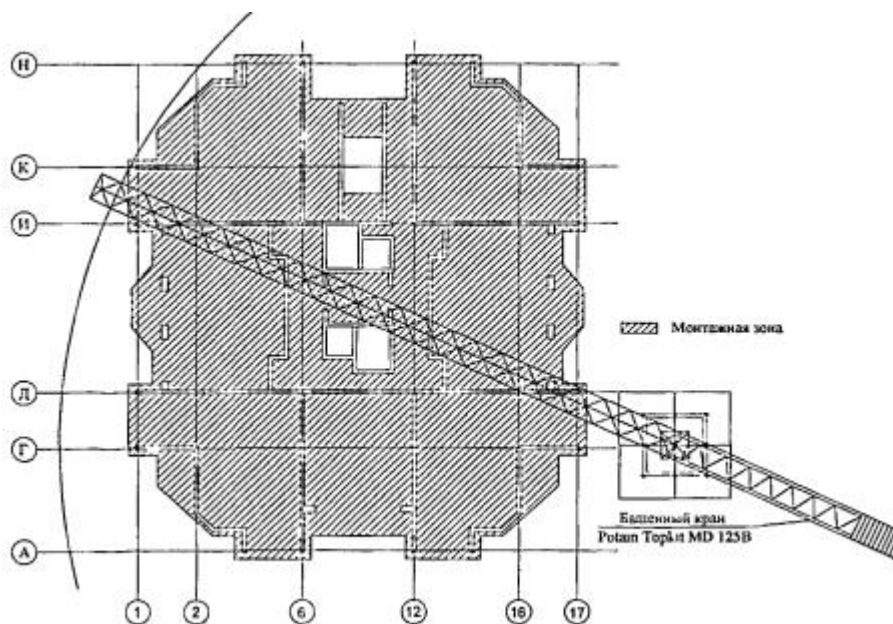
2.1.2. Подходы к планированию строительства с ритмичным последовательным потоком

В настоящее время используются методы, которые были разработаны ранее для организации строительных потоков, позволяющих ускорить возведение зданий. Однако, несмотря на это, строительство в условиях СМД имеет некоторые нюансы и особенности, которые необходимо учитывать.

Определение монтажных зон является ключевым аспектом строительного процесса. Эффективное управление и распределение этих зон существенно влияют на продолжительность строительства и безопасность работников. Монтажная зона обычно определяется как область строительства, обслуживаемая одним краном. Когда речь идет о зданиях с точечной структурой, в расчет берётся вся их площадь. Но для того чтобы здание было более протяженным, возможно наличие нескольких отдельных зон (см. рис. 2).

При быстром строительстве жилых зданий монтажные зоны в среднем составляют 600... 1100 м².

а) Одна монтажная зона.



б) Две монтажные зоны.

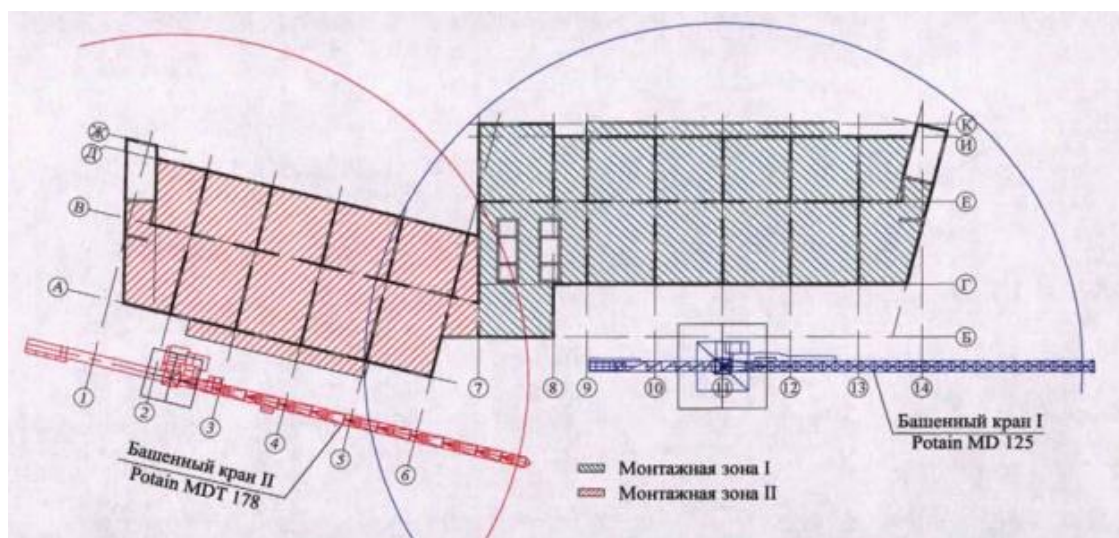


Рисунок 2 – Примеры деления здания на монтажные зоны: а) - для здания точечного типа; б) - для здания, развитого в плане.

Разбивка монтажной зоны на захваты.

В условиях СМД принцип разделения на захваты был разработан на основе системы выбора захваток.

«Особенности выбора захваток заключаются в следующем (рис. 3):

- для обеспечения ритмичного потока без простоев все конструкции делятся на вертикальные (стены, колонны) и горизонтальные (перекрытия);
- основным критерием при разделении на захваты является объём бетона, укладываемого на монтажной зоне (под одним краном) за сутки, который зависит от сроков строительства, конструкций, количества опалубки, числа рабочих и их квалификации;
- при выборе захваток для вертикальных конструкций необходимо учитывать последующую раскладку элементов опалубки во избежание лишних переборок, а также обеспечивать фронт работ для дальнейшего устройства горизонтальных конструкций;
- при делении на захваты следует стремиться к тому, чтобы объёмы бетона конструкций были примерно одинаковыми.
- каждая следующая захватка перекрытия должна закрывать предыдущую захватку по стенам (колоннам)» [10].

Если в строительстве применяется система СМД, то обычно используется ступенчатый метод. На разных стадиях происходит возведение стен, перекрытий и других элементов несущих конструкций. Все работы, связанные с захватом, должны быть выполнены в течение одного дня, включая возведение стен и перекрытий.

Эта технология дает возможность сравнить различие между монтажными горизонтами, расположенными рядом друг от друга, как с одним этажом.

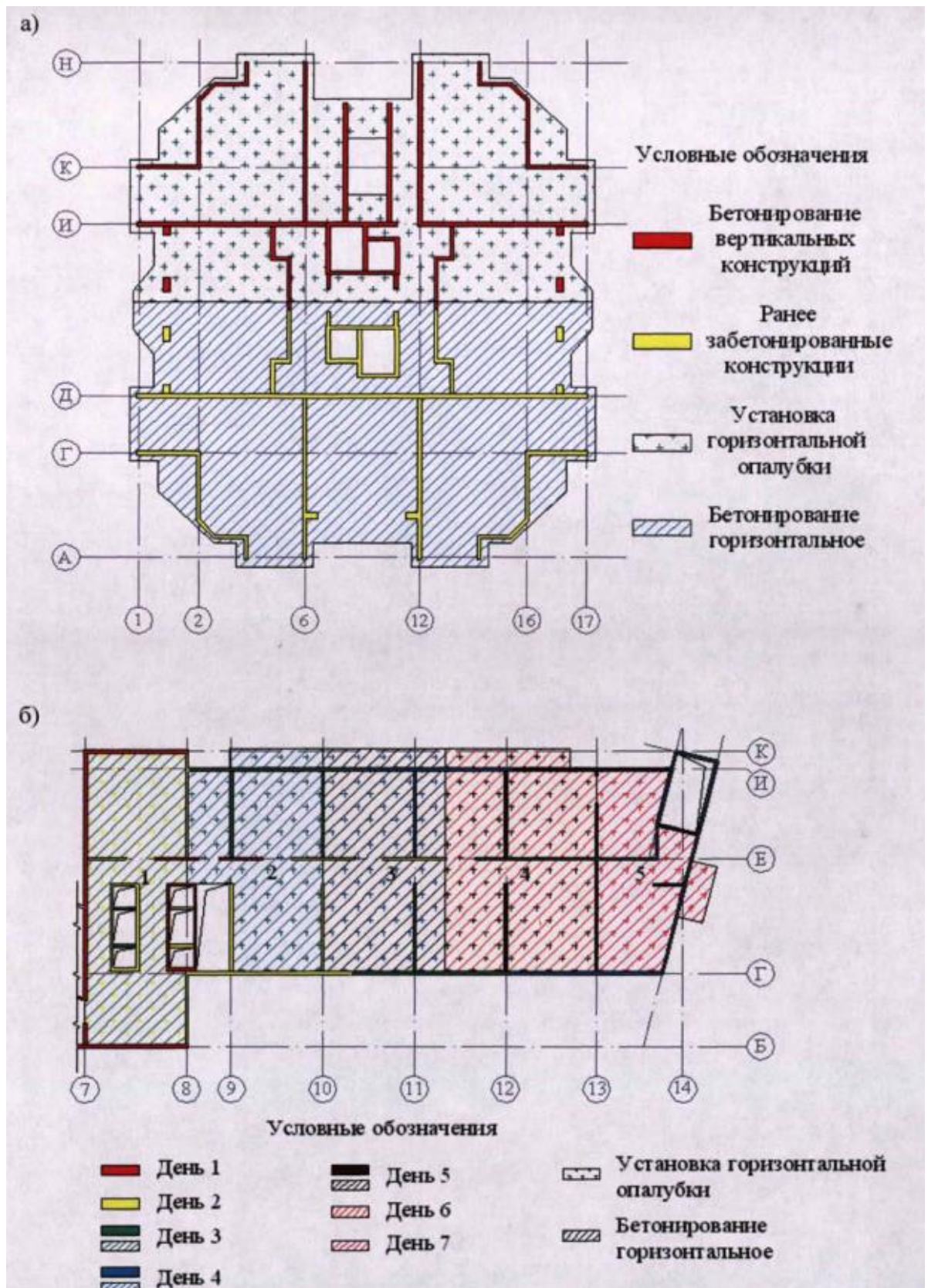


Рисунок 3 – Планы разделения зон на отдельные участки: а) - 2 захватки; б) — 5 захваток.

«Для обеспечения ритмичности потока, как уже было отмечено, захваты должны быть по возможности равновеликими по объёмам и, соответственно, трудоёмкости. Разница в трудоёмкости процессов между захватками не должна превышать 10–15 %» [11].

Предполагается разделить объект на несколько секций для обеспечения удобства работников. Для этого следует начать монтаж непосредственно в рабочих местах.

Из-за этого появляется возможность обеспечить непрерывность и эффективность производственного процесса в условиях поточного производства. Для выполнения данного проекта следует создать бригады, состоящие из бетонщиков, арматурщиков, плотников и монтажников. Если вы хотите производить высококачественные строительные материалы, вам необходим квалифицированный персонал, который будет координировать работу всех бригад на одном участке.

Следовательно, важно иметь в виду, что если одна из бригад будет опаздывать или опережать другую, это может привести к нехватке времени на выполнение работы и в итоге - к простоям. Чтобы избежать подобных ситуаций, необходимо тщательно спланировать численность и квалификационный состав работников для каждой бригады. Подробные рекомендации по этому вопросу представлены в пункте 2.7.

Увязка строительных процессов.

Группа специалистов, отвечающая за безопасность и стабильную работу каждого процесса, именуется бригадой безопасности. Двигаясь по территории, эти бригады сменяют друг друга через определённые временные интервалы, это помогает создать непрерывный поток труда. Основываясь на правилах, принятых в технологической цепочке, с самого начала начинает свою работу первая бригада. После того как первая группа закончила работу, следует вторая, которая в свою очередь завершает процесс и оставляет после себя готовое изделие.

Вместе с этим, на различных строительных площадках проводятся работы по возведению опалубки и монтажу вертикальных элементов.

К тому же, в результате этого, на нескольких разных участках одновременно ведутся работы различной степени готовности.

Для того чтобы показать пример стабильного потока работ, можно представить его в виде укрепления вертикальных конструкций и затем уже начинается монтаж опалубки для горизонтальных элементов. На втором этапе, после завершения первого этапа, следует этап армирования горизонтальных элементов, а также бетонирование вертикальной конструкции завершает этот процесс.

2.2. Технологический порядок действий для формирования монолитных структур зданий

Ознакомившись с опытом, можно сделать вывод о том, что для обеспечения бесперебойного поточного режима работы необходимо правильно подобрать персонал и квалификацию бригады, которая будет выполнять все работы. Этот метод имеет возможность обеспечить высокую производительность и ритмичность труда.

В комбинации с другими способами повышения эффективности и оптимизации строительного процесса, метод непрерывного потока является наиболее эффективным способом повышения эффективности и снижения стоимости строительных работ.

Для выполнения монолитных железобетонных работ предлагается на объектах иметь следующие специализированные звенья (бригады):

- опалубщики;
- плотники;
- арматурщики;
- звено по устройству лестничных маршей и площадок;
- заготовщики арматуры;
- бетонщики;

- отделочники по окончательной послераспалубочной доводке бетона.

Результативность и технический уровень скоростного строительного процесса определяются организацией и технологиями строительства.

«Для достижения наилучшего эффекта, всем бригадам необходимо придерживаться своего плана.

Арматурщики вертикальных конструкций выполняют следующие операции: армирование вертикальных конструкций отдельными арматурными стержнями; установка готовых арматурных каркасов с помощью крана; вязка узлов сопряжений каркасов и стен; установка фиксаторов (звёздочек) для обеспечения защитного слоя бетона; при необходимости — установка отсечек из проволочной сетки.

Опалубщики вертикальных конструкций: сборка опалубочных карт на отдельные конструкции и их части; смазка опалубки; установка опалубки; скрепление опалубки стяжками и гайками; фиксация подкосов; выверка опалубки до бетонирования; окончательная выверка сразу после бетонирования; снятие опалубки с ранее забетонированной захватки; очистка, ремонт (в случае необходимости), смазка снятой опалубки; установка опалубки на новой захватке (повтор цикла).

Плотники: устройство и установка проеомобразователей стен, а также их фиксация; закрытие торцов стеновой опалубки (в случае необходимости); обшивка фанерой (настил фанеры) горизонтальной опалубки; обшивка некратных мест (по необходимости); устройство и установка проеомобарованелей перекрытия, их фиксация; установка/снятие отсечек из досок и фанеры; устройство индивидуальной опалубки и доборов» [14].

«В то время как бригада арматурщиков занимается установкой готовых каркасов, бригада опалубщиков демонтирует одну сторону опалубки уже забетонированных конструкций. Затем они очищают и смазывают снятую опалубку, после чего устанавливают её в проектное положение на новом участке.

В это же время плотники занимаются установкой проёмообразователей, тем самым подготавливая фронт работ для бригад арматурщиков и опалубщиков. После того как плотники установят проёмообразователи, арматурщики начинают армирование стены отдельными стержнями, что, в свою очередь, готовит фронт работы для бригады опалубщиков (они закрывают вторую сторону опалубки) и бетонщиков» [17].

«Опалубщики: монтаж опалубки; выверка смонтированной опалубки с геодезистами; демонтаж горизонтальной опалубки на ранее забетонированной захватке с устройством промежуточного опирания перекрытия стойками; очистка ламинированной фанеры; подача опалубки на новую захватку; монтаж опалубки на новой захватке (повтор цикла)» [5].

Звено по устройству лестничных маршей и площадок:

«Устройство лестниц в индивидуальной опалубке на монтажной отметке (рис. 4): монтаж опалубки (стойки, балки) для лестничной площадки; выверка смонтированной опалубки с геодезистами; настил фанеры лестничной площадки; монтаж опалубки (стойки, балки) для лестничного марша; выверка смонтированной опалубки для марша с геодезистами; настил фанеры лестничного марша; установка готовых арматурных балок или ригелей для лестничной площадки; армирование отдельными стержнями; установка фиксаторов для обеспечения защитного слоя бетона; установка опалубки лестничных ступеней; установка промежуточных стоек» [18].

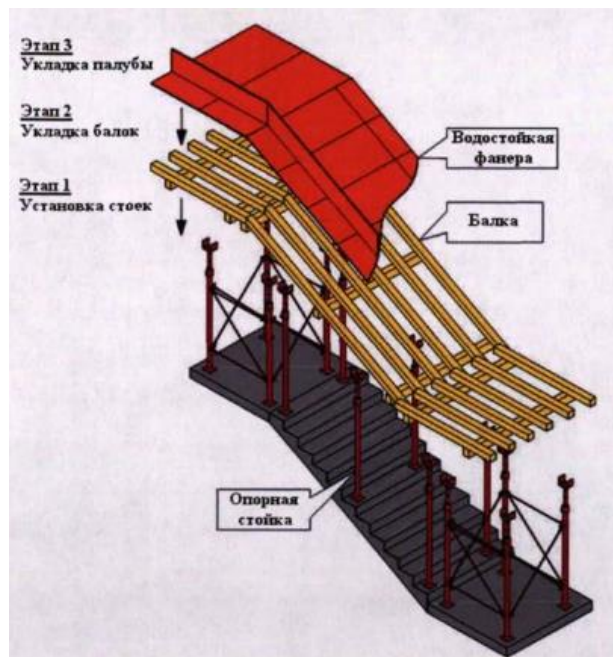


Рисунок 4 – Монтаж индивидуальной опалубки для лестничного марша и площадок.

«Установка лестничного марша на монтажной отметке: строповка лестничного марша; подача краном к месту монтажа; временное раскрепление в проектном положении; расстроповка лестничного марша; соединение выпусков арматуры лестничного марша с арматурой лестничной площадки; выверка проектного положения.

Заготовщики арматуры: резка арматуры; загибка арматуры; заготовка хомутов; вязка арматуры (на шаблонах для стен, на козлах для колонн и пилонов); вязка арматуры на козлах для колонн, пилонов, балок и ригелей; заготовка элементов пространственной фиксации; заготовка отсечек для перекрытия.

Бетонщики: укладка бетона в конструкции; уплотнение бетона (глубинными вибраторами); заглаживание открытой поверхности бетона; устройство по верху бетона сплошной паро- теплоизоляции (при необходимости).

Отделочники по окончательной после распалубочной доводки бетона: устранение дефектов поверхности и граней изделий, очистка закладных

изделий и кромок от наплывов бетона, ремонт сколов, раковин и устранение других дефектов; дополнительная шпатлевка, шлифовка поверхности, в том числе отделка или устранение дефектов поверхности (например, отверстия от тяжей после снятия стеновой опалубки) предусмотренной как фасадной» [27].

Одно из мнений состоит в том, что количество сотрудников, которые работают в специализированном подразделении напрямую связано с объемом выполняемой работы.

На основе рисунка 3 можно сделать вывод о том, как должна выглядеть последовательность выполнения строительных операций для многоэтажного жилого дома.

Основные виды деятельности представлены в виде комбинации, что показано на схеме следующим образом на рис. 5.

№ п/п	Наименование работ	Календарные дни																						
		2020 г.																						
		Май		Июль				Август				Сентябрь				Октябрь								
28	2	7	12	16	21	26	30	4	9	13	18	23	27	1	6	10	15	20	24	29	4	8		
		Порядковые дни																						
		52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140
Надземная часть																								
1	Устройство монолитных колонн	30					30					30					30							
2	Устройство наружных стен (Блочных 0,38м)			32					32					32					32					
3	Устройство внутренних несущих стен (кирпичная кладка 0,38м)				26				26					26					26				26	
4	Устройство межкомнатных перегородок (кирпичная кладка 0,12 м)					30					30					30						30		
5	Устройство межкомнатных перегородок (газосиликатные блоки 0,1м)					6					6					6						6		
6	Монтаж лестничных маршей и площадок				16						16					16						16		
7	Устройство монолитных перекрытий	62						62						62						62				
8	Устройство монолитного покрытия																							

Рисунок 5 – Линейный график последовательности выполнения основных строительных процессов.

Если придерживаться утвержденного графика работ, то для того чтобы выполнять основные виды работ необходимо наличие двух бригад, которые будут специализироваться в определенных областях деятельности. В данной ситуации это является наиболее эффективным способом, как для возведения данного объекта, так и для других подобных объектов, имеющих схожий объем работ.

Ключевые звенья на объекте должны включать в себя:

Для первой (дневной) смены:

- Отделочники для окончательной доводки бетона после снятия опалубки
- 4 человека;
- Заготовщики арматуры - 3 человека;
- Специалисты для вязки арматурных каркасов на шаблоне - 4 человека;
- Опалубщик для смазывания опалубки - 1 человек;
- Электрики - 2 человека; сварщики - 2 человека;
- Крановщик - 1 человек;
- Разнорабочие для уборки мусора - 2 человека.

Для второй смены:

- Заготовщики арматуры - 3 человека;
- Электрики - 2 человека;
- Сварщик - 1 человек;
- Операторы бетононасоса - 2 человека;
- Крановщик - 1 человек.

В сумме на предприятии в первую смену трудятся 56 человек, а во вторую смену - 34 человека.

Средняя производительность при этом на одного рабочего в смену (12 часов) составляет 1,3...1,6м. Обеспечение такой производительности позволяет объект с объемом монолитных бетонных работ в 6,5...7,0 тыс.м³ железобетона выполнить за 50...55 рабочих дней.

2.3. Принятие решений касательно выбора формы опалубки и выполнения работ по её монтажу

В наше время, в области строительства, успех определяется быстротой и высоким качеством возведения зданий и инфраструктурных объектов, при этом особое значение приобретает применение новейших опалубочных систем. Использование инновационных технологий опалубки в монолитном строительстве способствует значительному увеличению эффективности, скорости и качества работ.

Учитывайте, что экономия времени может быть достигнута лишь в том случае, если вы будете грамотно выбирать опалубочную систему и индивидуальный подход к ее выбору и распределению для различных типов конструкций. Это относится не только к монолитному домостроению, но и к строительству зданий и сооружений в целом. При выборе системы опалубки, следует руководствоваться следующими критериями: назначение и форма строительного элемента, его функциональное назначение и способность к гибкости в процессе эксплуатации, а также другие аналогичные характеристики.

Опыт показывает, что во всем мире, включая Россию, широко используется разборная переставная щитовая опалубка в многообразных строительных проектах. Эта система является многофункциональной и может быть применена для создания множества монолитных структур.

В зависимости от выбранной системы, а также особенностей проектирования опалубочных работ, можно рассчитать необходимое количество и последовательность монтажа элементов опалубки. Нужно тщательно выбирать компоненты и оптимизировать их использование.

Для того, чтобы выбрать опалубку для возведения здания, необходимо руководствоваться рабочим проектом и схемой распределения, которая учитывает количество монтажных зон и их деление на сегменты (см. раздел 2.1.2).

На сегодняшний день существуют специальные программы, предназначенные для расчета расположения опалубки как в вертикальных, так и в горизонтальных конструкциях.

К тому же стоит помнить, что эти программы являются лишь типовыми проектами, поэтому их автоматический расчет расположения не всегда может гарантировать желаемый результат.

В сложных проектных ситуациях, когда требуется оптимизация и максимизация использования опалубки, часть работы по раскладке приходится выполнять вручную. По итогу, удалось снизить количество щитов,

имеющих повторяющиеся размеры. В результате этого, уменьшается общая площадь, которая используется для создания опалубки. В целях определения оптимального количества опалубки, которая будет использоваться при строительстве, необходимо учесть конфигурацию конструкции. Присутствие в конструкции универсальных элементов позволяет адаптировать опалубочные системы под различные виды конструкций.

Существует множество вариантов, при которых можно использовать 4-х универсальные стеновые модули (щиты), которые могут быть использованы в качестве основы для создания колонн вместо стандартных опор из колонок. При монтаже шахты для лифта угловой элемент будет заменен на распалубочный угол, когда дистанционные вставки будут готовы к использованию в качестве стеновых модулей.

«Максимизация - это процесс определения максимального количества опалубки, необходимого для строительства монолитных конструкций объекта, с учетом технологии выполнения монолитных работ» [26]. В контексте системы модульного домостроения (СМД) количество стеновой опалубки определяется на основе необходимости выполнения опалубочных работ для двух наибольших захваток.

В процессе строительства количество горизонтальной опалубки определяется на основании трех ключевых этапов: армирования, бетонирования и монтажа/демонтажа. Каждый из этих этапов предполагает использование отдельного комплекта опалубки.

В ходе исследования был применен метод ручной раскладки для определения максимального количества необходимой опалубки.

«При строительстве этажа в течение двух дней, помимо трех основных комплектов горизонтальной опалубки, требуется еще один дополнительный комплект фанеры для одного этапа захватки.

Важно отметить, что кроме основных комплектов опалубки, необходимы также стойки для временной поддержки разобранных перекрытий. Эти стойки должны обладать прочностью от 40 до 80% R28 для классов бетона B25–B40.

Это позволяет обеспечить безопасность и устойчивость конструкции на всех этапах строительства» [30].

Существует несколько основных факторов, которые влияют на количество стоек для переопирания:

- температура наружного воздуха в наиболее неблагоприятный период для строительства, как правило, составляет около +5 градусов;
- существует два вида скорости, с которой конструкции могут быть подвергнуты нагрузке. Они зависят от темпов строительных работ;
- в момент, когда происходит устройство промежуточного опирания и в момент снятия всех стоек, требуется промежуточная прочность;
- в результате процесса затвердевания используется бетон.

«В этом случае количество стоек для переопирания рассчитывается либо на этаж, либо на захватку, либо на используемый комплект горизонтальной опалубки. Для этого вычисляется коэффициент (К), который затем умножается на количество стоек, использованных при бетонировании этажа, захватки или имеющихся в комплекте опалубки» [32].

По сравнению со сроками строительства здания, при планировании следует учитывать среднюю температуру самого холодного месяца (декабрь) для Самарской области в размере -7,3 °С. Это соответствует СНиП 23-01-99 "Строительная климатология" (таблица 3), которая является наиболее точной и актуальной.

Бетонные данные, полученные из справочников, используются для определения динамики твердения бетона. На рисунке 6 представлена интерполяция между известными данными, которая показывает степень затвердевания при требуемой температуре.

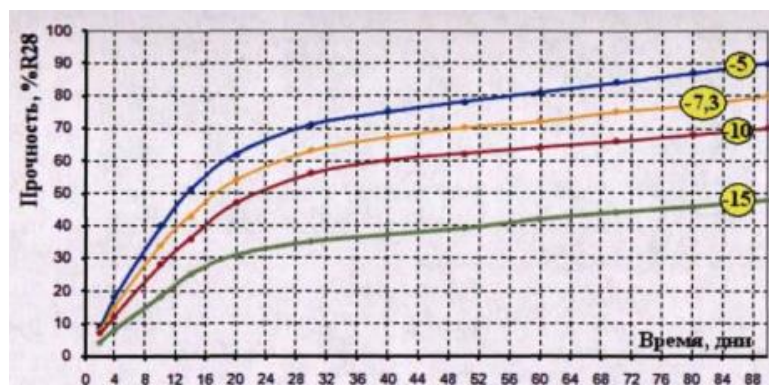


Рисунок 6 – Динамика увеличения прочности бетона при разнообразных температурах изотермического выдерживания.

Изучая график, можно сделать вывод о том, что в течение 48 часов бетон не может достичь прочности в 40% R28, что является достаточно низким показателем. Необходимо принять меры, чтобы ускорить процесс твердения бетона. Например, провести прогрев.

Рисунок 7 показывает график повышения устойчивости бетона перекрытий, при условии его пассивного выдерживания при температуре -7,3 °C в течение периода времени, превышающего 40% проектной прочности.

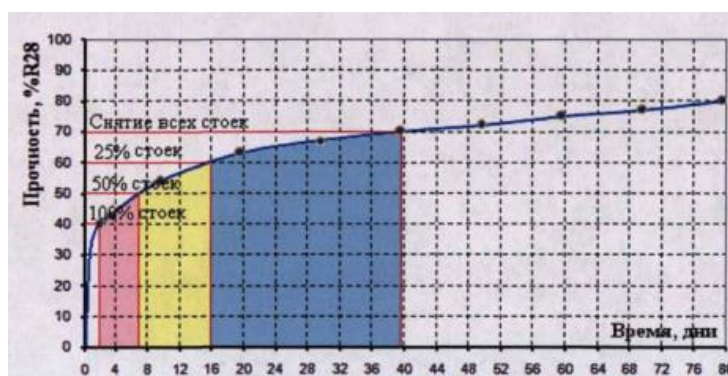


Рисунок 7 – Динамика увеличения прочности бетона при его выдерживании по режиму, который включает, прогрев в течение 2-х суток до 40%R.28 и последующее выдерживание при температуре окружающего воздуха (-7,3°C).

Оценивая опыт применения системы системной опалубки в строительстве монолитных железобетонных конструкций, можно сделать вывод о том, что стоимость набора элементов для одного крана может быть больше стоимости самого крана в два раза. Существует несколько основных причин, по которым происходит это явление: амортизация опалубки увеличивается на 20% ежегодно, в то время как для крана этот показатель составляет всего 8%.

Для того чтобы снизить амортизационные отчисления на арендуемые краны и опалубку, необходимо снизить их стоимость. В целях увеличения оборачиваемости опалубки и ускорения строительных работ, необходимо максимально сократить ее применение в качестве основного материала. Необходимо производить оптимизацию и уменьшение объема используемой опалубки, когда происходит строительство монолитных зданий.

При планировании строительства здания, независимо от темпов работ, важно провести оценку ресурсов по обобщённым параметрам. В контексте выбора опалубки, необходимо учитывать следующие факторы:

- время, необходимое для возведения каркаса здания;
- количество рабочих смен;
- объём бетона, укладываемого ежедневно;
- требуемое количество опалубки для конструкций;
- состав и специализация рабочих групп и бригад;
- график поставок материалов.

В качестве примера рассмотрим процесс строительства монолитного здания из железобетона.

90 дней было отведено на создание несущих монолитных конструкций каркаса здания. Общая площадь бетона, используемого в здании, составляет 7940 м³, из которых 600 м³ приходится на фундаментную плиту толщиной 700 мм.

Ориентировочно, между вертикальными и горизонтальными конструкциями можно провести примерное распределение объемов. Так,

например, 40% (2930 м³) и 60% (3840 м³), это примерно 40% и 60% соответственно.

Использование бадьи и бетононасоса было запланировано при планировании работ по бетонированию. В процессе заливки фундаментной плиты и перекрытий, был использован бетононасос. Для стен и пилонов была использована бадья.

На подготовку обычно уходит около 30 дней, в этот период осуществляется доставка материалов и устройство фундаментной плиты. Установлено, что для создания основных железобетонных конструкций, которые имеют объем в 6770 м³, понадобится 70 календарных дней или 60-62 рабочих дня.

В связи с частым возникновением простоя, который случается редко (не чаще чем один раз в 1-2 недели), планирование рабочего времени осуществляется исходя из расчета 60 рабочих дней. По статистике, в среднем за сутки требуется укладывать около 110 м³ бетона. Из них 48м³ предназначаются для вертикальных конструкций с толщиной 0.22 метра и 64м³ – для перекрытий с высотой от 0.18 до 1,5 метра.

Приведенные расчеты показывают, что для бетонирования одного участка необходимо в среднем 420 метров опалубки, предназначенной для вертикальных конструкций. При рассмотрении суточного объема бетона, измеряемого в кубических метрах, можно сделать следующий вывод: 11 метров стеновой опалубки приходится на каждый квадратный метр площади. При условии, что работа будет осуществляться без перебоев, необходимо около 840 метров стеновой опалубки, которая равна двум участкам.

Как только было принято решение о планировании количества вертикальных конструкций, необходимых для возведения перекрытий, выяснилось, что необходимо около 1400 метров горизонтальной опалубки, предназначенной для монтажа этих конструкций. В этом количестве нет поддерживающих стоек, так как оно соответствует трем секциям.

Благодаря программе, которая была разработана в специализированном программном обеспечении, появилась возможность более точного распределения по секциям и выбора необходимого количества опалубки для вертикальных и горизонтальных конструкций. Это было достигнуто за счет оптимизации, а также совершенствования конструкции.

2.4. Решение о планировании и выполнении работ по армированию

«Во время строительства монолитных железобетонных зданий, арматурные работы составляют около 25-30% от общего объема работ. Это подчеркивает важность эффективной организации этих работ в рамках системы модульного домостроения (СМД)» [33].

Основным способом, позволяющим снизить трудоемкость выполнения работ по монтажу арматуры, является перенос основных операций на объект строительства, а именно в помещение, предназначенное для обработки бетона. С учетом этого необходимо иметь достаточно большое пространство, предназначенное для хранения арматуры и готовых конструкций.

В качестве основных преимуществ, которые можно отметить в работе в арматурной мастерской, следует отметить высокую производительность труда на стационарных рабочих местах и отсутствие необходимости в дополнительных расходах на приобретение и доставку готовой арматуры, что является ключевым фактором.

Специализированный участок рабочей площади отведен под арматурную мастерскую, в которой работники выполняют свою работу. При ее поддержке создаются все условия, способствующие успешному и продуктивному труду.

«Оценка рабочих мест может проводиться по различным критериям. Например, можно сравнить временные нормы при вязке арматуры на монтажном горизонте из отдельных стержней или в арматурной мастерской на строительной площадке, используя шаблоны и средства подмащивания» [6].

При использовании системы модульного домостроения (СМД), следует рассмотреть возможность покупки и доставки уже готовых модулей. Это является более предпочтительным вариантом по сравнению с использованием в качестве самостоятельного соединения арматурных элементов на строительной площадке. Благодаря этому удастся избежать появления задержек при доставке продукции от производителя, а также трудностей в перевозке тяжелых грузов.

Материалы для выполнения работ должны доставляться в одно и то же время. В этом случае на объектах могут возникнуть очереди. Существует множество видов деятельности, которые выполняют монтажные краны. Монтаж и подача основного материала - это то, что включает в себя монтаж и подачу арматуры или опалубки. Не всегда экономически эффективно использовать подъемный кран или погрузчик для осуществления грузоподъемных работ в настоящее время.

«Для повышения производительности арматурщиков рекомендуется разделить арматурные работы на две специализированные группы: одна группа работает с вертикальными конструкциями, а другая - с горизонтальными. Важно также иметь дополнительную группу для создания арматурных каркасов.

Учитывая, что работа на объекте ведется круглосуточно, армирование вертикальных конструкций обычно выполняется в первую смену, а горизонтальных - во вторую.

В арматурной мастерской процесс создания арматурных каркасов для стен происходит на специальных шаблонах. Эти шаблоны, выполненные из стальных уголков, представляют собой прямоугольные или квадратные рамы, на которых уже отмечены шаги арматуры в различных направлениях.

Размеры этих шаблонов определяются на основе типоразмеров арматурных каркасов, которые выбираются в соответствии с размерами конструкций. Например, для стены длиной 9 метров, оптимальный размер модуля арматурного каркаса, согласно договоренности с проектировщиками,

составляет 3 метра, не учитывая нахлест. Виды и размеры нахлеста указываются в проектной документации» [15].

Таким образом, размер шаблона должен быть не менее 3х3 метров. Это иллюстрируется на рисунке 8



Рисунок 8 – Процесс вязки арматурных каркасов стен на шаблоне.

Для того, чтобы сделать паз для уголков в мастерской необходимо выполнить шаги, которые будут соответствовать шагам, которые соответствуют арматурным стержням. Для размещения разметки, можно использовать нижнюю часть угла. Например, используя обрезки арматуры.

Сперва укладывается арматурная сетка первого ряда, затем она соединяется с помощью вязальной проволоки. Следом следует установка и закрепление опор, поддерживающих верхний слой арматурной сетки. На следующем этапе производится аналогичная раскладка второго ряда сеток.

В случае необходимости укрепления железобетонных конструкций, их сначала упаковывают и маркируют в соответствии с последовательностью действий, которые используются для этого. К специальным конструкциям – строительным козлам – крепятся арматурные стержни в момент установки опорных колонн и пилонов.

Вследствие этого, в период строительных работ на строительной площадке можно обеспечить бесперебойную работу бригады арматурщиков, которые занимаются изготовлением арматуры. Это позволит вам иметь запас заготовок, которые будут необходимы для двух или трех захваток, в соответствии с их очередностью и объемом работ каждой из них.

«Арматурные заготовки (или армокаркасы) различных размеров подаются краном на монтажный горизонт пачками (по 3-4 штуки), в соответствии со спецификациями и графиком производства монолитных железобетонных работ, и временно складироваться там. Затем каркасы устанавливаются в проектное положение и соединяются между собой с помощью арматурных стержней и вязальной проволоки, соблюдая правила нахлестов и разбежки стыков при укрупнении каркасов» [51].



Рисунок 9 – Вязка арматурных каркасов пилонов на козлах.

В настоящее время около 70% работы по монтажу арматуры, которая необходима для создания монолитных конструкций, выполняется в ручном режиме. За счет грамотного подхода к организации процесса и строгого соблюдения технологии, можно значительно сократить время проведения армирования.

Использование средств малой механизации позволяет значительно уменьшить трудоемкость арматурных работ. Эффективность работы зависит от выбранного оборудования и инструментов, которые помогают минимизировать ручной труд. Например, для резки арматуры используются электромеханические станки, такие как СМЖ-172 и СМЖ-332Б, а для загибки - компактные станки.

«Один из способов оптимизации арматурных работ - это сборка пространственных каркасов из плоских арматурных сеток в мастерской, расположенной непосредственно на стройплощадке. Готовые изделия затем доставляются на место установки с помощью монтажного крана.

Возможно также перевести все подготовительные процессы, включая вязку арматурных каркасов на шаблонах, в арматурный цех, который находится вне стройплощадки. Это позволяет сократить количество рабочих, уменьшить размер стройплощадки и уменьшить объем арматуры для вертикальных конструкций на стройплощадке.

Однако, несмотря на преимущества вязки арматуры в арматурном цехе, это решение имеет недостаток, связанный с дополнительными затратами на транспортировку готовых изделий на стройплощадку. Кроме того, даже при индустриализации арматурных работ, на стройплощадке все равно будет производиться укрупнительная сборка, изготовление некратных и нетиповых арматурных элементов, стыковка стержней» [19].

2.5. Решения по бетонированию монолитных конструкций

«Современные технологии бетонирования монолитных конструкций требуют наличия соответствующей технической базы. Ранее бетонирование осуществлялось по схеме “кран-бадья”, где бетонная смесь из миксера выгружалась в бадью и подавалась краном к месту укладки. В некоторых случаях использовался бункер с гибким рукавом для укладки бетона в труднодоступные места» [55].

Эта схема имеет некоторые ограничения. Существует несколько факторов, которые влияют на производительность и скорость работы крана: это характеристики самого крана, а также организация строительной площадки. Процесс бетонирования может включать в себя некоторые проблемы, которые могут привести к созданию "мертвых зон" и труднодоступных мест, что требует дополнительного оборудования и увеличения трудовых затрат.

Чтобы выбрать способ подачи бетона, следует учесть его конструктивные особенности и доступные способы механизации. Существует множество способов подачи бетона в современном строительстве. Кроме того, в качестве примера можно привести использование крана-бадья и применение комбинированных методов, таких как: кран-бадья и бетононасос.

«Как правило, кран обеспечивает подачу бетонной смеси к самой удаленной точке бетонирования бадьей емкостью не более 1 м³. Однако, с увеличением темпов строительства и объема бетона, укладываемого за сутки, возникает необходимость в использовании крана с большей грузоподъемностью. Это позволило бы подавать бадью емкостью 1,5 м³, 2 м³ и более. Но использование такого крана может быть экономически нецелесообразно. В этом контексте предлагается метод подачи бетонной смеси с использованием нескольких бадей разной емкости» [4].

Самым эффективным способом, позволяющим производить бетонирование монолитных конструкций, является использование трех бадей разного объема: 2 м³, 1,5 м³ и 1 м³. В процессе заполнения одной из бочек бетоном вторая ожидает своего подъема, а третья занимается разгрузкой бетона.

Этот метод предлагает ряд преимуществ:

- уменьшение времени цикла использования бадьи за счет одновременного использования нескольких бадей;
- увеличение объема бетона, укладываемого за один прием, благодаря большей емкости бадьи;

- возможность выбора бадьи нужной емкости в зависимости от расстояния до места бетонирования;
- расширение зоны бетонирования за счет постепенного опорожнения бадьи емкостью 2 м³;
- ускорение процесса разгрузки автобетоносмесителя благодаря постоянному наличию бадьи для разгрузки.

«Несмотря на все преимущества этого метода, при использовании только бадьи для бетонирования конструкций в условиях системы модульного домостроения (СМД) невозможно выполнить весь объем бетонных работ в установленные сроки. Поэтому актуально использование смешанного метода подачи бетонной смеси, включающего использование как бадьи, так и бетононасоса» [34].

Бетононасосы, которые обычно имеют производительность от 30 до 90 м³/ч, играют важную роль в современных технологиях бетонирования. В условиях системы модульного домостроения (СМД) рекомендуется использовать смешанную схему бетонирования. Применяя для заливки стен и отдельных не очень массивных, но и не маленьких по размерам вертикальных конструкций, таких как колонны и пилоны, используются бадьи. Чтобы залить конструкции, которые будут расположены горизонтально, вам следует выбрать бетононасос с высокой производительностью.

«Такой подход позволяет увеличить скорость бетонирования, при этом соблюдая технологию укладки бетонной смеси. На практике, применение смешанного метода («кран-бадья» + бетононасос) позволяет ежедневно укладывать в конструкции около 100 м³ бетона» [35].

В связи с бурным ростом строительства высотных зданий и монолитных комплексов, производители и разработчики оборудования для строительства стали стремиться к разработке новых технологий, которые будут более эффективны и функциональны. Для примера можно привести автобетононасосы, которые имеют высокую производительность и могут подавать бетонную смесь на высоту до 60 метров.

«Автобетононасосы обладают широким спектром применения: они могут использоваться для бетонирования фундаментов, стен средней массивности и перекрытий, обеспечивая подачу бетонной смеси в любую точку обслуживаемой зоны. Благодаря мобильности автобетононасосов и возможности быстрого и своевременного подвода распределительной стрелы к требуемому месту, они способствуют значительному ускорению темпов строительства как малых, так и крупных объектов» [39].

«Таким образом, при бетонировании конструкций возможно полное отказаться от схемы «кран-бадья» и перейти к использованию автобетононасосов или стационарных бетононасосов для бетонирования всех основных конструкций. Это включает в себя совместную работу с автобетононасосом на низких отметках бетонирования.

При использовании только бетононасоса для бетонирования важно учитывать, что скорость подачи бетонной смеси в немассивные и среднемассивные вертикальные конструкции должна быть ограничена. Это необходимо для соблюдения технологии укладки бетона и предотвращения сильного динамического воздействия на опалубку, которое может привести к ее отклонению от проектного положения.

В контексте системы модульного домостроения (СМД) бетон играет ключевую роль не только из-за его структурных и технологических свойств, но и из-за требований, предъявляемых к нему в процессе изготовления монолитных конструкций. Бетон должен не только соответствовать проектным требованиям по прочности, водонепроницаемости, морозостойкости и другим характеристикам в “зрелом возрасте”, но и удовлетворять определенным технологическим требованиям. В частности, бетон должен» [24]:

- легко укладываться в конструкцию;
- сохранять свои реологические свойства в процессе доставки, подачи и распределения;

- иметь оптимальную кинетику твердения и сбалансированное тепловыделение (для массивных конструкций).

«Первое требование можно выполнить за счет использования высокоподвижных бетонных смесей. Использование литых или самоуплотняющихся бетонных смесей позволяет укладывать большие объемы бетона с минимальными трудозатратами, включая послойное вибрирование.

При работе с высокоподвижными смесями важно сохранять их ключевые реологические свойства, такие как подвижность, нерасслаиваемость и однородность. Достижение высокой подвижности при минимальном отношении вода/цемент и стабильности консистенции обеспечивается за счет использования различных специальных добавок, в основном пластификаторов. В зимний период противоморозные добавки помогают сохранить реологические свойства бетонной смеси, понижая температуру замерзания растворной части.

В контексте системы модульного домостроения (СМД) важными становятся сроки схватывания и интенсивность твердения бетона. Бетон должен сохранять требуемую подвижность на протяжении длительного времени (в процессе транспортировки, подачи и укладки), но после укладки в конструкцию он должен достаточно быстро набирать прочность» [42]. При использовании высокоподвижных бетонов, которые имеют тенденцию медленного твердения на начальных стадиях, можно столкнуться с негативными последствиями в условиях СМД. Жесткие смеси имеют высокую плотность, что может создать сложности при укладке.

«Бетон на основе БТЦ и ОБТЦ сохраняет подвижность в течение короткого времени, в то время как бетон на основе ВНВ позволяет получить бетон со сбалансированными сроками схватывания и твердения. Однако использование этих вяжущих в жилищном строительстве, особенно в бюджетном, экономически нецелесообразно. Существуют специальные добавки - ускорители твердения, предназначенные для решения проблемы сбалансированности сроков сохранения подвижности и интенсивности

твердения. В основном это импортные добавки, но они могут быть дорогими и не всегда эффективными при добавлении в отечественные бетоны» [38].

Для использования в строительстве, которое будет проводиться быстро, лучше всего использовать бетон марки ПЦ400-500, который имеет отечественные добавки. Суперпластификаторы, предназначенные для использования в летний период, должны быть использованы в минимальных количествах. Данная группа могла бы быть второй или первой, как например С-3. Наиболее предпочтительными в зимний период являются полифункциональные добавки, которые имеют в своем составе антисептический, смягчающий и ускоряющий эффекты. Также их можно использовать в составе комплексных добавок, которые имеют эффект ускорения.

«В случае использования управляемых режимов тепловой обработки, можно значительно повысить скорость твердения бетона при его укладке в конструкции, а также обеспечить требуемую прочность и долговечность в установленные сроки» [40].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что цикл производства бетонных работ в условиях системы модульного домостроения (СМД), как и в случае с традиционными монолитными материалами, может быть всесезонным. Стоит отметить, что процесс выдержки бетона в конструкции имеет свои особенности. Более подробно об этом можно узнать из пп.2.6.

2.6. Решения по уходу за бетоном и интенсификации его твердения

«Технология СМД обуславливает следующие основные особенности при выдерживании бетона:

- Короткие сроки выдерживания. Используется ранняя распалубка монолитных конструкций - исходя из минимально допустимой конструктивной прочности. Для вертикальных конструкций распалубивание производится через 8-12 часов с момента начала

бетонирования (при 0,2...1,5МПа), а для горизонтальных — через 48 часов (при 40...50%R28 с устройством стоек промежуточного опирания).

- Высокая динамика нагружения изготовленных конструкций. Скорость нагружения составляет 4...2 дн/эт или 8... 14 этажей в месяц.

- Независимость темпов работ от сезонности. Работы по изготовлению несущих монолитных конструкций зданий производятся в одном ритме независимо от сезонности — как в летнее время, так и в зимнее время.

- Высокая степень совмещения выдерживания бетона и последующих работ. Выдерживание вертикальных конструкций в опалубке совмещается с процессами подготовки к монтажу горизонтальной опалубки. Распалубка стен и колонн осуществляется параллельно с установкой стоек и балок горизонтальной опалубки. Дальнейшее выдерживание распалубленных вертикальных конструкций производится во время настила палубы, бетонирования и выдерживания перекрытия. Выдерживание перекрытий совмещается с армированием вышележащих стен и колонн (через 4...6 часов с момента бетонирования - при наборе бетоном перекрытия прочности 1,5МПа) и далее опалубочными работами (на 8... 12 час с момента бетонирования)» [41].

Данные технологии должны обеспечивать поддержание требуемого уровня качества бетона, а также соответствовать характеристикам, описанным выше.

К последним этапам можно отнести методы ускорения твердения и способы, позволяющие поддерживать бетон в рабочем состоянии. Их применение позволяет ускорить процесс возведения зданий в ускоренном режиме.

«В качестве методов интенсификации твердения бетона наиболее эффективно использовать:

- электропрогрев стержневыми электродами (вертикальных конструкций);

- обогрев греющими проводами (горизонтальных конструкций);

- обогрев в тепляках (при послераспалубочном догреве и в качестве страхующего обогрева).

Электропрогрев позволяет получить максимальную прочность бетона (до 5МПа или 20%R28 к моменту распалубки) вертикальных конструкций в короткие сроки (8... 12ч) за счет возможности применения довольно жёстких режимов прогрева. Электропрогрев обычно выполняется до момента распалубки (либо до момента настила палубы для армирования и бетонирования перекрытий, если имеется достаточный для завершения прогрева временной промежуток). Основное требование при этом - соблюдение электробезопасности при совмещении с электропрогревом бетона последующих работ» [44].

«Обогрев греющими проводами обеспечивает достаточную интенсивность обогрева и большую электробезопасность при выполнении совмещаемых работ непосредственно на обогреваемом перекрытии [1, 2]. Обогрев перекрытий нагревательными проводами может выполняться в течение всего периода выдерживания бетона в опалубке (36...48ч), чего обычно достаточно для достижения распалубочной прочности (в 40...50%R28).

Обогрев в тепляках используется, в основном, при последующем догреве конструкций - вертикальных после распалубки (в локальных или этажных тепляках после настила палубы перекрытия) и далее совместно с забетонированным перекрытием. Температура в пространстве тепляка поддерживается в пределах +10...+20°С. Длительность обогрева в таком тепляке определяется интенсивностью набора прочности бетона. Способ с применением этажных тепляков (на часть этажа или этаж целиком) наиболее эффективен при строительстве в сильные морозы и при высокой скорости строительства. Также применение таких тепляков в зимнее время позволяет выполнять вспомогательные работы (например, по послераспалубочной доводке бетона конструкций) при положительных температурах» [16].

Необходимо учитывать условия эксплуатации здания и его конструкции, особенности процесса твердения бетона и требуемую прочность для обеспечения промежуточной устойчивости. В зависимости от этого могут быть использованы как простые так и сложные способы удержания бетона в монолитных конструкциях. Приведем в качестве примера:

Благодаря использованию «безобогревательного выдерживания в опалубке» и «распалубки», можно обеспечить бетону требуемую промежуточную прочность без дополнительного нагрева. Это может быть использовано в летний период, когда происходит процесс распалубки, бетонирования верхних конструкций и большого количества нагрузки на бетон.

Следуя анализу, можно сделать вывод о том, что если строительство осуществляется со скоростью два дня на этаж при использовании разборной переставной опалубки (см. пункт 2.7), то безобогревательное выдерживание возможно при средней температуре окружающей среды не ниже $+15^{\circ}\text{C}$.

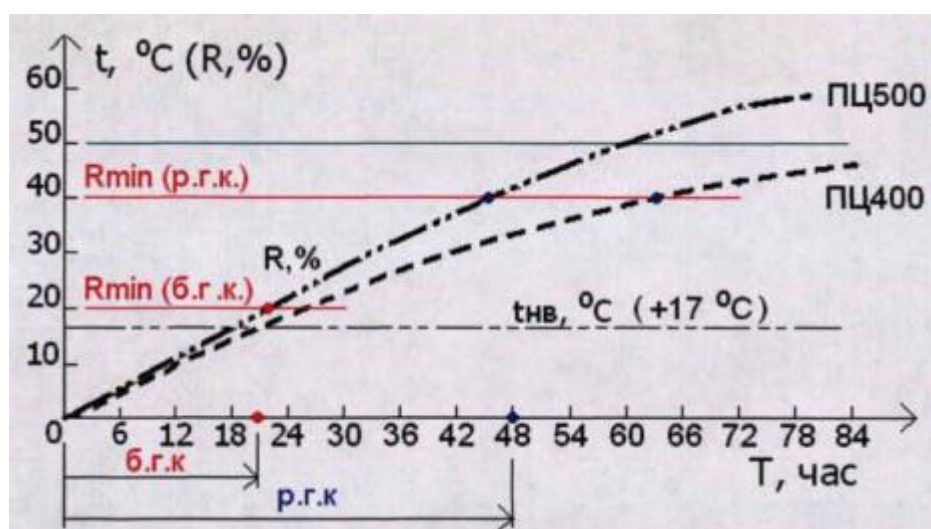


Рисунок 10 – Кинетика набора прочности бетоном при температуре среды $+15^{\circ}\text{C}$ и требования к промежуточным прочностям бетона конструкций во времени.

Использование оптимального способа выдерживания является наиболее эффективным способом. Это должно быть основано не только на реальных факторах работы, но и на возможностях подрядной организации, а также экономических соображениях. В качестве наиболее простых способов изготовления, можно отметить использование низкотемпературных режимов при изготовлении. Хотя при данном условии общий срок эксплуатации бетона может увеличиваться.

В соответствии с стандартами, разработанными в соответствии с технологией СМД. Важно разработать меры по уходу за бетоном и его усилению в процессе твердения, учитывая эти требования. В соответствии со стандартами, должны соблюдаться методы интенсификации твердения.

2.7. Нормирование времени выполнения работ при скоростном возведении монолитных железобетонных конструкций здания

При выполнении работ по опалубочным работам необходимо учитывать технологический уровень применяемой опалубочной системы. Для того чтобы создать конструкции, которые будут иметь горизонтальное направление, используются поперечные и продольные балки.

2.7.1 Устройство опалубки горизонтальных конструкций

Для сравнения данных, которые были получены в ходе проведения хронометража и нормативной документации строительных организаций, а также европейских стандартов, было проведено сравнение данных, которые появились в результате монтажных и демонтажных работ.

Как сказано в методическом пособии [43], последовательность действий при монтаже перекрытий состоит из следующих операций:

- «установка подкружальных досок с закреплением;
- установка кружал;
- укладка щитов;
- выверка опалубки;
- укладка фризовых досок с закреплением.

Предлагается использовать состав операций при установке опалубки перекрытий, который приводится в работе [43]:

- сортировка опалубки;
- подача элементов опалубки на захватку;
- установка стоек с треногами;
- установка унивиллок;
- установка продольных балок;
- установка поперечных балок;
- первичная выверка опалубки;
- настил фанеры;
- зашивка швов между листами фанеры;
- установка проемообразователей (коробов);
- окончательная выверка опалубки» [43].

Не указаны этапы проведения демонтажных работ, которые необходимы для восстановления перекрытий в нормативной документации строительных организаций. На стадии проектирования и строительства современной опалубки не учитываются все этапы работ по возведению конструкции.

С помощью операций, описанных в работе [56], можно провести демонтаж:

- «последовательное спускание одного ряда стоек на 10...15см;
- снятие фанеры по ширине указанного ряда и ее очистка;
- снятие поперечных балок и их укладка в кассету;
- снятие продольных балок и их укладка в кассету;
- снятие со стоек унивиллок;
- переоперение железобетонного перекрытия стойками;
- повторение предыдущих позиций до полной распалубки;
- подача снятых элементов на новую захватку;
- подача стоек с нижних ярусов или стоек со склада на новую захватку.

Численно-квалификационный состав рабочего звена согласно нормативным документам строительных организаций при установке опалубки

Перекрытия: плотник 4р - 1 чел., 2р - 1 чел, при распалубке: плотник 3р - 1 чел., 2р - 1 чел.

Рекомендуется следующий состав рабочего звена:

- монтаж опалубки перекрытий: плотник 4р — 1чел., 3р - 2чел., опалубщик 4р — 1чел., 3р - 2чел., 2р -2чел.;
- демонтаж опалубки перекрытий: плотник 3р - 1 чел., опалубщик 4р - 1чел., 3р — 3чел., 2р - 3чел» [57].

В результате изменения в ежедневном объеме работ, которые касаются количества рабочих и их численности в звене или бригаде, производитель может контролировать количество работников и их численность в группе или звене, что позволит ему обеспечить выполнение установленного объема работ.

Таблица 2 - Нормы времени на 1 м² установки/демонтажа опалубки при толщине перекрытий до 300 мм

Система опалубки	Площадь, м ²	Высота, м	Нормы времени чел-час/м ²						Обшивка фанерой некрагных мест, % от общей площади
			Установка			Распалубка			
			Н ЕиР 1987 года	Европейские нормы	Данные автора	Н ЕиР 1987 года	Европейские нормы	Данные автора	
Опалубка с продольными и поперечными балками	до 25,0	до 3,5 от 3,5 до5,0	0,22	0,24	0,43	0,09	0,30	0,19	32%
				0,24	0,48			0,23	32%
	от 25,0 до 80,0	до 3,5 от 3,5 до5,0		0,23	0,40			0,17	26%
				0,23	0,45			0,22	26%
	от 80 до 200,0	до 3,5 от 3,5 до5,0		0,21	0,37		0,25	0,16	21%
				0,21	0,42			0,20	21%
	свыше 200,0	до 3,5 от 3,5 до5,0		0,20	0,34			0,14	7,5%
				0,20	0,39			0,19	7,5%

Обобщая информацию в таблице 2, становится ясно, что при увеличении площади опалубки перекрытий время, необходимое для монтажа и демонтажа,

уменьшается с уменьшением количества вертикальных элементов, которые могут помешать выполнению работы.

2.7.2 Нормирование арматурных работ

Из-за стремления к максимальной автоматизации производственных процессов в строительстве, а также из-за стремления индустриализировать производство большую часть работы по изготовлению арматуры выполняют вручную. Уровень индустриализации и технологического прогресса производства, организационные особенности строительной площадки являются ключевыми факторами, влияющими на трудоемкость строительных работ. Для того чтобы понять влияние факторов, которые влияют на трудоемкость строительных операций, был проведен сравнительный анализ данных хронометража и проанализированы факторы, которые влияют непосредственно на процесс производства. В результате было установлено, что факторы оказывают влияние на трудоемкости в зависимости от степени индустриализации и технического прогресса производства, а также от организационных особенностей строительного участка.

Предположительные данные, которые содержатся в нормативных документах строительных организаций и результаты хронометража, который был проведен на объектах СМД могут помочь провести анализ трудоемкости выполнения арматурных работ.

Набор работников, которые занимаются монтажом конструкций из арматуры и сетки, должен соответствовать требованиям нормативной документации: для того чтобы производить монтаж сеток и каркасов, которые создаются вручную, необходимо наличие одного работника с 4 разрядом, а также двух человек имеющих 2 разряд.

В состав рабочего звена для монтажа арматурных каркасов краном должны входить: 1 человек, имеющий 4 разряд, и 3 человека, имеющие 3 разряд. В случае СМД не применяется ручная установка каркасов.



Рисунок 11 – Армирование горизонтальных конструкций

Опыт показывает, что для решения нестандартных строительных задач и создания не стандартных архитектурных структур, таких как лифтовые шахты, а также при разработке инновационных строительных материалов, в частности деревянных, предпочтительнее осуществлять сборку и соединение арматуры вертикальных конструкций из отдельных элементов непосредственно на строительной площадке, несмотря на значительный объем требуемой ручной работы.

В нормативных документах строительных организаций, принят следующий состав операций:

- разметка расположений арматурных стержней и хомутов;
- укладка бетонных прокладок с закреплением;
- установка арматурных стержней в опалубку с установкой упоров для фиксации арматурных стержней;
- вязка узлов арматуры.

Предлагается следующий состав операций:

- установка вертикальных арматурных стержней;
- разметка расположения горизонтальных арматурных стержней;
- установка горизонтальных арматурных стержней;

- вязка узлов арматуры;
- установка хомутов и закладных деталей;
- установка фиксаторов для защитного слоя бетона.

Квалификация рабочих и служащих, работающих в связке арматуры отдельными стержнями, согласно нормативным документам строительных организаций: сварщик 5р - 1 чел., 2р - 1 чел.

Согласно рекомендациям автора, необходимо включить в состав рабочего звена следующих специалистов: арматурщик 5р-1 чел., 4р-1 чел., 3р-2 чел.

Методика, применяемая при конструировании вертикальных и горизонтальных элементов, аналогична той, что применяется в случае укрепления лестничных маршей, которые находятся на монтажной отметке. Это закреплено в нормативных документах строительных организаций. Теперь появилась возможность определять состав сотрудников. В его состав будет входить один человек, имеющий квалификацию 5-го разряда - арматурщик.

Если посмотреть на монтажные отметки, можно найти перечень действий и операций, которые аналогичны тем, которые используются при возведении перекрытий. Их предназначение – обеспечение долговечного и надежного укрепления лестничных маршей. Помимо этого, в списке присутствует один человек с квалификацией 4-го разряда – арматурщик.

Примерные нормы времени, которые необходимы для монтажа арматуры, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормы времени на арматурные работы (армирование - час/т, установка каркасов - час/шт)

Наименование работ	Норма времени
	По нормативным документам строительных организаций
Армирование стены из отдельных стержней (с двойной арматурой):	
-при диаметре стержня Ø12мм	20
-при диаметре стержня Ø бмм	15
Армирование безбалочного перекрытия из отдельных стержней (с двойной арматурой):	
-при диаметре стержня Ø 12мм	21
-при диаметре стержня Ø бмм	14
Армирование лестничных маршей на монтажной отметке:	
-при диаметре стержня Ø 12мм	38,5
-при диаметре стержня Ø 16мм	27,5
Армирование лестничных маршей, изготавливаемых в форме (1шт):	
-при диаметре стержня Ø 12мм	-
-при диаметре стержня Ø 16мм	-
Вязка арматурных каркасов из отдельных стержней для стен на шаблонах в приобъектной мастерской:	
-при диаметре стержня Ø 12мм	-
-при диаметре стержня Ø16 мм	-
Вязка арматурных каркасов из отдельных стержней для пилонов на шаблонах в приобъектной мастерской:	
-при диаметре стержня Ø 25мм	-
Установка арматурных каркасов стен на монтажном горизонте с помощью крана массой до 0.3т	0,79
Установка арматурных каркасов пилонов на монтажном горизонте с помощью крана массой до 0.3т	0,79

Из таблицы очевидно, что нормативные данные, которые были получены автором, значительно различаются с установленными нормами строительных организаций. По итогу, даже после того как автор скорректировал состав бригад к одинаковому количеству работников, временные нормы его работ остаются значительно ниже, чем в стандартных документах. Такой результат можно объяснить применением работников с более высоким уровнем квалификации, оптимальным подбором команды и использованием новейших технологий, позволяющих автоматизировать ручные работы и повысить

эффективность технологических процессов, что способствует своевременному и непрерывному выполнению работ.

2.7.3 Нормирование бетонных работ

«Практика показывает, что время производства бетонных работ является не менее важным показателем в СМД, чем время производства арматурных и опалубочных работ. При сравнении составов операций, приводимых в нормативных документах строительных организаций и автором выявлены различия в перечне операций и последовательности их выполнения. В нормативных документах строительных организаций рассматриваются нормы времени отдельно для подачи бетонной смеси к месту укладки с помощью бадьи и бетононасоса и отдельно для укладки бетонной смеси в конструкцию» [52].

«В нормативных документах строительных организаций, состав операций при подаче материалов (бадья с бетонной смесью) башенным краном грузоподъемностью до 10т, следующий:

- зацепка груза (бадьи);
- подъем или опускание груза (бадьи);
- поворот стрелы;
- передвижение крана или изменение вылета стрелы с грузом (перемещение грузовой тележки);
- установка груза на рабочее место;
- отцепка груза или тары;
- сбор и зацепка порожней тары;
- возврат порожней тары;
- смена траверс, строп или тары» [53].

Численно-квалификационный состав рабочего звена при подаче материалов (бадья с бетонной смесью) башенными кранами грузоподъемностью до 10т: машинист 5р - 1чел., такелажник на монтаже 2р - 2чел.

В нормативных документах строительных организаций, состав операций при подаче бетонной смеси к месту укладки бетононасосом следующий:

- осмотр, регулирование бетононасосной установки;
- подача бетонной смеси к месту ее распределения в конструкции с отсоединением и перестановкой звеньев бетоновода;
- наблюдение за работой бетононасоса и бетоновода в процессе работы и ликвидация пробок.

Численно-квалификационный состав рабочего звена следующий: машинист бетононасосной установки 4р — 1 чел., слесарь строительный 4р — 1 чел., бетонщик 2р — 1 чел.

Согласно нормативным документам строительных организаций, состав операций при укладке бетонной смеси в конструкции, следующий:

- «прием бетонной смеси;
- укладка бетонной смеси непосредственно на место укладки или по лоткам (хоботом);
- разравнивание бетонной смеси с частичной ее перекидкой;
- уплотнение бетонной смеси вибратором;
- заглаживание открытой поверхности бетона;
- перестановка вибраторов, лотков или хоботов с их прочисткой» [54].

Существует два вида работников, которые занимаются заливкой бетона в конструкции: это бетонщики 4-го и 2-го разряда. Прием и заливка бетонной смеси производится по одинаковым правилам. Она может быть принята с помощью крана, бетононасосов или самосвалов, которые могут перемещаться по конструкции или через желоба.

В то время как в стандартах строительных компаний подача и заливка бетона рассматриваются как отдельные действия, на практике процесс подачи и заливки бетона является единым. При заливке горизонтальных и вертикальных конструкций, в том числе с использованием крана и бады (включая случаи, когда используются несколько бадей), следует придерживаться следующего порядка действий:

- «заполнение бадьи бетонной смесью;
- строповка бадьи;
- подъем бадьи к месту укладки;
- приемка бетонной смеси (с уплотнением и дальнейшим заглаживанием бетона до момента подачи следующей порции смеси) и одновременно заполнение следующей бадьи бетонной смесью;
- возврат порожней бадьи к месту заполнения бетонной смесью;
- строповка заполненной бадьи и подача к месту следующей укладки (повторение позиций «строповка - возврат» до окончания бетонирования)» [28].



Рисунок 12 – Бетонирование по схеме «кран-бадья»

Для выполнения бетонирования предлагается следующий состав рабочего звена: бетонщик 4р - 1чел., 3р - 1чел., 2р — 2чел., 1 р — 1 чел.

«Последовательность операций при бетонировании горизонтальных конструкций с помощью бетононасоса:

- заполнение бетоноприемника бетонной смесью;
- подача бетонной смеси к бетонораздаточной стреле через бетоноводы;
- распределение бетонной смеси в конструкции без перекидок;
- уплотнение бетонной смеси вибраторами;
- заглаживание открытой поверхности бетона;

- повторение позиций «распределение - заглаживание» для следующего участка и т.д. до окончания бетонирования» [36].

Порядок выполнения работ по изготовлению бетонных конструкций с использованием бетононасосов имеет непрерывный характер. Для того чтобы осуществить его, необходимо последовательно выполнить все этапы: от подачи бетона к месту установки, его перемещения и укладки с уплотнением и последующим заглаживанием.

Квалификационный состав рабочих, которые будут выполнять эти операции: бетонщик 4-го разряда - 1 человек, 3-го разряда – 1 человек, 2-го разряда — 2 человека, 1-го разряда (с учетом оператора бетононасоса) - 1 человек.

В таблице 4 приведены нормативы времени, которые необходимы для бетонирования конструкций, используя несколько бадей и бетононасос.

Таблица 4 – Нормы времени бетонирования конструкций на 1м³

Наименование работ	Норма времени	
	По нормативным документам строительных организаций	Данные автора
Бетонирование горизонтальных конструкций бетононасосом	0,69	0,18
Бетонирование лестничных маршей с помощью бады	4,5	0,9
Бетонирование лестничных площадок бетононасосом	2,1	

ГЛАВА 3. Совершенствование организационно-технологической надежности строительства зданий.

3.1. Анализ организации рабочего процесса на основе монолитного строительства зданий

Организация рабочего процесса включает в себя подбор и обучение специалистов, которые имеют навыки работы с различными строительными материалами и конструкциями, создание крепкой команды строителей, которая будет выполнять все строительные и монтажные работы, а также составление плана работ и определение их сроков завершения.

«Эффективные методы организации труда рабочих на строительной площадке должны обеспечивать следующие показатели:

- наиболее полное и эффективное (беспростойное) использование рабочего времени каждого работника;
- наиболее полное и эффективное использование материальных ресурсов и средств механизации;
- повышение качества строительной продукции;
- обеспечение роста производительности труда (выработки)» [46].

Бригада является наиболее частым видом организации трудовых ресурсов, который используется среди работников. Существует несколько видов бригад: это работники, которые имеют разные специальности и квалификацию, а также выполняют различные поручения.

Есть два вида бригад: специализированные и комплексные.

Для выполнения работы с одинаковым процессом, часто создаются специализированные бригады. В их состав обычно входят рабочие одной специальности или связанные между собой специалисты.

Благодаря тому, что в состав комплексных бригад входят от 50 до 60 работников разных профессий, они могут выполнять широкий спектр различных задач, это позволяет им выполнять различные виды деятельности.

«Монолитное домостроение является одним из ведущих направлений в современном строительстве. Изучению особенностей монолитного домостроения посвящены работы.

Монолитное домостроение имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами возведения объектов:

- срок службы зданий и сооружений из монолитного железобетона составляет 100 – 150 лет;
- здания и сооружения из монолитного железобетона могут выдерживать землетрясение силой до 9 баллов;
- высокая конструктивная жесткость и прочность конструкций;
- снижение расхода материалов (бетона и стали) за счет более полного использования преимуществ неразрезных систем;
- отсутствие стыков конструкций;
- разнообразие объемно-планировочных решений» [47].

На качество строительства в монолитной застройке оказывают влияние некоторые факторы. Данная система включает в себя непрерывное повышение квалификации сотрудников и их обучение, а также регулярный рост уровня их мастерства. В связи с этим, для обеспечения строительных площадок современными материалами и оборудованием, следует применять современные технологии и оборудование.

В настоящее время наиболее значимыми факторами, которые способствуют ускорению возведения монолитных зданий, являются:

- Профессиональные бригады выполняют работы качественно и в короткие сроки.
- Существует возможность использования метода поточного строительства.
- Рабочие получили представление о современных строительных технологиях.
- Внедряются новейшие разработки в области технологий.

В большинстве стран мира широко распространено строительство из железобетона. Таблица демонстрирует долю монолитного строительства в общем объеме продукции, производимой в различных странах мира.

Таблица 5 – Монолитное домостроение в различных странах

Страна	Доля использования монолитного железобетона в %	
	в строительстве	при возведении жилых домов
США	75	62
Германия	65	61
Франция	85	89

«В России активное развитие монолитного строительства началось в 90-е годы. В это время объем монолитного домостроения составлял около 60%, в настоящее время этот объем вырос примерно до 70%. Причинами массового перехода к монолитному домостроению послужили как физический износ объектов из сборного железобетона, так и появление на российском рынке зарубежных компаний, хорошо владеющих технологиями монолитного строительства и необходимым техническим обеспечением. Монолитное строительство прочно зарекомендовало себя, показав ряд технико-экономических преимуществ, в т. ч. уменьшение расхода металла, сокращение трудоемкости работ по сравнению с кирпичным, крупноблочным и крупнопанельным строительством» [50].

К примеру, если исходить из 100% трудоемкости выполняемых работ, то трудозатраты на монтаж и демонтаж опалубки составляют от 45% до 65%, на монтаж арматурных каркасов — от 15% до 25%, а на бетонирование — от 20% до 30%.

Рассмотрим две строительные бригады, занимающиеся возведением типовых бетонных зданий. Имеются два различных проекта: А и Б.

В каждом коллективе для работников были разработаны статистические данные, которые включали возраст, квалификацию и опыт работы в различных областях.

В соответствии с предположением, проекты А и Б будут представлять собой типовые здания, объединенные в единый жилой комплекс. Это позволит провести сравнительное исследование эффективности обеих команд. В случае если будут использоваться одинаковые показатели, такие как время на выполнение работы и норма выработки, это даст возможность провести сопоставительное исследование эффективности обеих групп.

График с изображениями на рисунках 13 и 14 является графической схемой, которая показывает функциональное назначение работников по категориям и профессиям, а также их численность в каждой из этих категорий для объектов А и Б.

Данные, полученные в ходе исследования, проведенного с помощью гистограмм, показали разницу между объектами А и Б. В результате этого различия между ними наблюдается существенная разница в количестве рабочих, занятых строительством и выполняющих функции подсобных работников.

Существует несколько разрядов у работников, которые работают в таких областях как: сварщик, плотник-арматурщик, бетонщик и монтажник. Помимо этого, на объектах А и Б работают разные люди, имеющие разные разрядные категории. Например, в компании сварщиков объекта Б трудятся 13 человек с 2-м и 5-м разрядами, а на объекте А трудится только один работник имеющий 2-й разряд и 1 человек с 5-м разрядом. При учете того факта, что деятельность пятерых работников на 5-м разряде аналогична деятельности одного из пяти арматурщиков 3-го разряда, работающих в аналогичной должности на 5-ом разряде, необходимо провести более детальный анализ их деятельности, учитывая их трудозатраты и производительность труда.

Самая интересная ситуация складывается на объектах с рабочими, которые занимаются монтажом: на объекте Б трудятся рабочие 2-го, 3-го, 4-

го, 5-го и 6-го разряда, а также монтажники 3-го и 4-го уровня в количестве 13 человек; на объекте А трудятся монтажники 3 - го и 4-ого разрядов в количестве 17 человек. В результате, на объекте А задействовано в 7 раз больше монтажников 4-го разряда по сравнению с объектом Б.

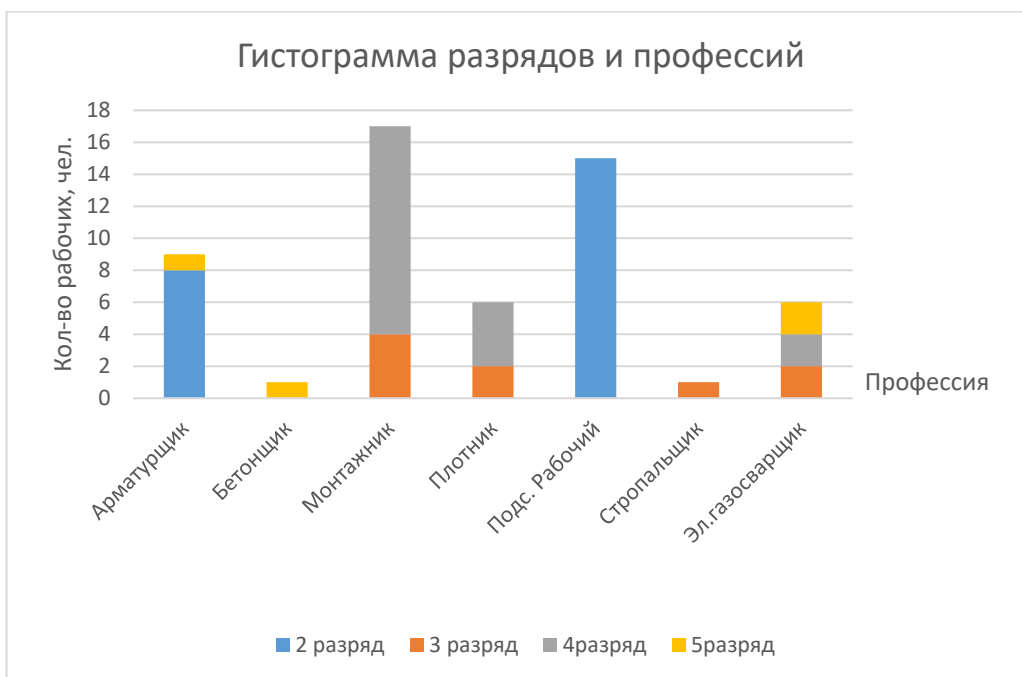


Рисунок 13 – Распределения разрядов по профессиям на объекте А

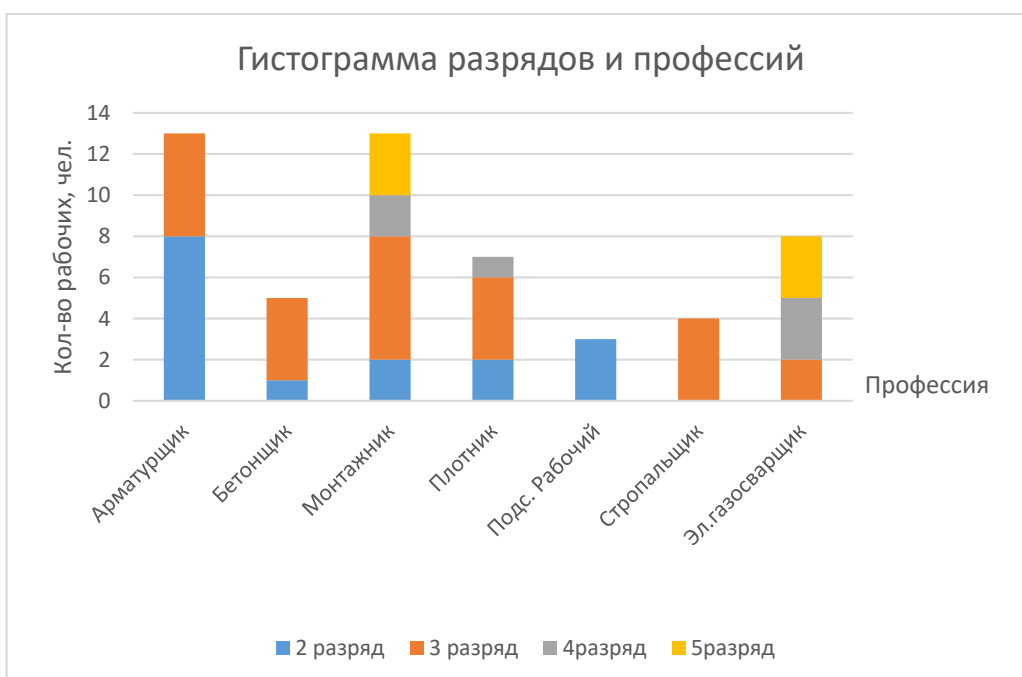


Рисунок 14 – Распределения разрядов по профессиям на объекте Б

В действительности, только трое из 13 работников, которые были зарегистрированы как подсобные рабочие на проекте А, действительно выполняют работы, связанные с проектом. В этой группе работают 12 человек: 5 из них являются арматурщиками, 4 плотниками и 3 стропальщиками.

Эта ситуация оказывает влияние на изменения в гистограмме проекта А (рисунок 15). Принимая во внимание, что у этих работников нет официального разряда по специальности, мы условно причисляем их к 2-му разряду.

Существенные изменения в гистограмме проекта А отражают такое же распределение работников по профессиям, как и в гистограммы проекта Б (рисунок 14).

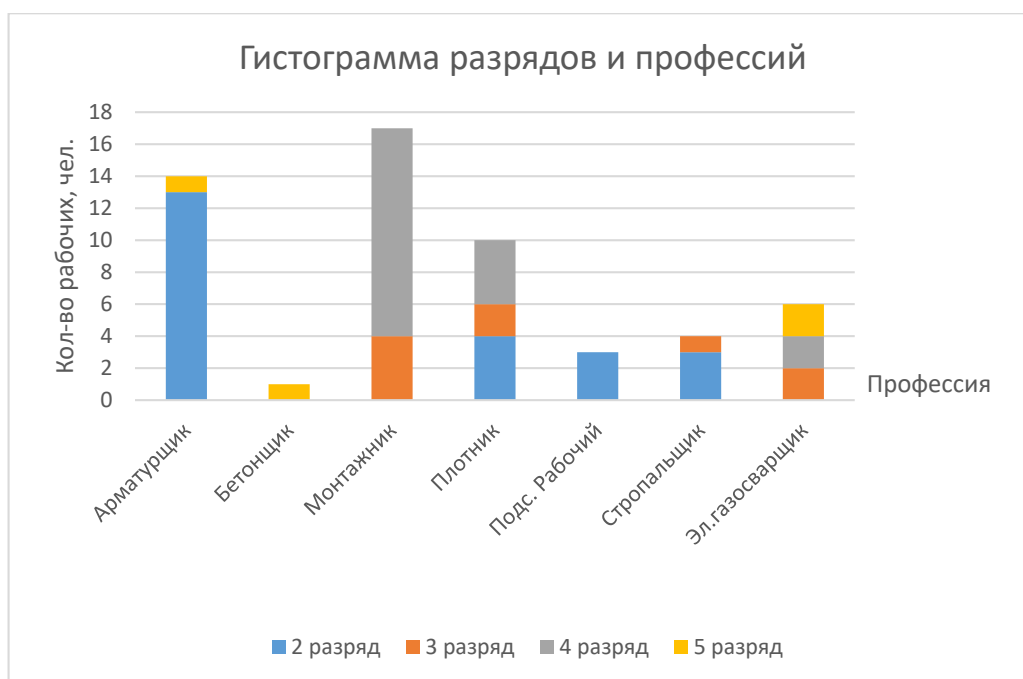


Рисунок 15 – Распределения разрядов по профессиям на объекте А

Стоит рассмотреть сравнение возрастных групп работников и их опыта. Обе картинки изображают процентное отношение работников. Предоставленные компанией данные свидетельствуют о том, что 11 сотрудников объекта А имеют стаж работы более 20 лет. Из общего

количества работников, 55 человек составляют 25%, что составляет 25% от всех работников.

Графические изображения, демонстрирующие взаимосвязь между показателями «стаж работы» и «возраст», представлены на рисунках 16 и 17. После чего мы перешли к объекту Б, в котором из работников старше 59 лет есть один человек, который имеет максимальную продолжительность трудового стажа в 38 лет. На основе результатов исследований, можно сделать вывод о том, что наиболее высокий процент сотрудников имеет стаж работы от 5 до 9 лет, а средний возраст работников составляет между 30 и 39 лет.

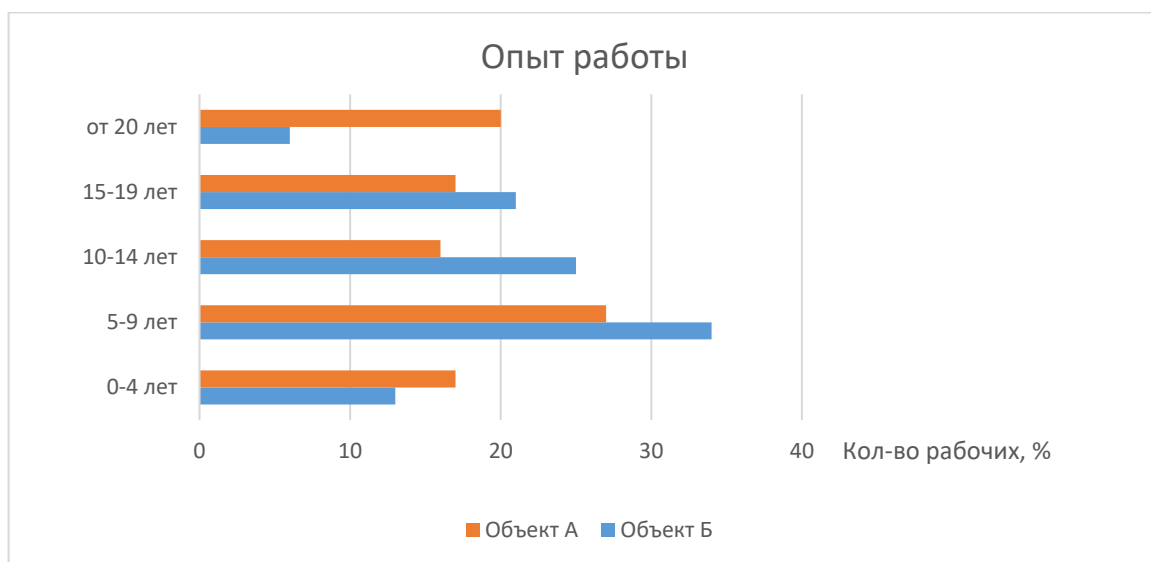


Рисунок 16 – Опыт рабочих в строительстве на объекте А и Б

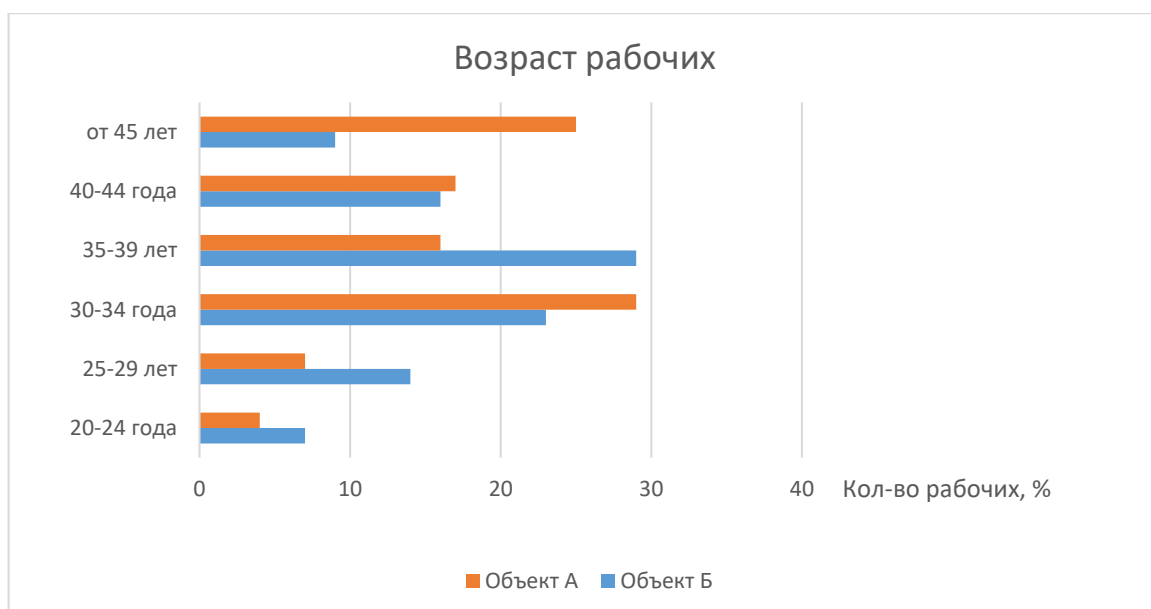


Рисунок 17 – Возраст рабочих на объекте А и Б

«Рассмотрим процесс производства работ по возведению одного типового этажа. Проектом предусмотрено, что один типовой этаж должен возводиться в течение одного месяца, что соответствует приблизительно 1200 куб.м забетонированных конструкций. При возведении монолитных конструкций ведущим процессом является бетонирование. Устройство опалубки и армирование тесно взаимосвязаны с бетонированием конструкций. Для обеспечения ритмичности потока при разной трудоемкости различных процессов принимают одинаковую продолжительность работ по бетонированию конструкций при различном численном составе звеньев» [37].

Рисунок 18 показывает нам типовой этаж, где для удобства были выделены пять зон с условными обозначениями. При работе по сменному графику два через два, который состоит из 12 часов, две бригады объединяются в один отряд.

Применение бетона в первую дневную смену дает возможность выполнить монтажную работу. Состав второй смены включает в себя четырех монтажников, а также стропальщика. Они занимаются сборкой и разборкой опалубки, необходимыми для проведения строительных работ и разборки ее элементов.

«Для того чтобы прогреть стены и колонны из бетона, требуется около 24 часов. Одновременно, для того чтобы нагреть плиты перекрытия, необходимо от 3 до 4 суток. На установку опалубки для каждой из зон плиты перекрытия может уйти от трех до шести дней, в то время как стены и колонны могут быть готовы к бетонированию за один или два дня» [48].

Заполнение бетона в зоне плиты перекрытия необходимо произвести в течение 12 дней. Затем наступает очередь работников, которые занимаются возведением опалубки для следующего этажа. На сегодняшний день бетон имеет прочность в 70%.

Для того чтобы построить стандартный этаж, необходимо выполнить ряд действий. Если вам необходимо определить объем и трудоемкость строительных работ, необходимых для возведения определенного этажа здания, то стоит обратиться к существующим нормативным документам организаций, которые занимаются строительством.

В качестве примера, можно привести период смены, необходимый для возведения одного этажа в многоэтажном здании. В среднем, на выполнение работы уходит около половины общего времени. Это примерно 12 часов.

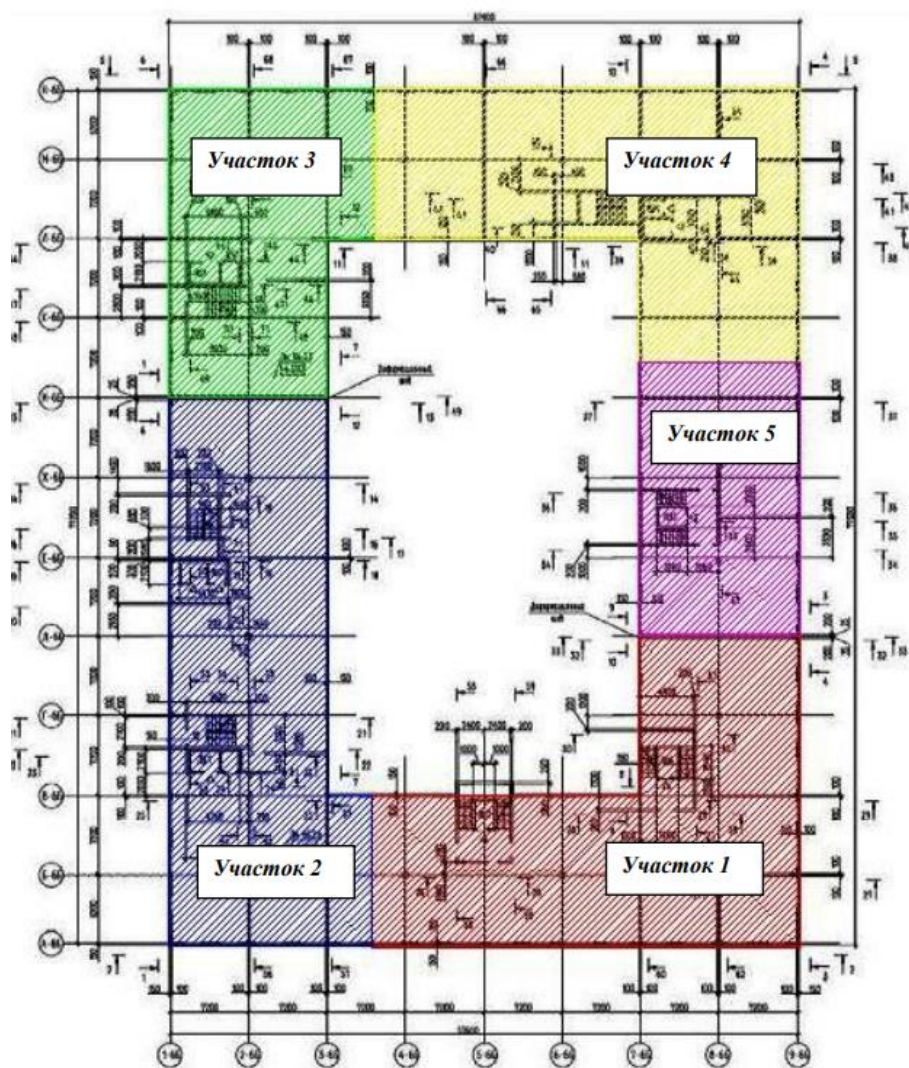


Рисунок 18 – Разбивка типового этажа на участки (захватки)

На протяжении всего времени, пока происходит монтаж и разборка опалубки на объекте, работают четыре человека, которые находятся в ночное время. Принимая во внимание тот факт, что возведение одного этажа должно занимать не более 30 дней, мы приняли решение сформировать бригаду в следующем составе:

- машинист крана 6 разряда – 1;
- монтажник 4 разряда– 2;
- монтажник 3 разряда– 2;
- монтажник 2разряда– 3;
- арматурщик 4 разряда– 1;
- арматурщик 3 разряда– 2;

- арматурщик 2разряда– 3;
- бетонщик 4 разряда– 1;
- бетонщик 2разряда– 1;
- электромонтер 5разряда– 1;
- электромонтер 3 разряда– 2;
- плотник-слесарь 4 разряда– 1;
- плотник-слесарь 3разряда– 2;
- плотник-слесарь 2разряда– 2.

По итогу можно сделать вывод о том, что в основной состав бригады входят 23 человека, среди которых есть и машинист крана.

На изображении 19 представлен график, являющийся фрагментом графического изображения, демонстрирующий работу за июнь одной бригадой по каждому из шести участков.

В течение 30 дней будет построен стандартный этаж в монолитном доме. Чтобы выполнять норму, нужно обеспечить соблюдение графика работы и наличие не менее 23 работников на стройке (включая дневную и ночную смены).

№	п/п	Наименование работ	Календарные дни																																														
			2020 г.																																														
			Май			Июль						Август						Сентябрь						Октябрь																									
			28	2	7	12	16	21	26	30	4	9	13	18	23	27	1	6	10	15	20	24	29	4	8																								
Порядковые дни																																																	
52																												56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140
Надземная часть																																																	
1		Устройства монолитных колонн	<u>30</u>				<u>30</u>					<u>30</u>					<u>30</u>																																
2		Устройства наружных стен (блочных 0,38м)		<u>32</u>				<u>32</u>					<u>32</u>					<u>32</u>								<u>32</u>																							
3		Устройства внутренних несущих стен (кирпичная кладка 0,38м)			<u>26</u>				<u>26</u>					<u>26</u>					<u>26</u>							<u>26</u>																							
4		Устройства межкомнатных перегородок (кирпичная кладка 0,12 м)				<u>30</u>					<u>30</u>					<u>30</u>					<u>30</u>					<u>30</u>																							
5		Устройства межкомнатных перегородок (газосиликатные блоки 0,1м)				<u>6</u>					<u>6</u>					<u>6</u>					<u>6</u>					<u>6</u>																							
6		Монтаж лестничных маршей и площадок				<u>16</u>					<u>16</u>					<u>16</u>					<u>16</u>					<u>16</u>																							
7		Устройства монолитных перекрытий	<u>62</u>					<u>62</u>					<u>62</u>					<u>62</u>								<u>62</u>																							
8		Устройства монолитного покрытия																																															

Рисунок 19 – График производства работ по возведению типовых этажей (фрагмент)

При взгляде на изображения, которые находятся на рисунках 20 и 21, можно представить себе процесс перемещения рабочих для каждой бригады. Данные из таблиц учета рабочего времени были использованы для создания данных графиков.

Вывод о том, что сотрудники выполняют работу не в полном объеме и имеют колебания в их распределении по объектам А и Б за последние две недели месяца, можно сделать на основе анализа графика, который позволяет сделать вывод о том, насколько эффективно они выполняют свою работу.

Когда происходит неравномерное распределение работников, это может привести к тому, что будут нарушены объемы выполняемой работы и временные рамки их работы. К тому же, это может повлиять на то, какое количество рабочих будет задействовано в процессе строительства.



Рисунок 20 – Объект А



Рисунок 21 – Объект Б

При расчете коэффициентов неравномерности перемещения рабочих R , следует руководствоваться формулой (1), которая применяется для каждой бригады и каждого месяца работы, так как график движения является важным измерителем качества выполняемой работы. Приведенные результаты можно увидеть в таблице 6, где представлены результаты расчетов.

$$R = \frac{N_{max}}{N_{cp}}, \quad (1)$$

где N_{max} – максимальное количество рабочих в смену;

N_{cp} – среднее количество рабочих в смену;

$$N_{cp} = \frac{Q}{T}, \quad (2)$$

где Q – суммарные трудозатраты;

T – продолжительность строительства.

Таблица 6 – Коэффициенты неравномерности движения рабочих

Бригада	Месяц	Максимальное количество рабочих в смену	Коэффициент неравномерности движения рабочих
А	Июнь (30 дней)	36	1,6
	Июль (31 день)	36	1,6
	Август (31 день)	41	1,7
	Сентябрь (30 дней)	35	1,5
Б	Июнь (30 дней)	31	1,4
	Июль (31 день)	30	1,3
	Август (31 день)	38	1,6
	Сентябрь (30 дней)	38	1,6

«Во второй графе таблицы 6 в каждом месяце указано количество рабочих дней, за исключением праздничных дней. Оптимальным считается значения коэффициента неравномерности движения работы $R < 1,5$. В целом, представленные в таблице 6 значения коэффициентов не являются критичными, отклонения от значения 1,5 невелики и наблюдаются в пяти случаях их восьми» [45].

При планировании строительства необходимо учитывать факторы, которые непосредственно влияют на процесс строительства. Для двух объектов планируется провести более точную и эффективную корректировку

календарных планов. Это позволит выявить разницу между количеством работников, которые работают на этих двух разных объектах и их квалификацией. В первую очередь необходимо произвести анализ ежедневной деятельности работников для того чтобы понять, какие именно действия они совершают. При работе с большим количеством сотрудников необходимо помнить о том, что объем и длительность выполняемой работы могут быть различными в зависимости от их сочетания. Ключевым аспектом, направленным на оптимизацию рабочих графиков и расписаний, является проведение исследования организации труда.

3.2. Повышение организационно-технологической надежности строительства в современных условиях

«Стратегические цели, стоящие перед инвестиционно-строительным комплексом, заключаются в повышении качества строительной продукции, обеспечении надёжности и безопасности, экономичности объектов недвижимости, устойчивого развития предприятий и организаций строительной сферы. Строительные предприятия постоянно сталкиваются с необходимостью выполнения требований стандартов качества, поскольку качество строительной продукции - это здоровье, комфорт и настроение граждан, безопасность, надёжность и долговечность возводимых объектов» [49].

«Качество строительно-монтажных работ на предприятиях строительного комплекса обеспечивается надлежащим контролем их качества на каждом этапе их производства, соответствием технологических параметров процесса производства требованиям технических регламентов. Качество формируется на всех стадиях строительства: при проектировании, при производстве строительно-монтажных работ, в процессе эксплуатации.

Наиболее характерными отказами при проведении реконструкции объектов недвижимости, кроме отказов, сопутствующих новому строительству, необходимо отнести технологические отказы, связанные с

работами по демонтажу и усилению конструкций. Кроме того, сюда следует отнести отказы, связанные со стесненными условиями производства работ и с риском нарушения инженерных сетей реконструируемого объекта недвижимости, а также организационные отказы, связанные с совмещением двух различных технологий (строительного и самого реконструируемого производства в случае реконструкции производственного здания). При реконструкции важно распределить во времени и пространстве очередность проведения реконструкции участков, цехов, а также определить: следует останавливать производство или нет. При этом необходимо учитывать направленность технологических процессов основного производства, от которых зависит правильность моделирования реконструкции действующих предприятий. Особенности реконструкции необходимо учитывать при разработке организационно-технологических моделей реконструкции, используя сетевые графики» [57].

Не высокое качество строительства в наше время обуславливается из-за низкой организационно-технологической надежности. В современном строительстве до 1/3 времени уходит из-за низкой надежности частных процессов, которые зависят от участников процесса строительства. Исходя из исследований проведенных в настоящее время, узнаем, что от 20 до 40% потери времени в среднем приходится на объект, из-за чего и получается задержка сдачи строительных объектов. Поэтому при составлении планов строительства необходимо брать во внимание случайные факторы, потому что по статистике именно из-за них происходят проблемы с выполнением строительных работ и в последствии сдачи объектов. Именно поэтому учет случайных факторов предусматривает более надежное создание планов.

«Последствия отказов частных потоков приводят:

- к срыву сроков строительства объекта,
- к отсутствию фронта работ для последующих частных потоков,
- к нарушению графиков поставки материально-технических ресурсов и нерациональному распределению денежных средств» [58].

«Уменьшения данных последствий можно достичь путем повышения организационно-технологической надежности. Одним из простых и эффективных средств является временное резервирование, что позволяет устранить «нагоны» между частными потоками» [59].

Например, рассмотрим монолитные работы надземной части монолитного здания.

Идея метода временного резервирования заключается в обеспечении дополнительного временного запаса между выполнением задач на различных этапах проекта, чтобы возможные задержки не повлияли на общие сроки.

При применении данного способа мы учитываем увеличение продолжительности работы, коэффициент переработки и коэффициент увеличения длительности из-за отказа. По этой причине нам необходимо принять 20% от нормативной продолжительности временного резерва.

«Представленный календарный план с временным резервированием способствует повышению организационно-технологической надежности строительства и позволяет решить проблемы, связанные со срывами сроков, отсутствием фронта работ, нарушениями графиков поставок и нерациональным распределением средств.

Для уменьшения последствий срыва сроков работ также можно применить метод ускорения производства работ. Данный метод предусматривает привлечение дополнительных ресурсов и изменение организации работ или технологии работ» [60].

На примере можно увидеть строительство монолитного каркаса, который включает в себя перекрытия и колонны. Рисунок 24 демонстрирует результаты, которые можно увидеть при выполнении строительных работ на стандартных этажах в соответствии с основными технологиями и при достижении бетоном перекрытий до 70% их прочности.

«Для ускорения работ необходимо привлечь дополнительную бригаду во вторую смену и уменьшить время выдерживания бетона в два раза. Для ускорения распалубки перекрытий применим технологию ранней распалубки

перекрытий с использованием стоек переопирания при применении балочно-стоечной опалубки (типа «PERI-MULTIFLEX»). Сущность технологии заключается в том, что после выдерживания бетона перекрытия до 50 % прочности, производится распалубка перекрытий и устанавливаются временные стойки переопирания для передачи нагрузки распалубленного перекрытия на нижележащее перекрытие (рис. 25)» [61].

№	п/п	Наименование работ	Календарные дни																																														
			2020 г.																																														
			Май				Июль				Август				Сентябрь				Октябрь																														
			28	2	7	12	16	21	26	30	4	9	13	18	23	27	1	6	10	15	20	24	29	4	8																								
Порядковые дни																																																	
52																												56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140
Надземная часть																																																	
1		Устройство монолитных колонн	<u>30</u>																																														
2		Устройство наружных стен (блочных 0,38м)				<u>32</u>																																											
3		Устройство внутренних несущих стен (кирпичная кладка 0,38м)				<u>26</u>																																											
4		Устройство межкомнатных перегородок (кирпичная кладка 0,12 м)																																															
5		Устройство межкомнатных перегородок (газосиликатные блоки 0,1м)																																															
6		Монтаж лестничных маршей и площадок																																															
7		Устройство монолитных перекрытий																																															
8		Устройство монолитного покрытия																																															

Рисунок 22 – Календарный план

№	п/п	Наименование работ	Календарные дни																																											
			2020 г.																																											
			Май					Июль																																						
			28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19																					
Порядковые дни																																														
1																									2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1		Устройство монолитных колонн	1	2	3	4	5	6																																						
2		Устройство наружных стен (блочных 0,38м)																																												
3		Устройство внутренних несущих стен (кирпичная кладка 0,38м)																																												
4		Устройство межкомнатных перегородок (кирпичная кладка 0,12 м)																																												
5		Устройство межкомнатных перегородок (газосиликатные блоки 0,1м)																																												
6		Монтаж лестничных маршей и площадок																																												
7		Устройство монолитных перекрытий																																												

Рисунок 23 – Календарный план с отказами и простоями

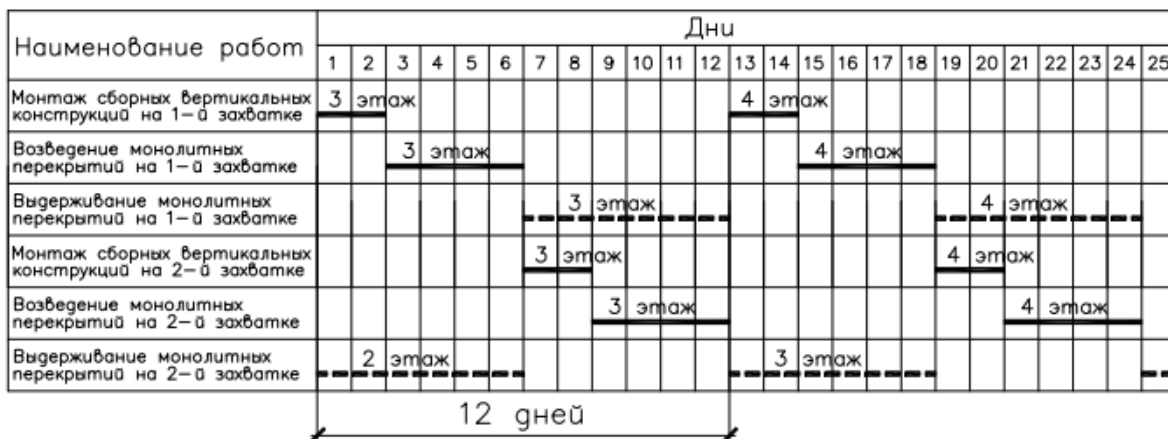


Рисунок 24 – График производства работ по базовой технологии

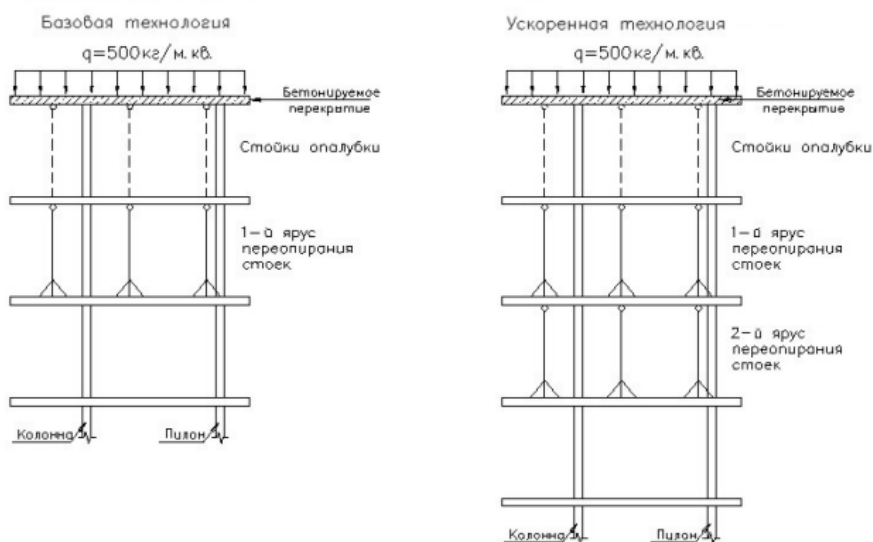


Рисунок 25 – Технология ранней распалубки перекрытий

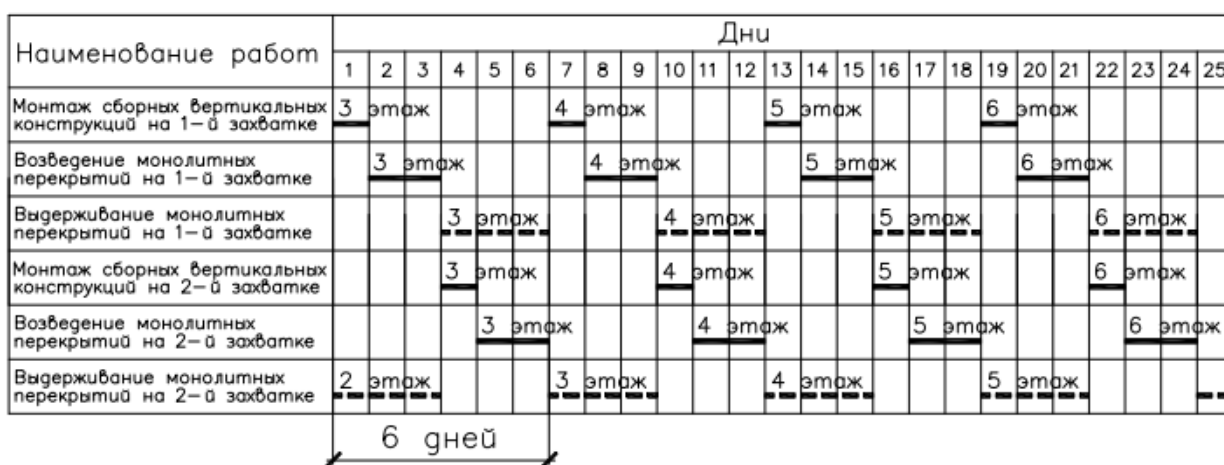


Рисунок 26 – График производства работ по ускоренной технологии

Применение данного метода позволяет уменьшить время строительства типового этажа с 12 дней до 6 дней (рис. 26), что помогает компенсировать задержки из-за различных причин, таких как поломки строительной техники, погодные условия и временное закрытие дорог. Экономия времени на различных этапах строительства уменьшает риски для инвесторов при вводе объекта в эксплуатацию.

«Применение метода временного резервирования повышает надежность строительства с 0,4–0,5 до 0,8–0,9, что обеспечивает более благоприятный климат для реализации инвестиционных проектов. Использование метода ускорения производства работ позволяет минимизировать отклонения от графика, сократить риски нарушения сроков строительства и снизить простои» [20].

В результате этого появилась возможность минимизировать влияние тех или иных факторов, которые могут привести к ошибкам в технике, организационных и управленческих навыках. В качестве примера недостаточного качества материалов, изделий и конструкций можно рассмотреть данный пример. Также его можно рассматривать как пример того, как могут быть нарушены сроки поставки или материалы не соответствуют требованиям.

Применение системы управления качеством может уменьшить риск возникновения проблем в случае брака или отсутствия желания работников и специалистов выполнять работу качественно.

«Резервирование, как одно из направлений повышения организационно-технологической надёжности в организации строительного производства при возведении объектов недвижимости связано с созданием резервов материальных, технических, финансовых и трудовых ресурсов. Это направление напрямую связано с внедрением логистики в строительное производство. Как и прежде резервирование трудовых ресурсов является весьма затруднительным, так как в достаточном количестве высококвалифицированные рабочие-строители отсутствуют, а зарубежные

трудовые ресурсы можно использовать в большей степени для неквалифицированного труда.

Необходимо также отметить, что при поиске резервирования временных показателей организационно-технологической надёжности при разработке календарных планов, зачастую забывают о резерве, который заложен во многих договорах подряда. Окончание строительства во многих договорах обозначается кварталом, который имеет продолжительность 90 суток, при этом упорно разыскивают и рассчитывают резервы в отдельно взятых работах строительства объектов недвижимости» [25].

В настоящее время, для повышения организационно-технологической надёжности строительства объектов недвижимости проводятся:

- вариантное проектирование организационно-технологической документации.
- внедряется логистика в строительном производстве.
- улучшается система менеджмента качества в строительстве.
- осуществляется резервирование материальных и трудовых ресурсов.

Заключение

Выявлены новые качества, присущие процессам строительства в области высокоскоростного монолитного домостроения, на основе анализа отечественного и зарубежного опыта. Кроме того, исследованы направления развития планирования, технологии и организации строительных процессов.

В результате разработки была создана организационная модель, которая позволяет быстро и эффективно возводить многоэтажные здания в разборно-переставной опалубке с использованием скоростного режима. Она включает в себя принципы назначения монтажных зон, подбора ресурсов и оптимизации процессов.

В процессе разработки технологических регламентов для опалубочных работ были учтены особенности модели строительства, которая предполагает использование скоростного монолитного домостроения.

Для снижения временных затрат на проведение монтажных работ, разработаны различные варианты по усовершенствованию технологий и способов организации и проведения данных работ.

Благодаря применению нескольких бадей для увеличения производительности труда в бетонировании, был разработан способ создания бетона, который состоит из нескольких отдельных бадей.

Для обеспечения высокого качества и прочности бетона при его использовании в условиях быстроразвивающихся строительных технологий, был проведен анализ основных принципов, которые используются при его выдержке.

Для выполнения основных видов работ, были предложены новые нормы времени и оптимальные численно-квалификационные составы. При этом учитывались современные технические средства и возможности.

Технико-экономический анализ показал, что использование предложенной модели скоростного монолитного домостроения снижает затраты на аренду оборудования и позволяет увеличить эффективность строительства до 30%.

Список используемой литературы

1. Абрамов В.С. Данилов Н.Н., Красновский Б.М. Электротермообработка бетона. -М.: ЦМИПКС, 1975.-167с.
2. Абрамов В.С. Электропрогрев бетонных и железобетонных конструкций. -М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1972,ч.П.-55с.
3. Акимова Л.Д., Амосов Н.Г., Бадьин Г.М. Технология строительного производства. -Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. -606с.
4. Амбарцумян С.А., Мартиросян А.С., Галумян А.В. Производство работ по устройству монолитных железобетонных конструкций / Учебное пособие. -М. -2008. -138с.
5. Анпилов С.М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание. -М.: Издательство АСВ. -2005. -280с.
6. Атаев С.С. Технология индустриального строительства из монолитного бетона. -М.: Стройиздат, 1988. -255с.
7. Атаев С.С. Технология строительного производства / С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин и др. / Учебник для вузов. -М.: Стройиздат, 1984. -599с.
8. Атаев С.С. Интенсификация работ при возведении зданий из монолитного железобетона. -М.: Стройиздат, 1990. -275с.
9. Афанасьев А.А. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона. -М.: Стройиздат, 1990.- 384 с.
10. Афанасьев А.А. Бетонные работы / Учебник для профобучения, -2-е изд., переработанное и дополненное. -М.: Высшая школа, 1991. -288с.
11. Афанасьев А.А. Технологическая надежность монолитного домостроения // Промышленное и гражданское строительство. -2001. - №3. - с.2-4.
12. Афанасьев А.А. Технология строительных процессов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др. -М.: Высш. шк. -1999. -463с.
13. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. -Л.: Стройиздат, 1990. -302с.

14. Бетон прочнее. Европейский обзор // Строительная газета. -2002. -№19. -с. 12.
15. Васильченко В.Т. Арматурные работы. -М.: Стройиздат, 1987. -312 с.
16. Вегенер Р.В. Электропрогрев бетонных и железобетонных конструкций. -М.: Госстройиздат, 1953.-144с.
17. Волков Ю.А, Звездов А.И Бетон — основа для современных небоскребов // Строительство. -2004. -№5. -с.56-59.
18. ГОСТ 23478-79 Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Переизд. Июль 1993 г.
19. ГОСТ Р 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия.
20. Гриффит Алан, Стивенсон Пол, Уотсон Пол. Системы управления в строительстве / пер. с англ. -М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006. -464 с.
21. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительства / А.А. Гусаков, С.А. Веремеенко, А.В. Гинзбург, Ю.Б. Монфред, Б.В. Прыкин, С.М. Яровенко -М.: SvR-Аргус, 1994. -472 с.
22. Данилкин М.С., Шубин А.А Технология строительного производства / Учебник для ВУЗов. -Новосибирск: изд. Феникс, 2009. -317 с.
23. Данилкин М.С., Мартыненко И.А., Страданченко С.Г. Основы строительного производства / Учебник для ВУЗов. -Новосибирск: изд. Феникс, 2007. -475с.
24. Данилов Н.Н. Технология строительного производства / Н.Н. Данилов, Т.П. Чернов, Н.А. Руффель и др. / Учебник для ВУЗов. -М.: Стройиздат, 1977. -440с.
25. Дикман Л.Г., Дикман Д.Л. Организация строительства в США / Учебное издание. - М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2004. -376 с.
26. Долгинин Е.А. Перспективы применения монолитного бетона и железобетона / Бетон и железобетон. -1985, №12, с. 4-5.
27. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. -М.: Омега-Л, 2007, -256с.

28. ЕНиР. Сборник Е1. Внутрипостроечные транспортные работы. Госстрой СССР. -М.: Стройиздат, 1986.
29. ЕНиР. Сборник Е4. Выпуск 1. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Госстрой СССР. -М.: Стройиздат, 1987.
30. Евдокимов Н.И., Мацкевич А.Ф., Сытник В.С. Технология монолитного бетона и железобетона / Учеб. пособие для строительных вузов. -М.: Высш. Школа, 1980. -335с.
31. Ефименко И.Б. Экономика строительства / Учебно-практическое пособие. -М.: ГроссМедиа Ферлаг. -2008. -200с.
32. Житкевич Р.К. Опыт применения высокопрочных модифицированных бетонов на объектах ЗАО «Моспромстрой» / Р.К. Житкевич, Л.Л. Лазопуло, А.В. Шейнфельд, А.Г. Ферджулян, О.В. Пригоженко // Бетон и железобетон. - 2005. -№2. -с.2-8.
33. Заен Д. Европа: спрос на бетон. // Строительная газета -2001. -№6, - с.13.
34. Звездов А.И. Железобетон как фактор обеспечения безопасности среды обитания // Бетон и железобетон — пути развития: сб. науч. тр. II-ой Всероссийской (Международной) конференции по бетону и железобетону; Москва, 5-9 сентября 2005г; в 5-ти томах / НИИЖБ. -М.: Дипак, 2005г. -Том 1. Пленарные доклады. -440с. -Англ., рус. -с.39-45.
35. Зиневич Л.В. Некоторые организационно-технологические вопросы выдерживания монолитных конструкций различной массивности с применением ранней распалубки / Зиневич Л.В. // Технологии бетонов, 2009, №3, с. 67-68.
36. Зиневич Л.В., Галумян А.В. Некоторые организационно-технологические особенности современного скоростного монолитного домостроения // Вестник МГСУ. -2009. №1 (спецвыпуск), -с.29-30.
37. Зиневич Л.В., Галумян А.В. Скоростное монолитное домостроение: условия достижения высоких темпов строительства и качества бетона получаемых конструкций // Бетон и железобетон. -2009, №5, с. 23-26.

38. Комаров И.К. Совершенствование строительного производства. -М.: Стройиздат, 1979. -208с.
39. Казанский Ю.Н., Немчин А.М., Никешин С.Н. Строительство в США и в России. -СПБ.: Изд. «Два Три», 1995.
40. Коршунова А.П. Технология строительного производства / А.П. Коршунова, Н.Е. Муштаева, В.А. Николаев, Н.Я. Сенаторов / Учебник для вузов, под ред. Сенаторова Н.Я. -М.: Стройиздат, 1982. -288с.
41. Лисогор С.М. Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Зарубежный опыт строительства. М.:ЦИНИС Госстроя СССР,1976. -75с.
42. Литвинов О.О. Технология строительного производства / О.О. Литвинов, Ю.И. Беляков, Г.М. Батура и др. -Киев: Высшая школа, 1984. -479с.
43. Маслова Н.В. Организация и планирование строительства. Учебно-методическое пособие. Издательство ТГУ, 2012.
44. Михайлов К.В., Волков Ю.С. Бетон и железобетон в строительстве. -М.: Стройиздат, 1987. -с. 101.
45. Назаров А.Ш. Нормирование труда. -Т.: Уйкитувчи, 1987, с. 110.
46. Пальчинский В.Г. Строительные процессы при возведении зданий. Зарубежный опыт. -Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999. -132с.
47. Рейменко О.А., Комиссаров С.В, Журов Н.Н Скоростное всесезонное монолитное домостроение // СтройПРОФИЛЬ. -2002. -№8.
48. Соколов Г.К. Технология и организация строительства. -М.: Издательский центр «Академия». -2006.- 528с.
49. Степанов И.С. Экономика строительства / Изд. 3-е. -М.: Юрайт, 2008. - 620с.
50. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А Технология строительных процессов. -М.: Высш. шк.; 2007. -512с.
51. Топчий В.Д. Бетонные и железобетонные работы / Справочник строителя. -М.: Стройиздат, 1987. -319с.

52. Топчий В.Д. Основные направления технического прогресса в технологии железобетонных работ на строительной площадке // Бетон и железобетон,-1977. -№9. -с. 15-17.
53. Третьяков А.К., Рожненко М.Д Арматурные и бетонные работы. -М.: Стройиздат, 1988. -280с.
54. Шишкин А.А., Бравинский Э.Б. Возведение многоэтажных монолитных зданий в зимних условиях без прогрева бетона. -М.: Стройиздат, 1974.-85с.
55. Шмит О.М. Опалубки для монолитного бетона. / Пер. с нем. Айнгорн Л.М., под ред. Евдокимова Н.И. -М.: Стройиздат, 1987. -160с.
56. Ahuja H.N. et al. Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Project. 2-nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.
57. DIN 1045-2. Schalung Arbaiten.
58. Joseph J.Waddell, Joseph A. Dobrowolski, «Concrete Construction Handbook», 1998.
59. Pilcher R. Principies of Construction Management. London: McGraw-Hill International (UK), 1992.
60. Harris R.A., Scott S. UK practice in dealing with claims for delay // Engineering Construction & Architectural Management. 2001. V. 8. № 5–6. Pp. 317–324.
61. Kelly G. E., Walker M. R. Critical Path planning and scheduling: a summary. Mauchly associates, 1960.