

А. Ф. ЮДИНА, Е. В. ХОРОШЕНЬКАЯ, Д. А. ЖИВОТОВ

**ВОЗВЕДЕНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ
ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Учебное пособие



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

А. Ф. ЮДИНА, Е. В. ХОРОШЕНЬКАЯ, Д. А. ЖИВОТОВ

**ВОЗВЕДЕНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ
ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Учебное пособие

Санкт-Петербург

2019

УДК 693.55

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор В.В. Верстов (СПбГАСУ),
канд. техн. наук Е.С. Федулов (ЦЭиПСК, Санкт-Петербург)

Возведение многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона: учеб. пособие / А.Ф. Юдина., Е.В.Хорошенькая, Д.А.Животов; СПбГАС.– СПб., 20.... –с.

ISBN

Изложены основные сведения технологии и организации работ по возведению многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона, в состав которых арматурные, опалубочные, бетонные и распалубочные процессы, а также контроль качества бетонных и железобетонных работ и мероприятия по безопасному производству работ в условиях стройплощадки.

Приводятся указания по выполнению курсового проекта и разработке технологической карты, входящей в состав выпускной квалификационной работы, включающей производство работ по устройству монолитных железобетонных конструкций, монтажу элементов покрытия, лестничных маршей и площадок, оконных и дверных блоков, а также методики подсчета объемов работ и трудозатрат, разбивки здания на захватки, выбор основных машин и оборудования, вопросы и ответы для контроля знаний студентов.

Предназначено для студентов для всех форм обучения, изучающих курс «Основы технологии возведения зданий и сооружений» по направлению подготовки (специальности) 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата).

Табл. 16. Рис. 10. Библиогр.: 13 назв.

Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ в качестве учебного пособия

ISBN

© А.Ф. Юдина, Е.В.Хорошенькая, Д.А.Животов
2019

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения курсового проекта «Возведение многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона» является приобретение студентами знаний и методологических основ строительства зданий, развитие навыков самостоятельной творческой работы в решении конкретных технических задач и адаптация студентов к реальным условиям строительного производства.

Курсовой проект отличается от реального проектирования, так как его содержание определяется учебными целями и требованиями учебной программы. Особое внимание уделяется методике подсчета объемов и трудоемкости работ, выбору комплекта машин и механизмов для производства работ по возведению многоэтажного здания из монолитного бетона и железобетона. Основой для проектирования производства работ являются промышленные методы, поточность выполнения строительных процессов, комплексная механизация, применение новых технологий, конструкций и материалов.

Исходными и данными для выполнения курсового проекта служат специально разработанные задания (прил. 1 - 4).

Глава 1. Основные термины и определения

Автобетононасос – бетононасосы, установленные на грузовые шасси совместно с бетонораспределительными стрелами, применяются на ранних этапах возведения малоэтажных или высотных зданий и других сооружений из монолитного бетона или железобетона.

Автобетоносмеситель – грузовой автомобиль, оборудованный вращающейся ёмкостью для перевозки бетона.

Арматура – это стальные круглые стержни, прокатные профили и проволока, располагаемые в бетоне для восприятия изгибаемыми частями железобетонной конструкцией растягивающих и знакопеременных усилий, а в центрально нагруженных колоннах и стойках – сжимающих усилий.

Арматурные работы – работы по заготовке, вязке и укладке арматуры.

Бетон – искусственный камневидный строительный материал, представляющий собой затвердевшую смесь вяжущих, заполнителей, затворителей и необходимых добавок. До затвердевания указанная смесь называется бетонной смесью.

Бетонные работы – работы, выполняемые при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений из цементного бетона. Бетонные работы включают: приготовление бетонной смеси, доставку ее на строительную площадку, подачу, распределение и уплотнение смеси в форме (опалубке), уход за твердеющим бетоном, контроль качества бетонных работ (испытание образцов на прочность, водонепроницаемость, морозостойкость и пр.). Бетонную смесь обычно готовят на бетонных заводах либо в передвижных смесительных установках.

Каркас – внутренняя несущая конструкция здания, состоящая из сочетания линейных элементов, которая должна выдерживать расчетные нагрузки, обеспечивать прочность и устойчивость объекта.

Колонна (в архитектуре – столб, часто цилиндрической или прямоугольной формы, обычно деревянный, каменный, железобетонный или металлический). Колонна может быть, как несущим вертикальным элементом каркаса здания или сооружения, так и декоративным архитектурным элементом.

Комплексная бригада – состоит из рабочих различных строительных специальностей, выполняющих разнородные работы, как правило, смежные или близкие по технологии. Например, бригада по возведению монолитных железобетонных конструкций выполняет опалубочные, арматурные, бетонные работы, осуществляет уход за твердеющим бетоном и распалубку. При этом внутри комплексных бригад могут быть организованы специализированные звенья по выполнению отдельных технологических процессов.

Конструктивная система – совокупность взаимосвязанных несущих конструкций, воспринимающих и передающих основанию вертикальные и горизонтальные нагрузки и обеспечивающих пространственную жесткость и устойчивость здания.

Монтажная арматура – предназначена для сборки отдельных стержней и других элементов в арматурный каркас.

Оборачиваемость опалубки – возможность многократного использования.

Омоноличивание – соединение отдельных строительных деталей или материалов в единый монолит.

Опалубка – это временная вспомогательная конструкция (форма), служащая для придания требуемой формы, геометрических размеров и положения в пространстве возводимой конструкции (или

ее части), предназначенная для бетонирования монолитных конструкций непосредственно на месте их расположения в возводимом здании.

Опалубочная панель – формообразующий плоский элемент опалубки, состоящий из нескольких смежных щитов, соединенных между собой с помощью соединительных узлов и элементов и предназначенный для опалубливания всей конкретной плоскости. Блок опалубки – пространственный, замкнутый по периметру элемент, изготовленный целиком и состоящий из плоских и угловых панелей или щитов.

Опалубочная система – понятие, включающее опалубку и элементы, обеспечивающие ее жесткость и устойчивость – крепеж, леса, поддерживающие конструкции.

Перекрытие – несущая строительная конструкция, разделяющая смежные по высоте этажи в здании или сооружении, или отделяющая этаж от подвала, подпола, чердака или крыши.

Проёмообразователь – формообразующий элемент, закрепляемый на палубе (или арматуре) для устройства конструктивных или технологических проемов в монолитных конструкциях зданий или сооружений.

Рабочая арматура – устанавливается по расчету на усилия, возникающие в железобетонной конструкции от воздействий нагрузок.

Распределительная арматура – служит для расчетного распределения усилий между элементами рабочей арматуры и обеспечения их совместной работы.

Секция – часть здания или сооружения, условно ограниченная в плане и представляющая собой единое целое в объемно-планировочном, техническом или конструктивном отношении.

Стволы – жестко соединенные между собой стены – шахты лифтов, лестничные клетки и др.

Стена – вертикальная несущая или ограждающая конструкция здания, отделяющая помещение от окружающего пространства или соседнего помещения.

Технология опалубочных работ – способ производства опалубочных работ, зависящий от типа применяемых опалубок, характера монолитных конструкций и технологии их возведения.

Хомуты – используются для восприятия поперечных усилий, появляющихся в железобетонных балках у опор, и формирования каркасов из отдельных стержней.

Щит – формообразующий элемент опалубки, состоящий из палубы и каркаса; палуба – соединенный воедино комплекс щитов, образующий его формующую рабочую поверхность.

Ядро жесткости – вертикальная пространственная несущая система внутри многоэтажного здания в форме замкнутой сплошной или сквозной призматической оболочки, воспринимающая горизонтальные ветровые нагрузки, действующие на здание.

Глава 2. Конструктивные системы зданий из монолитного бетона и железобетона

К наиболее распространенным конструктивным системам несущих конструкций зданий из монолитного железобетона относятся стеновые (бескаркасные), каркасные, каркасно-стеновые, ствольные, ствольно-стеновые, каркасно-ствольные.

Здания из монолитного железобетона подразделяются на монолитные и сборно-монолитные и выполняются по следующим конструктивным схемам:

- монолитные несущие и ограждающие конструкции;
- монолитный каркас (колонны и перекрытия), наружные и внутренние стены сборные или каменных материалов;
- монолитные наружные и внутренние стены, перекрытия и перегородки сборные;
- отдельные части зданий из монолитного железобетона (ядра жесткости, сплошные плиты перекрытий).

В жилищном домостроении основным является вариант жесткого монолитного каркаса с эффективными ограждающими конструкциями.

Монолитный каркас может быть трех типов:

- с несущими продольными стенами;
- с несущими поперечными стенами;
- с перекрытиями на несущих колоннах.

Плиты перекрытий во всех конструктивных системах рассматриваются как горизонтальные диски, передающие несущим элементам вертикальные и горизонтальные нагрузки.

Для жилых зданий наиболее эффективны стеновые системы с поперечными или продольными несущими стенами (рис. 1).

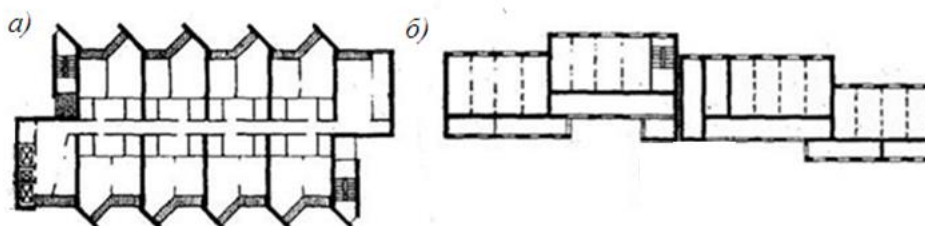


Рис. 1. Стеновые конструктивные системы зданий:

а– с поперечными несущими стенами; *б*– с продольными несущими стенами

В зависимости от размеров плит перекрытий конструктивные системы делятся на малопролетные (до 4,8 м), среднепролетные (до 7,2 м) и большепролетные (больше 7,2 м). В жилищном строительстве применяются мало- и среднепролетные системы. Наибольший пролетный шаг – 7,2 м применяют в основном при возведении 16-этажных сборно-монолитных жилых зданий.

В зданиях с поперечными несущими стенами горизонтальные нагрузки, действующие перпендикулярно этим стенам, воспринимаются: отдельными диафрагмами жесткости, расположенными в продольном направлении здания; рамами, образуемыми благодаря жесткому соединению поперечных стен и плит перекрытий; радиальными поперечными стенами при сложной форме плана здания.

В зданиях с продольными несущими стенами горизонтальные нагрузки, действующие перпендикулярно этим стенам, воспринимаются поперечными стенами лестничных клеток, торцевыми и межсекционными стенами.

Конструктивные системы могут быть регулярными и нерегулярными.

К регулярным относятся системы с одинаковыми размерами стен по всей высоте дома и одинаковым расположением проемов.

К нерегулярным относятся системы с вертикальными и горизонтальными конструкциями разных типов и размеров (например, на первом этаже – колонны, на вышележащих этажах – стены, расширяющиеся или сужающиеся по высоте, разные их высоты и т. п.).

Выбор той или иной конструктивной системы здания осуществляется на основе статических расчетов и зависит от геологических и грунтовых условий стройплощадки, этажности здания, применяемых материалов и т. п.

Глава 3. Общие сведения технологии возведения многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона

В современном строительстве возведение зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона составляет более 60 % от объёма всего строительства.

Бетон и железобетон широко используется в строительстве зданий и сооружений практически любого назначения. Бетон долговечен, имеет высокие физико-механические показатели (прочность, долговечность), устойчив к температурным и влажностным воздействиям и обеспечивает защиту арматуры от коррозии, имеет высокие эстетические и архитектурные качества. Стоимость конструкций из бетона и железобетона ниже стоимости конструкций из стали, поскольку использование в основном (кроме стали) местных материалов (природных ресурсов) и продуктов (отходов) других отраслей для приготовления смеси имеют сравнительно невысокую стоимость.

Производство бетона не дает вредных отходов и может быть полностью безотходным, может полностью вновь перерабатываться для использования в строительстве.

Монолитные конструкции возводят непосредственно на строительной площадке, устанавливая арматуру и укладывая бетонную смесь в опалубку.

Комплексный технологический процесс производства монолитных бетонных и железобетонных работ состоит из взаимосвязанных между собой заготовительных, построечных и монтажно-укладочных процессов (рис. 2).



Рис. 2. Схема технологических процессов производства монолитных железобетонных конструкций

К заготовительным процессам, которые выполняются в заводских условиях, относятся: изготовление опалубки, арматурных каркасов, сборка арматурно-опалубочных блоков, приготовление бетонной смеси.

Опалубка, арматура, арматурно-опалубочные блоки и бетонная смесь к строящимся объектам доставляется обычными или специальными транспортными средствами – транспортные процессы.

Монтажно-укладочные процессы (основные) выполняются в построечных условиях, как правило, поточными методами, выделяя

специализированные потоки: установка опалубки, арматуры и арматурно-опалубочных блоков, укладка и уплотнение бетонной смеси, уход за уложенным бетоном, распалубка готовых конструкций и их отделка. Время, необходимое для набора бетоном распалубочной прочности, входит в общий технологический цикл.

Устройство монолитных бетонных и железобетонных конструкций включает выполнение комплекса взаимосвязанных процессов по устройству опалубки, армированию и бетонированию конструкций, выдерживанию бетона в забетонированных конструкциях, распалубку (снятие опалубки), исправление дефектов, отделку поверхностей готовых конструкций.

По составу работ, выполняемых при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций, они подразделяются:

- опалубочные – изготовление и установка опалубки, распалубка и ремонт опалубки;
- арматурные – изготовление и установка арматуры (при напрягаемой арматуре дополнительно ее натяжение); при изготовлении бетонных конструкций арматурные работы отсутствуют;
- бетонные – приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси, уход за бетоном в процессе его твердения.

Процессы, связанные с установкой опалубки и ее раскреплением называются опалубочными, а связанные с установкой арматуры и арматурных каркасов – арматурными. Процессы, связанные с разборкой опалубки после приобретения бетоном необходимой прочности называются распалубочными. Время, необходимое для

набора бетоном распалубочной прочности, входит в общий технологический цикл.

При выполнении бетонных и железобетонных работ руководствуются положениями действующих нормативов и указаниями проекта производства работ, регламентирующими технологические требования к устройству той или иной конструкции.

Организация работ по возведению многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона зависит от архитектурно-планировочных и конструктивных характеристик здания, технических средств, применяемых для подачи бетонной смеси, арматуры и элементов опалубки, условий окружающей среды (температура, влажность и т.п.), а также ряда технологических факторов.

Возможные методы организации производства работ при возведении монолитных и сборно-монолитных зданий с применением различных типов опалубки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Методы организации работ при возведении многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона

Наименование	Сущность метода	Применяемые типы опалубки	Рекомендуемая область применения
1	2	3	4
Совмещенный	1 вариант Все стены захватки внутренние и наружные бетонируют в одном цикле	Блочная	Здания со сборными и сборно-монолитными наружными стенами
		Крупнощитовая стен (внутренних и наружных) Мелкощитовая	Здания с нерегулярным планом, односекционные здания
	2 вариант Все стены и перекрытия бетонируют в одном цикле	Мелкощитовая	

Поэтапный	1 вариант	Крупнощитовая внутренних стен	Здания с монолитными перекрытиями, со сборными или монолитными наружными стенами	
	1) бетонируют продольную внутреннюю стену			
	2) бетонируют поперечные стены и перекрытия			
	3) возводят продольные наружные стены	Щитовая наружных стен		Здания двух- или многосекционные; протяженные здания коридорной или галерейной системы, с регулярным ортогональным планом
	2 вариант	Крупнощитовая внутренних стен		
	1) бетонируют продольную внутреннюю стену и поперечные стены			
	2) бетонируют перекрытия	Крупнощитовая перекрытий		
3) возводят наружную стену	Щитовая наружных стен			
«Малыми захватками»	Конструкции этажа бетонируют захватками бетоноемкостью 10-15 м ³	Крупнощитовая опалубка внутренних и наружных стен; мелкощитовая стен и перекрытий; опалубка колонн	Здания со сложными объемно-планировочными решениями, сборными и монолитными перекрытиями и монолитными или сборно-монолитными наружными стенами	

3.1. Опалубочные системы, используемые при возведении многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона

При возведении монолитных многоэтажных зданий чаще используются следующие виды опалубочных систем: балочно-ригельная опалубка; крупнощитовая и мелкощитовая опалубка; модульная опалубка, включающая в себя разборно-переставную, блочную,

подъемно-переставную, объемно-переставную, скользящую, горизонтально-перемещаемую опалубки.

Выбор типа опалубки для устройства бетонных и железобетонных монолитных конструкций зданий и сооружений производится с учетом технологии и организации бетонных, арматурных и опалубочных работ и определяется типом и размером бетонируемых конструкций и сооружений, техническими и экономическими возможностями строительных организаций.

Рекомендации по применению различных опалубок в зависимости от методов возведения, объемно-планировочных и конструктивных решений, назначения зданий и вида конструкций приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость методов возведения от объемно-планировочных и конструктивных решений зданий

Характеристика зданий	Метод возведения			
	в скользящей опалубке	в крупнощитовой опалубке	в блочной опалубке	в объемно-переставной опалубке
По объемно-планировочным решениям: - одно- и много секционные, коридорные, галерейные, галерейно-секционные	—	+	+	+
По этажности: - до 16 этажей; - выше 16 этажей	— +	+ +	+ +	+ +

По конструкции перекрытий:				
- монолитные;	+	+	—	+
- сборные;	—	+	+	—
-сборно-монолитные	+	+	+	—
По конструкции наружных стен:				
- монолитные;	—	+	—	+
- сборные;	+	+	+	—
-сборно-монолитные;	+	+	+	+
- из штучных материалов	—	+	—	+
По конструкции перегородок:				
- монолитные;	—	+	+	—
- сборные крупно-размерные;	+	+	+	—
- разных типов	+	+	+	+

3.2. Технология возведения многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона

Установка опалубки. При возведении стен высотой более 3,6 м опалубка устанавливается в несколько ярусов. По мере бетонирования возводимой конструкции панели опалубки второго и последующих ярусов опираются на нижележащие панели или крепятся на специальных анкерах, предварительно забетонированных в стене.

Опалубка устанавливается в последовательности, определяемой ее конструкцией и обеспечением устойчивости отдельных элементов и опалубки в целом в процессе производства работ.

После набора прочности опалубка разбирается, очищается и направляется к месту повторного использования. Разборно-переставная опалубка является инвентарем для строительной организации.

Для поддержания опалубочных форм устраиваются леса. При высоте опалубки до 6 м применяются телескопические инвентарные стойки – деревометаллические или металлические. Леса имеют устройства для плавного раскруживания.

Для производства работ применяются вспомогательные элементы опалубочных систем:

- навесные подмости – специальные подмости, навешиваемые на стены со стороны фасадов с помощью кронштейнов, закрепленных в отверстиях, оставленных при бетонировании стен;
- выкатные подмости – подмости, предназначенные для выкатывания по ним опалубки при ее демонтаже;
- проемообразователи – специальная опалубка, предназначенная для формирования в монолитных конструкциях оконных, дверных и прочих проемов.

Армирование. Колонны, как правило, армируются готовыми арматурными каркасами. После выверки положения армокаркаса в опалубке стержни каркаса соединяются сваркой с выпусками арматуры из фундаментов.

Прогоны и балки армируются заранее заготовленными арматурными каркасами, которые устанавливаются в опалубочную

форму вручную или с помощью монтажного крана. При армировании высоких балок сборка каркасов ведется непосредственно в опалубочной форме с открытыми боковыми щитами.

Армирование плит и тонкостенных конструкций производится сварными сетками, которые доставляются на строительную площадку в рулонах.

При стыковании арматурных стержней, каркасов и сеток на месте их установки используется электросварка и лишь в исключительных случаях – вязка с помощью мягкой отоженной проволоки.

При установке арматуры необходимо обеспечивать предусмотренные проектом толщину защитного слоя и расстояние между рядами арматуры. Защитный слой в железобетонных конструкциях должен обеспечивать совместную работу арматуры с бетоном; анкеровку арматуры в бетоне и возможность устройства стыков арматурных элементов; сохранность арматуры от воздействий окружающей среды (в том числе при наличии агрессивных воздействий); предохраняет (в течение нормируемого срока) арматуру от огня при пожаре и защищает от коррозии.

Проектные размеры защитного слоя бетона обеспечиваются за счет использования бетонных, металлических, цементных прокладок (остаются в теле конструкции после бетонирования), фиксаторов, которые привязываются к арматурным стержням или надеваются на арматуру (пластмассовые кольца-фиксаторы; фиксаторы «звездочка», «стульчик» и др.). Во время установки пластмассовое кольцо-фиксатор благодаря своей упругости немного раздвигается и

плотно охватывает стержень, за счет чего и обеспечивается необходимый размер защитного слоя.

Защитный слой бетона для арматуры должен быть не менее диаметра арматуры. Например, в плитах и стенах толщиной более 10 см – не менее 15 мм; в балках и колоннах при диаметре продольной арматуры 20-32 мм – не менее 25 мм. Расстояние между рядами арматуры обеспечивается путем укладки прокладок из обрезков арматуры.

Приемка смонтированной арматуры оформляется актом на скрытые работы, в котором указываются номера рабочих чертежей, отступления от проекта и основания для этого, а также приводится заключение о возможности бетонирования конструкций.

Доставка бетонной смеси. При возведении многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона необходимо непрерывное производство бетона в больших количествах и подача его на большие расстояния, как по горизонтали, так и по вертикали без изменения его реологических свойств. Все технологические переделы, начиная от приготовления бетонной смеси и до ее укладки, подлежат тщательному контролю.

Доставка бетонной смеси осуществляется в автобетоносмесителях с централизованного бетонного узла или предварительно устраивается приобъектный автоматизированный бетонный узел, обеспечивающий приготовление модифицированных бетонных смесей с возможностью оперативно управлять процессом корректировки со-

става бетонной смеси и сводит к минимуму изменение реологических свойств смеси во времени от начала приготовления до укладки смеси в опалубку.

Подача бетонной смеси. При возведении многоэтажных зданий для подачи бетонной смеси на необходимую высоту в основном используются бетононасосные установки (автобетононасосы и стационарные бетононасосы), а также башенные краны (кран-бадья).

Стационарные бетононасосы, с переналаживаемым бетоноводом, обеспечивают бесперебойную подачу бетонной смеси на всю высоту здания. Башенный кран используется как вспомогательное средство для подачи бетонной смеси в бадьях.

Автобетононасосы с распределительной стрелой в основном подают бетонную смесь при возведении подземной части и первых этажей зданий и сооружений.

В качестве специализированного оборудования для подачи бетонной смеси в комплекте с бетононасосами могут быть использованы распределительные стрелы и механические манипуляторы. Распределительные стрелы устанавливаются на объекте в зоне бетонирования захватки и соединяют с бетононасосом магистральным трубопроводом. Устойчивость распределительных стрел обеспечивается за счет их прикрепления к несущим элементам конструкций или к опалубке, а также с помощью противовеса или балласта (рис. 3).

Механические манипуляторы используют при необходимости многократных перестановок специализированного оборудования для подачи бетонной смеси.



Рис. 3. Подача бетонной смеси на захватку с использованием распределительной стрелы

Укладка и уплотнение бетонной смеси. Перед укладкой бетонной смеси в конструкцию выполняется подготовка опалубки (очищается от мусора, грязи), арматуры (очищается от ржавчины и налипших кусков раствора), поверхностей ранее уложенного бетона и основания. Формующие поверхности опалубки смазываются смазками или полимерными покрытиями, исключая прилипание бетона.

Для обеспечения монолитности железобетонных конструкций укладка бетонной смеси должна осуществляться непрерывно. Каждый последующий слой (порция) или полоса укладывается до начала схватывания предыдущего слоя и за счет уплотнения на своих границах с ранее уложенным, но еще не схватившимся бетоном, формируется монолитный объем без швов. Так, при устройстве плит перекрытий рекомендуемая ширина полосы равная 2-4 м и толщина (h , м), равная толщине плиты; при бетонировании протяженных стен -

высота слоя (h , м), равная толщине стены и длине рабочей части вибратора (0,4-0,5 м). Размер максимальной длины полосы или слоя укладки по условию непрерывности бетонирования определяется

$$L = (V \tau_{\text{схв}}) / (h), \text{ м}$$

где V - производительностью укладки, м³/ч; $\tau_{\text{схв}}$ - время схватывания бетонной смеси после укладки ее в опалубку (0,5,...1 ч для смесей без добавок).

Увеличение длины слоев и полос при необходимости, возможно:

- уменьшая размеры их поперечных сечений – что не рекомендуется;
- увеличивая производительность укладки;
- используя смеси с химическими добавками, увеличивающими время схватывания.

При возникновении перерывов бетонирования протяженных стен и перекрытий большой площади, формируются рабочие швы с установкой в них арматурных сеток. Рабочие швы должны устраиваться в сечениях, где стыки старого и нового бетона не могут отрицательно влиять на прочность конструкции и должны исключать перемещения стыкуемых поверхностей относительно друг друга.

Так, при бетонировании колонн рабочие швы устраиваются на уровне верха фундамента.

Балки и плиты бетонируются одновременно. При бетонировании плоских плит шов выполняется в любом месте плиты по ее короткой стороне.

Положение таких швов в различных конструкциях подчиняется определенным правилам и указывается на опалубочных планах.

Для укладки бетонной смеси используются бункеры, бадьи, моторные тележки, бетононасосы с распределительными стрелами и другое оборудование. Бетонная смесь подается на перекрытия по бетоноводам или бадьями, разгружаемыми на весу.

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку ограничивается в соответствии нормативными источниками: для перекрытий – до 1 м, для стен – до 4,5 м, для колонн – до 5 м, для неармированных конструкций до 6 м.

При большей высоте свободного сбрасывания бетонную смесь укладывают с использованием лотков или хоботов.

Уплотнение бетонной смеси. Для обеспечения необходимой плотности и однородности бетонную смесь уплотняют вибрированием. Вибрирование уменьшает силу сцепления между зернами бетонной смеси. При этом бетонная смесь теряет структурную прочность и приобретает свойства вязкой тяжелой жидкости. Процесс разжижения является обратимым. По окончании вибрирования прочность структуры бетонной смеси восстанавливается.

Бетонная смесь вибрируется с помощью внутренних (глубинных), поверхностных и наружных вибраторов. Рабочая часть внутренних вибраторов, погружаемая в бетонную смесь, передает ей колебания через корпус. Поверхностные вибраторы, устанавливаемые на уплотняемую бетонную смесь, передает ей колебания через рабочую площадку. Наружные вибраторы, укрепляемые на опалубке при

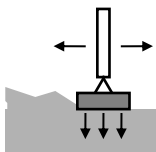
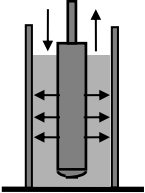
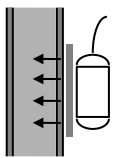
помощи специальных захватных устройств, передают бетонной смеси колебания через опалубку.

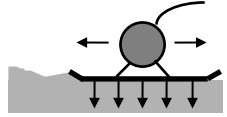
Для тонкостенных конструкций толщиной конструкций с одиночной арматурой – 250 мм, с двойной арматурой – 120 мм уплотнение бетонной смеси используют виброрейки. При большей толщине плоских конструкций, бетонную смесь уплотняют сначала глубинным вибратором, а затем - поверхностным вибратором и виброрейкой.

Для монолитных конструкций многоэтажного здания (стены, перекрытия, колонны) используют вибрационные методы и различные типы вибраторов (табл. 3).

Таблица 3.

Типы вибраторов для уплотнения бетонной смеси

Тип вибратора	Принципиальная схема (направление колебаний, движение аппарата)	Область применения	Глубина воздействия в направлении колебаний, см	Возмущающая сила, кН	Производительность, м ³ /ч	Длительность вибрирования
Трамбовочный вибратор		Фундаменты, подстилающие слои	<20	<2	1-10	15-30 секунд
Глубинный вибратор		Фундаменты, массивы, колонны, балки, стены, перекрытия	<50	1-10	3-30	10-35 секунд
Наружный вибратор		Колонны, стены	<30	1-20	1-5	1-5 минут

Поверх- ностный вибратор		Полы, покрытия, дороги	<30	2-60	5-40	0,6-1,4 минут
--------------------------------	---	------------------------------	-----	------	------	------------------

Уход за бетоном и распалубка. Режим твердения бетона назначается в зависимости от условий производства работ, особенностей возводимых конструкций, требуемой распалубочной прочности, темпов возведения и т. д.

Условия выдерживания уложенного бетона и *ухода за ним* в начальный период его твердения должны обеспечивать:

- поддержание температурно-влажностного режима, необходимого для нарастания прочности бетона заданными темпами;
- предотвращение значительных температурно-усадочных деформаций и образования трещин;
- предохранение твердеющего бетона от ударов, сотрясений и других воздействий, ухудшающих качество бетона в конструкции.

Свежеуложенный бетон поддерживается во влажном состоянии путем периодических поливок и предохранения летом от солнечных лучей, а зимой от мороза защитными покрытиями.

Свежеуложенный бетон не должен подвергаться действию нагрузок и сотрясений. Движение людей по забетонированным конструкциям, а также установка на этих конструкциях лесов и опалубки допускается только по достижении бетоном прочности не менее 1,5 МПа. Движение автотранспорта и бетоноукладочных машин

по забетонированным конструкциям разрешается только по достижении бетоном прочности, предусмотренной проектом производства работ.

Мероприятия по уходу за бетоном, их продолжительность и периодичность отмечается в журнале бетонных работ.

Распалубка (съем опалубки) в комплексном технологическом процессе устройства монолитных конструкций является одной из наиболее важных и трудоемких операций.

При распалубке колонн, стен, балок и ригелей сначала снимаются боковые элементы опалубки через 48–72 часа в зависимости от вида цемента и температурно-влажностного режима твердения бетона.

Несущие элементы опалубки снимают по достижении бетоном прочности не менее 70 % от нормативной. Так, для плит пролетом до 3 м и несущих конструкций пролетом до 6 м – 70 %, для конструкций с пролетами более 6 м и конструкций с напрягаемой арматурой – 80 % от проектной.

Несущую опалубку снимают в 2–3 приема и более в зависимости от пролета и массы конструкции.

Крупнощитовую опалубку стен и перекрытий снимают кранами с помощью специальных рычажных приспособлений.

3.2.1. Технология возведения зданий из монолитного железобетона с применением разборно-переставных опалубок

Разборно-переставные опалубки – мелкощитовая и крупнощитовая используется бетонирования разнотипных конструкций с вертикальными, горизонтальными и наклонными поверхностями разного очертания.

В качестве формообразующих элементов используются щиты каркасной конструкции, размеры которых кратны применяемому в строительстве модулю 0,3 м (300 мм). Такие щиты применяются для устройства опалубки вертикальных монолитных конструкций – стен и колонн. В их состав входят основные (как правило, щиты большого размера) и доборные (3-4 типа щитов меньших модульных размеров). Отдельные щиты укрупняют в опалубочные панели с увеличением размеров как по длине, так и по высоте. Для устройства опалубки в местах угловых сочленений стен предусмотрены специальные внутренние угловые щиты; с наружной стороны углов соединение панелей осуществляется с помощью монтажных соединительных уголков, также входящих в комплект. Дополнительно, в состав щитов опалубочной системы обычно входят универсальные щиты, позволяющие соединять опалубку разного сечения.

Мелкощитовая опалубка может устанавливаться вручную, крупнощитовая опалубка – с помощью крана.

При возведении зданий с пролетом до 6 м применяют мелкощитовую опалубку для устройства монолитных перекрытий с использованием в качестве опорных элементов балки в виде раздвижных ригелей. В зданиях с пролётом до 12 м – промежуточные опоры из телескопических стоек и пространственных опор, оснащённых механическими домкратными системами.

На раздвижные ригели, установленные с заданным шагом, укладывают щиты опалубки, которые фиксируются к верхним поясам ригелей с помощью зажимов, и с помощью клиновых зажимов соединяются между собой.

Укрупнительная сборка производится непосредственно в зоне установки опалубки или на приобъектной сборочной площадке. Готовая панель подаётся к месту установки краном. Для обеспечения устойчивости используются подкосные системы, снабжённые домкратами. При возведении стен высотой более 2 м дополнительно используют расчалки.

Крупнощитовая опалубка применима практически для всех конструктивных элементов зданий: фундаментов, наружных и внутренних стен, перекрытий, колонн.

Конструктивно опалубка состоит из следующих элементов: самонесущих щитов опалубки, включающих в себя палубу, элементы жёсткости щита и несущие конструкции; рабочие площадки и подмости; подкосы, регулировочные механизмы и домкраты, применяемые для обеспечения устойчивости опалубки и выверки её в проектное положение (рис. 4).



Рис. 4. Возведение многоэтажного здания с использованием крупнощитовой опалубка стен

Сборка опалубки стен начинается с установки отдельных щитов вдоль одной из сторон будущей стены, начиная с Г-образных угловых щитов. Устойчивость и вертикальность отдельных щитов или укрупненных панелей опалубки стен обеспечивается последующей сборкой арматурных каркасов и раскосными элементами. Для обеспечения заданной толщины стены и восприятия распорных усилий от бетонной смеси на стадии бетонирования стен до момента схватывания при соединении противоположных щитов опалубки стен между собой используют горизонтальные схватки – анкерные болты (шпильки - стяжки).

Опалубка колонн состоит из двух универсальных Г-образными щитов и раскосного элемента, используемого для обеспечения устойчивости. После установки опалубки и арматуры добавляют оставшиеся щиты и раскосный элемент. В ряде случаев всю опалубку ставят после монтажа или сборки арматурных каркасов, обладающих достаточной пространственной устойчивостью и жесткостью.

Крупнощитовую опалубку стен устанавливают в два этапа. Сначала монтируют арматурный каркас, затем – опалубку с одной

стороны стены на весь этаж, а на последнем этапе устанавливают опалубку со второй стороны.

Бетонную смесь в опалубку укладывают сверху с подмостей консольного типа, закреплённых с наружной стороны щита. Бетонирование стен ведут участками, границами которых обычно служат дверные проёмы. Смесь укладывается слоями, толщиной 30...40см, в несколько точек, с уплотнением глубинными вибраторами. В качестве ведущих машин бетоноукладочных комплексов применяются автобетононасосы или башенные краны (подача бадей, обеспечение работы бетононасосов или транспортёров).

Для бетонирования перекрытий используется крупнощитовая опалубка, так называемая «столовая опалубка». Она состоит из набора модульных элементов, позволяющих собирать опалубку при длине щита до 12 м, ширине до 5,6 м и высоте от уровня стоянки 1,75–10 м. Распалубливание осуществляется за счёт снижения высоты опор стола. Затем опалубку выкатывают из-под перекрытия и переставляют в другое место.

3.2.2. Технология возведения многоэтажных зданий с использованием объемно-переставной (туннельной) опалубки

Для возведения многоэтажных зданий с продольными несущими стенами, наружными стенами и перекрытиями из монолитного бетона при одновременном бетонировании внутренних поперечных стен и междуэтажных перекрытий применяют объемно-пе-

реставную (туннельную) опалубку в виде крупноразмерного объёмного блока, который состоит из отдельных П-образных или Г-образных секций (верхняя поверхность служит палубой для плит перекрытий, боковая – для стен). Отдельные секции, соединяются между собой, образуя «туннели».

Объёмно-переставная (туннельная) опалубка разделяется на вертикально-извлекаемую и горизонтально-извлекаемую. Основная секция горизонтально-извлекаемой опалубки состоит из двух Г-образных щитов с регулируемыми подкосами. Обе половины секции соединяются между собой шарнирно-распалубочным механизмом. В средней части палубы имеется центральная вставка, ширина которой зависит от толщины стены. Внизу боковых щитов располагаются катки и винтовые домкраты, с помощью которых опалубку поднимают на проектную отметку при её монтаже и опускают на катки при демонтаже. Демонтаж опалубки производится путём выкатки отдельных секций на выносные подмости и подъём с них краном (см. рис. 5).

Вертикально-извлекаемая опалубка применяется при отдельном способе устройства перекрытий, когда объёмно-переставная опалубка предназначена только для бетонирования стен. В этом случае демонтаж выполняется через специально оставленные проёмы в перекрытиях.

Опалубочный блок из готовых секций собирается на всю ширину здания или комнату. Секции устанавливаются на рельсовые пути, устанавливаемые вдоль бетонизируемых стен, по которым сек-

ции можно перемещать внутри здания. Боковые панели служат внутренней опалубкой монолитных стен, а верхние – опалубкой перекрытия.

Для установки в рабочее положение нижняя часть секции оборудована катками (шаровыми опорами) для передвижения по рельсам и винтовыми домкратами. С помощью домкратов секцию поднимают при установке в рабочее положение и опускают при распалубке.

По торцам здания, как правило, применяется крупнощитовая опалубка, устанавливаемая на консольные подмости. Для образования оконных и дверных проёмов на опалубке закрепляют специальные вставки (проёмообразователи).

Рабочий горизонт на каждом этаже устраивается на 10–15 см выше отметки перекрытия. На каждом горизонте выполняется разбивка осей, разметка мест установки опалубки и устройство маяков стен и т. п.

Бетонную смесь укладывают в боковую опалубку (образование стен) и на верхнюю опалубку (образование перекрытий) и уплотняют. После набора распалубочной прочности бетона, опалубку демонтируют, извлекая через открытые проемы с фасадной части здания.

Для извлечения опалубки элементы верхней панели опускают с помощью домкратов, боковые панели сдвигают вовнутрь, отодвигая от стен. Затем опалубку на катках перемещают к проему для извлечения их краном для очистки, осмотра, смазки и перестановки в другую хватку (см. рис. 5).



Рис. 5. Возведение многоэтажных зданий с использованием объемно-переставной опалубки

Использование объёмно – переставной(туннельной) опалубки при возведении многоэтажных зданий с продольными несущими стенами, наружными стенами и перекрытиями из монолитного бетона при одновременном бетонировании внутренних поперечных стен и междуэтажных перекрытий позволяет снизить трудоёмкость и стоимость работ до 35 %.

3.3. Контроль качества бетонных и железобетонных работ

За процессом бетонирования необходимо вести систематический контроль на всех стадиях, начиная от приготовления бетонной смеси и заканчивая распалубкой. Этот контроль должна осуществлять строительная лаборатория вместе с непосредственными исполнителями.

Контроль качества бетонных и железобетонных работ заключается в проверке:

- качества составляющих бетон материалов и арматуры и условий их хранения;

- работы бетоносмесительных установок, дозировочных устройств и бетонного хозяйства в целом;
- готовности блоков и участков здания к бетонированию (подготовка основания, установка опалубки, лесов и подмостей, установка арматуры и закладных деталей);
- качества бетонной смеси при ее приготовлении, транспортировании и укладке;
- правильности ухода за бетоном, сроков распалубки, частичного и полного загрузки конструкций;
- качества выполненных конструкций и принятия мер по устранению дефектов.

Для проведения этих мероприятий ведется систематическое наблюдение за производством работ, выполняются соответствующие испытания, ведется техническая документация по производству и контролю качества работ. Контроль качества бетона заключается в проверке:

- соответствия фактической прочности бетона в конструкции, требуемой проектом, а также прочности, заданной в сроки промежуточного контроля (например, перед снятием несущей опалубки конструкций, перед передачей натяжения напрягаемой арматуры на бетон предварительно-напряженной конструкций и т. п.);
- показателей морозостойкости и водонепроницаемости бетона при наличии заданных требований по проекту.

Проводится систематический контроль подвижности бетонной смеси у места ее приготовления и укладки. При наличии отклонений

от заданной подвижности смеси или при нарушении ее однородности принимаются меры к улучшению условий транспортирования смеси или по необходимости изменению ее состава.

При проверке прочности бетона обязательным является испытание образцов бетона на сжатие. Проверка прочности бетона по результатам испытания контрольных образцов выполняется по действующим нормативам, согласно которых количество контрольных образцов в одной серии должно быть:

- при контроле прочности бетона, осуществляемом на образцах из проб, отобранных у места приготовления и у места укладки бетонной смеси – не менее двух;
- при контроле прочности бетона только у места укладки, а также в зимних условиях – не менее трех.

Пробы бетонной смеси для испытания на водонепроницаемость и морозостойкость испытываются на строительных площадках (у места укладки бетонной смеси) не реже одного раза в неделю для каждой проектной марки бетона по водонепроницаемости или морозостойкости, а также при изменении состава бетона или характеристики используемых материалов.

Результаты контроля качества бетона, а также бетонных и железобетонных работ заносятся в соответствующие документы (акты, журналы) по форме, установленной для данного строительства.

У места укладки бетонной смеси проверяют ее однородность, подвижность и объем.

Контроль за качеством подачи, распределения и укладки бетонной смеси должен вести технический персонал стройки. Контроль заключается в наблюдении за организацией работ и выполнением всех без исключения технологических операций. Качество бетона зависит от качества опалубки, отсутствия в ней щелей, мер, принятых против расслоения бетонной смеси при подаче и укладке, послойной укладки, качества подготовки рабочих швов, способа виброуплотнения, ухода за бетоном, своевременной и правильной распалубки. Все эти и другие факторы должны постоянно находиться под контролем технических руководителей стройки.

Контроль за процессом вибрирования ведут визуально, судя по степени осадки смеси, прекращению выхода из нее пузырьков воздуха и появлению цементного молока. Субъективность оценки приводит к ошибкам и, в конечном счете, к снижению качества бетона. В последнее время для контроля уплотнения бетонной смеси разработаны плотномеры, принцип действия которых основан на измерении поглощения гамма-излучения. При этом у хорошо уплотненного бетона степень поглощения радиоактивного излучения выше, и наоборот.

При выполнении бетонных работ проверке на соответствие проектным решениям подлежат:

- параметры полученного бетона;
- пространственное положение и геометрические характеристики забетонированной конструкции;
- параметры использованных материалов.

Для этого выполняется комплекс организационно-технологических мероприятий и осуществляется входной контроль, операционный (технологический) контроль и выходной (сдаточный) контроль.

Входной контроль осуществляется:

- перед бетонированием должны быть приняты по акту установленная опалубка и установленные арматура и закладные детали, грунтовое или иное основание;
- должны быть представлены паспорта на бетон и бетонную смесь, арматурные изделия, закладные детали;
- сертификаты на арматурную сталь и закладные детали;
- проверяются параметры бетонной смеси: подвижность (ОК), крупность и вид заполнителя, степень расслоения, температура (в зимних условиях);
- проверяется работоспособность вибраторов. В ходе операционного (технологического) контроля проверяются:
 - контролируется правильность укладки и уплотнения;
 - геометрические характеристики опалубки;
 - отметка верхней поверхности уложенной бетонной смеси;
 - прочность на сжатие монолитного бетона.

На этапе выходного (сдаточного) контроля предъявляются документы:

- исполнительная схема, где показано фактическое пространственное положение конструкции, закладных деталей, отверстий, проемов и их геометрические характеристики (размеры, прогиб, уклоны);

- акты приемки опалубки, основания и арматуры;
- паспорта на бетон, бетонную смесь, арматурные изделия, закладные детали;
- сертификаты на арматурную сталь, сталь закладных деталей и электроды;
- результаты лабораторных испытаний образцов (кубиков) бетона на сжатие;
- журнал производства работ;
- в случаях, оговоренных проектом, результаты испытаний бетона на прочность при осевом растяжении, на морозостойкость, на водопроницаемость;
- при необходимости, результаты проведения испытания бетона непосредственно в конструкции неразрушающими методами (молоток Кашкарова, склерометр, разжимной конус Вольфа), а также просвечивание ультразвуковыми и радиометрическими приборами.

При производстве бетонных и железобетонных работ ведется журнал бетонных работ, в котором указываются: вид и объем конструкции; марка цемента; параметры бетона и бетонной смеси; вида армирования; тип опалубочной системы; способ укладки и уплотнения бетонной смеси; дата начала и конца бетонирования; температура окружающего воздуха; технология ухода за бетоном; сроки снятия опалубки.

По работам, связанным с укладкой бетонной смеси, в журнал заносятся следующие сведения: дата бетонирования; наименование

бетонируемой части здания и конструктивных элементов; вид и активность цемента, осадка конуса (средняя); объем уложенного бетона (за смену); способ уплотнения бетонной смеси (тип вибратора); температура воздуха, атмосферные осадки и пр.; маркировка контрольных образцов, результаты испытаний контрольных образцов при распалубке через 28 дней – дата распалубки конструкции.

При производстве работ в зимних условиях дополнительно в журнал заносится температура бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя и при укладке. Приемка законченных работ оформляется актом освидетельствования конструкций.

3.4. Охрана труда и техника безопасности при выполнении бетонных и железобетонных работ

При производстве опалубочных, арматурных, бетонных и распалубочных работ необходимо следить за закреплением лесов и подмостей, их устойчивостью, правильным устройством настилов, лестниц, перил и ограждений. Монтаж укрупненных элементов необходимо вести при помощи кранов. При установке крупноблочных элементов опалубки в несколько ярусов необходимо, чтобы каждый последующий ярус монтировался только после окончательного закрепления нижнего.

Щитовую опалубку колонн, ригелей и балок с передвижных лестниц-стремянков допускается устанавливать при высоте над уровнем земли или нижележащего перекрытия не более 5,5 м. Работа на

высоте от 5,5 до 8 м допускается только с передвижных подмостей с площадкой и ограждением последней.

На высоте более 8 м от уровня земли или перекрытия опалубка устанавливается с рабочих настилов, уложенных на поддерживающих лесах с ограждениями.

К арматурным работам допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными к данной работе медицинской комиссией, прошедшие специальное обучение безопасным методам и приемам производства работ и имеющие квалификационное удостоверение.

При сборке арматуры колонн и других высоких вертикальных конструкций необходимо через каждые 2 м по высоте устраивать настил с ограждениями, имеющими перила и бортовые доски. Поднятую арматуру колонн до ее окончательной установки следует временно раскреплять растяжками и подпорками, кондукторами.

Запрещается подниматься на арматурные каркасы до их окончательной установки или до временного надежного закрепления.

При работе с лесов, подмостей запрещается их перегружать арматурой и другими материалами.

При выполнении сварочных работ с лесов, подмостей и люлек для предохранения настилов от возгорания необходимо покрывать их листовым железом или асбестом.

Запрещается сбрасывать с высоты инструмент, обрезки металла и какие-либо предметы.

К выполнению сварочных работ допускаются только лица, имеющие соответствующую квалификацию сварщика и разрешение на

производство работ. Все части электросварочных установок, находящихся под напряжением, должны быть закрыты кожухами. Металлические части установок, не находящиеся под напряжением во время работы, а также свариваемые конструкции необходимо заземлять.

Сварщики, работающие на строительной площадке, обязаны носить каски, предохраняющие голову рабочего от возможного травмирования падающими предметами, защищающие от поражения электрическим током и от атмосферных воздействий. Под каску должен одеваться головной убор – подшлемник. Важными средствами индивидуальной защиты сварщика являются спецодежда и спецобувь. Спецодежда (куртки и брюки) изготавливается из материала, предохраняющего сварщика от излучения и имеющего противоскользящие нашивки.

Бетоносмесительные и другие установки можно чистить и исправлять только при выключенном рубильнике.

Вокруг бетононасосов устраиваются проходы шириной не менее 1 м. В теплое время бетоновод прочищается водой или пыжами, в зимнее время – сжатым воздухом. При очистке сжатым воздухом рабочие должны находиться от выходного отверстия бетоновода на расстоянии не менее 10 м.

Корпус вибратора необходимо заземлять до начала работ. Работать с вибраторами разрешается только в резиновых перчатках и резиновых сапогах. Запрещается обмывать вибраторы водой.

Электропрогрев бетона запрещается вести под напряжением выше 60 В. При поливке бетона необходимо отключать ток.

Место, где производится электроразогрев бетонной смеси должно быть ограждено. Расстояние между габаритом бадьи (бункера) и ограждение должно быть не менее 1 м. Площадка разогрева должна быть освещена и обеспечена звуковыми и световыми сигналами. Во время грозы и при ветре силой 6 баллов и более (или скорости ветра 9,9 м/с) выполнять бетонные и железобетонные работы с наружных лесов запрещается.

Распалубка должна производиться после достижения бетоном заданной прочности. Снятие опалубки (распалубка) производится лишь по разрешению производителя работ, а снятие несущей опалубки (балки, плиты и т. д.) – лишь после заключения лаборатории о фактической прочности бетона.

Минимальная прочность бетона при распалубке загруженных конструкций, в том числе от собственной нагрузки, определяется ППР и согласовывается с проектной организацией.

Разборку опалубки ведут в последовательности, предусмотренной картами трудовых процессов или ППР, под наблюдением мастера. При этом принимают меры, исключающие случайное падение элементов опалубки и обрушение поддерживающих лесов и конструкций. Демонтированные щиты и другие элементы сортируют, удаляя выступающие гвозди, и укладывают в штабель. При производстве опалубочных, арматурных, бетонных и распалубочных процессов необходимо следить за закреплением подмостей и лесов, их устойчивостью, а также правильным закреплением настилов, перил, ограждений, лестниц.

При работе на высоте более 1,5 м все рабочие обязаны пользоваться предохранительными поясами с карабинами. Не допускается одновременная работа по вертикали на двух ярусах.

Два верхних по высоте яруса должны быть дополнительно изолированы защитными настилами, навесами и др. Отверстия в перекрытиях, на которых ведутся работы, должны быть закрыты или ограждены на высоту не менее 1 м.

Размещение на опалубке оборудования и материалов, не предусмотренных ППР, а также нахождение людей, непосредственно не участвующих в производстве работ на установленных конструкциях опалубки, не допускается.

При разборке опалубки следует применять меры против случайного падения элементов опалубки, обрушения поддерживающих лесов или конструкций.

При снятии опалубки должны применяться меры предотвращения возможного обрушения так, чтобы достаточное для исключения этого количество опор оставалось на месте. При демонтаже опалубку по мере возможности следует снимать целиком во избежание опасности, связанной с падением деталей опалубки.

Глава 4. Курсовой проект «Возведение многоэтажных зданий из монолитного железобетона»

Задачей курсового проекта является освоения дисциплины «Основы технологии возведения зданий и сооружений», развитие умения самостоятельно решать инженерно-технические задачи при возведении объектов различного назначения.

Технологическая карта на возведение многоэтажного здания из монолитного бетона и железобетона включает в себя разработку технологических схем на выполнение опалубочных, арматурных, бетонных работ, выдерживание уложенного бетона и распалубку заключается в их подробных технологических описаниях с указанием последовательности выполнения работ, количество и размеры захваток, используемых машин, приспособлений и оборудования с привязкой к осям возводимого здания.

Решения, принятые при разработке технологических схем на выполнение, перечисленных выше работ должны обеспечивать:

- непрерывность и поточность опалубочных, арматурных и бетонных работ;
- равномерность использованием ресурсов и производственных мощностей;
- максимальную механизацию работ с использованием машин в две и более смены.

Организация производства работ устройства монолитных конструкций зависит от архитектурно-планировочных решений здания и конструктивных характеристик элементов, технических средств

для подачи бетонной смеси, арматуры и элементов опалубки, условий окружающей среды (температура, влажность и т. п.), а также др. технологических факторов.

4.1. Состав и последовательность выполнения курсового проекта

В состав курсового проекта входят следующие основные разделы:

- уточнение исходных данных (прил. 1-4);
- определение объемов работ задания;
- разбивка этажа (секции) на захваты,
- выбор типа опалубки
- выбор комплекта машин и оборудования для производства бетонных работ (установка опалубки, монтаж арматуры, подача бетонной смеси, средства для уплотнения и пр.);
- разработка организационно-технологических схем монтажа опалубки, арматуры, укладки и выдерживания бетона, с привязкой расположения монтажных кранов и других машин и механизмов для подачи бетонной смеси, зон складирования материалов, площадок для приема бетонной смеси, очистки, ремонта и укрупнительной сборки опалубки и т.п.;
- разработка календарного графика производства работ с увязкой во времени и пространстве строительно-монтажных работ (установка опалубочных систем, монтаж арматуры, укладка бетон-

ной смеси и выдерживание бетона, с учетом климатических условий), входящих в комплексно-механизированный процесс устройства монолитных конструкций (перекрытий, стен внутренних и наружных).

- основные мероприятия по контролю качества арматурных, опалубочных и бетонных работ;
- основные мероприятия по безопасности производства арматурных, опалубочных и бетонных работ.

4.2. Уточнение исходных данных

Выполнение курсового проекта необходимо начинать с анализа архитектурно-планировочных и конструктивных решений здания в соответствии с заданием (конструкции стен, перекрытий, перегородок, лестничных маршей и т. д.) (см. прил. 1-4). В задании на выполнение курсового проекта предусмотрены различные варианты конструктивных решений зданий с монолитными перекрытиями, внутренними и наружными стенами (стенная система).

Перегородки, сантехкабины и лестничные марши во всех вариантах заданий сборные (гипсокартонные, гипсолитовые, кирпичные, из различных блоков).

После изучения задания в соответствие с исходными данными разрабатывается план типового этажа (секции) в масштабе 1:100 и 1:200 с выделением монолитных конструкций (перекрытий, наружных и внутренних стен из монолитного бетона) штриховкой или цветом, с указанием расположения проемов.

На основе задания и выполненных схем плана типового этажа составляются спецификации монолитных и сборных железобетонных элементов (табл. 4, 5).

Таблица 4

Спецификация монолитных железобетонных элементов на типовой этаж

№	Название элемента	Марка бетона	Размеры (без вычета проемов)			Объем элемента, м ³	Размеры проема, мм			Объем проема, м ³	Количество элементов на этаж	Объем бетона, м ³	
			длина	ширина	высота		длина	ширина	высота			на 1 элемент	на этаж
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Итого на типовой этаж:													
На все здание:													

Таблица 5

Спецификация сборных железобетонных элементов на типовой этаж

№	Название элемента	Марка	Количество	Размер, мм	Объем, м ³	Масса, т

				длина	ши- рина	вы- сота	одного эле- мента	всех элемен- тов этажа	одного эле- мента	на этаж
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Итого на типовой этаж:										
На все здание:										

4.3. Подсчет объемов работ

Объемы работ по объекту определяются на основании задания и спецификаций монолитных и сборных железобетонных элементов (см. табл. 3.1 и 3.2; прил.1-4).

Определяется вид арматуры: каркасы, сетки или отдельные стержни. Ведомость объемов работ заполняется в последовательности, соответствующей проектируемой технологии производства работ по возведению здания (табл. 6). В курсовом проекте рассматривается только возведение надземной части здания.

Таблица 6

Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование процессов	Единица измерения объема	Количество работ на этаж	Количество работ на здание	Примечание
1	2	3	4	5	6

4.4. Разбивка этажа (секции) на захваты

Захваты представляют собой участки (этаж, секция) равномерные по трудоемкости (отклонения по трудоемкости не должны превышать 25 %) и единовременно бетонированные за 1-2 рабочие смены. Границы захваток назначают, как правило, в местах устройства рабочих и температурных швов. В тех случаях, когда границы захваток нарушают цельность конструкции, их следует устраивать в местах минимальных внутренних напряжений.

Наименьший размер захватки должен быть достаточным для работы звена на протяжении смены и соответствующим участку бетонирования, на котором укладка бетонной смеси проводится без перерыва с учетом обеспечения устойчивости и геометрической неизменяемости возводимых конструкций. При возведении многоэтажных зданий из монолитного бетонных и железобетонных конструкций рекомендуются следующие характеристики захваток:

- перекрытия - площадь (по перекрытию) – 80...200 м²; объем укладываемого на захватке бетона – 30...60 м³ (кран-бадья) или 60-100 м² (бетононасос + раздаточная стрела);

- стены толщиной 200 мм и менее, колонны сечением 400x400мм и менее – 30-40 м³ в смену;

- стены толщиной 300 мм и более, массивные колонны - 40-60 м³ в смену.

Соответственно объемам и срокам работ на типовом этаже определяются количество и размеры захваток, уточняется количество опалубки и необходимое количество бетоноукладочных комплексов.

В односекционных зданиях, как правило, выделяется отдельная захватка - лестнично-лифтовой блок, т. к. установка опалубки и арматуры в таких блоках сложнее и выполняется медленнее, чем в конструкциях типового этажа.

Разбивка типового этажа на захватки зависит об используемых опалубок - крупнощитовой опалубки стен с установкой краном и мелкощитовой опалубки перекрытий с установкой вручную, способов подачи бетона, организационных форм работы исполнителей и заданных сроках работ. Процесс укладки бетонной смеси является ведущим и к нему подстраиваются остальные работы. На укладку бетона, как правило, обычно отводится один рабочий день или смена, реже – полсмена из расчета укладки смеси в объеме 30-40 м³ при бетонировании стен и колонн малых сечений и 50-60 м³ при бетонировании перекрытий методом «кран-бадьа».

Для односекционного здания количество комплектов опалубки должно обеспечивать установку опалубки на весь этаж или в пределах одной секции с 10...15 % запасом. Для многосекционного здания количество комплектов опалубки должно обеспечивать одновременную работу бетоноукладочного комплекса («бригада + кран» или «бригада + кран + бетононасос + раздаточная стрела») на двух захватках и более.

При производстве бетонных работ на типовом этаже как правило используют комплексную бригаду бетонщиков, в состав которой входят квалифицированные слесари для сборки-разборки опа-

лубки, арматурщики, бетонщики. Вязку арматуры, установку прое-мообразователей, сборка и разборка опалубки перекрытий, чистку, смазку и мелкий ремонт опалубки выполняют вручную.

Для выполнения работ по укладке бетонной смеси использу-ются:

- при бетонировании стен методом «кран-бадья» на один кран - 4 бетонщика;
- при бетонировании стен на одну бетонораздаточную стрелу - 4-6 бетонщиков;
- при бетонировании колонн при любом методе подачи смеси - 2 бетонщика;
- при бетонировании перекрытий методом «кран-бадья» на один кран - 4-6 бетонщиков;
- при бетонировании перекрытий на одну бетонораздаточную стрелу - 6-8 бетонщиков.

В зимнее время к этим работам добавляется установка нагрева-тельных проводов или электродов на арматурные каркасы, устрой-ство коммутационных соединений, утепление опалубки, темпера-турный контроль и электротехническое сопровождение выдержи-вания, которые совмещают с установкой нагревательных устройств с арматурными работами.

На рис. 6 представлен пример разбивки типового этажа здания на 2 захватки для обеспечения непрерывного цикла бетонирования вертикальных конструкций и монолитных железобетонных пере-крытий при использовании 2-х комплектов щитовых опалубочных

систем на этаж (секцию). При этом используемые средства механизации обеспечивают одновременное выполнение работ по установке опалубки и арматуры, подаче и укладке бетонной смеси.

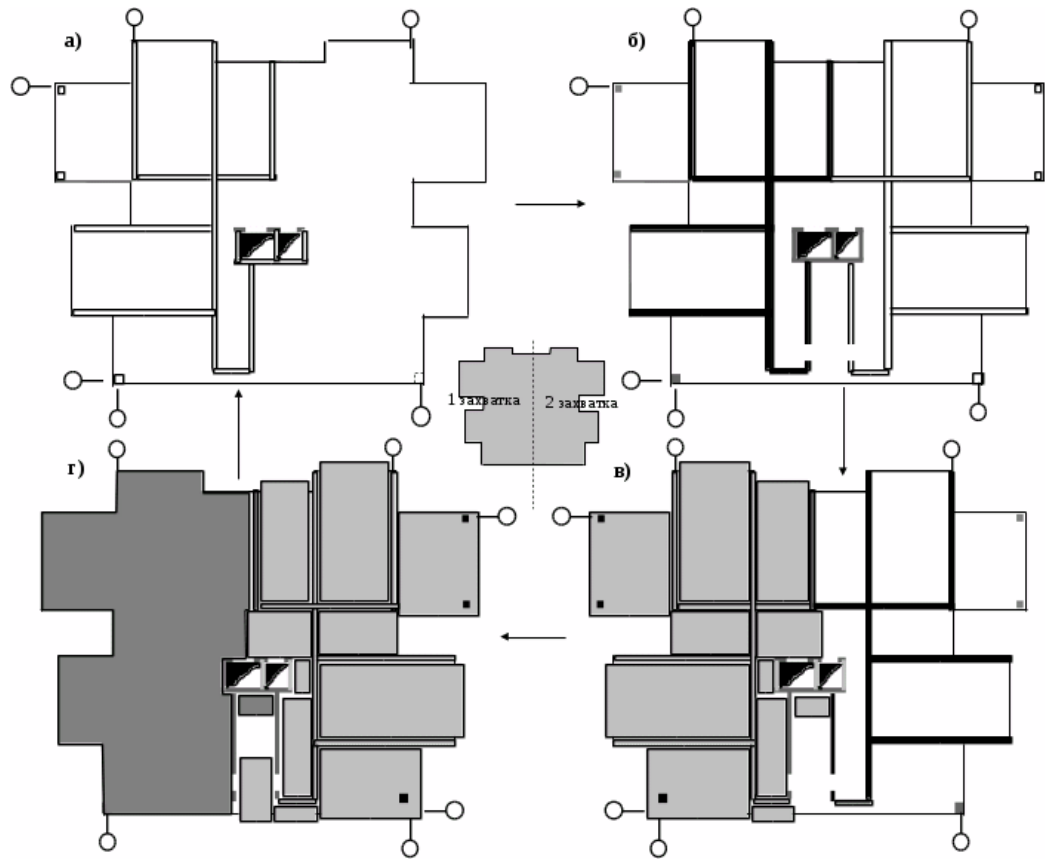


Рис. 6. Разбивка типового этажа здания на 2 захватки

Наименьшее число захваток на этаж определяется:

$$N_{min} = (n - 1) + t_{ТВ} k, \quad (1)$$

где $t_{ТВ}$ - продолжительность твердения бетона до распалубки (принимается 3-5 дней) при нормальных температурно-влажностных условиях выдерживания и 1-2 дня при применении средств интенсификации твердения; k - шаг потока (от 1 до 2 дней); n - число простых процессов на этаже (установка опалубки и арматуры, подача и укладка бетонной смеси, распалубка).

Наименьшее число захваток, обеспечивающих непрерывную работу, определяется:

$$N'_{min} = N \cdot k_1(k_2 - 1), \quad (2)$$

где N' – наименьшее число захваток для типового этажа; k_1 – шаг потока по первому этажу; (1-2 дня); k_2 – шаг потока по типовому этажу (если типовой этаж имеет меньший объем работ, чем первый); принимается 1-1,5 дня.

Последовательность выполнения работ при возведении типового этажа на захватках (2 захватки; 2 комплекта опалубки) представлен в виде модели на рис. 7.

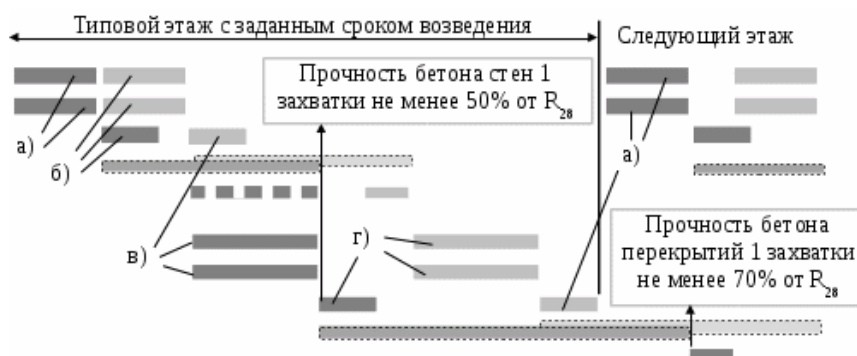


Рис. 7. Модель организационно-технологического цикла работ
 а – установка опалубки стен на 1 захватке; б – бетонирование стен 1 захватки и установка опалубки стен на 2 захватке; в – бетонирование стен на 2 захватке и установка опалубки перекрытий на 1 захватке; г – бетонирование перекрытий на первой захватке и установка опалубки перекрытий на 2 захватке

При разбивке этажа на захватки необходимо обеспечивать удобство доступа рабочих на перекрытие, подмости и рабочие настилы опалубки.

Границы захваток необходимо наносить на опалубочные планы, планы этажей.

4.5. Выбор типа опалубки

Выбор той или иной опалубочной системы осуществляется с учетом технологического соответствия опалубки возводимой конструкции, обеспечения требуемого качества бетонных конструкций возводимого объекта и экономической эффективности применения выбранного типа опалубочной системы (прил.12).

При составлении комплекта опалубки необходимо определить типоразмеры опалубочных щитов (панелей), установить их требуемое количество и общую (суммарную) опалубливаемую площадь, а затем подобрать поддерживающие устройства (стойки, прогоны, фермочки и пр.) и крепежные элементы (схватки, тяжи, скобы-зажимы, клинья и пр.) в количестве, достаточном для установки и закрепления опалубки в проектном положении, без использования дополнительных не инвентарных устройств и приспособлений.

Все опалубочные элементы для устройства перекрытия, внешних и внутренних стен на технологическую захватку заносятся в табл. 7. В случае, если размеры захваток на этаже не равновелики, в курсовом проекте выполняют спецификацию опалубочных элементов на наибольшую захватку.

Таблица 7

Спецификация опалубочных элементов на одну захватку

Наименование	Марка	Количество	Размеры, мм			Площадь, м ²		Масса, кг	
			длина	высота	толщина	единицы	общая	единицы	общая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

От технологического соответствия опалубочной системы устраиваемой конструкции зависит интенсивность возведения здания – фактора, который в значительной мере определяет экономическую эффективность использования данной опалубочной системы. Кроме того, в зависимости от выбора типа опалубочной системы зависит качества бетонных конструкций возводимого объекта.

Из числа технологически приемлемых опалубочных систем выбирают по результатам технико-экономического сравнения вариантов наиболее экономичную.

4.6. Выбор комплекта машин и оборудования для производства работ по установке опалубки, арматуры, подаче бетонной смеси, уплотнению и распалубке

Основными техническими средствами для устройства монолитных железобетонных конструкций (монтаж элементов опалубки, арматуры, подача (укладка) бетонной смеси), распалубка являются: монтажный кран; грузозахватные устройства; приспособления для выверки и временного закрепления монтируемых элементов; приспособления, обеспечивающие безопасность работы на высоте.

В комплексном технологическом процессе устройства монолитных конструкций (перекрытий, внешних и внутренних стен) ведущим процессом является бетонирование. Этот процесс состоит из связанных работ и операций по транспортированию, подаче, распределению и уплотнению бетонной смеси.

Ведущий процесс – бетонирование – влияет на проведение опалубочных и арматурных работ, которые находятся в тесной технологической зависимости от него.

Комплект машин для ведущего технологического процесса (бетонирование) подбирают, исходя из заданного темпа укладки бетонной смеси с учетом габаритов, конструктивных особенностей конструкций и особенностей бетонной смеси.

Для выбора наиболее оптимального комплекта машин и оборудования выбирается несколько вариантов, которые сравниваются по технико-экономическим показателям.

1 вариант комплекта оборудования для подачи и укладки бетонной смеси:

- монтажный кран;
- бункеры /бадьи/ поворотные и неповоротные;
- грузозахватные устройства;
- инструмент для укладки и уплотнения бетонной смеси.

2 вариант комплекта оборудования:

- монтажный кран;
- бетононасосные установки (стационарные или самоходные);
- бетонораспределительные установки (стрелы);
- инструмент для укладки и уплотнения бетонной смеси.

Для монтажа сборных конструкций (лестничные марши, площадки и пр.), элементов опалубки, подачи материалов и т. п. выбирается монтажный кран; грузозахватные устройства; приспособле-

ния для выверки и временного закрепления монтируемых элементов; приспособления, обеспечивающие безопасность работы на высоте (прил. 5-7).

4.7. Выбор технических средств для подачи и укладки бетонной смеси

При бетонировании конструкций многоэтажных зданий подачу бетонной смеси осуществляют краном в бадьях (бункерах) или бетононасосом.

При подаче бетонной смеси в конструкции при помощи крана в качестве емкостей применяют бункеры (бадья). Бункеры по устройству и принципу работы можно разделить на поворотные и неповоротные. При бетонировании вертикальных тонкостенных конструкций наиболее типичных для многоэтажного монолитного здания, целесообразнее использовать поворотный бункер (бадья) с боковой выгрузкой. Поворотный бункер загружают на объекте в горизонтальном положении, краном переводят в вертикальное положение, поднимают и подают к бетонируемой конструкции. Вместимость бункера (бадья) подбирают с таким расчетом, чтобы она была кратной вместимости кузова транспортного средства (табл. 8). При выгрузке поворотные бункеры (бадья) должны заполняться на 0,65-0,7 своего объема.

Таблица 8

Основные параметры бадей (бункеров) для подачи бетонной смеси краном

Показатели	Тип бункеров
------------	--------------

	Переносные поворотные				Переносные не поворотные		
	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,6
Вместимость, м ³							
Тип затвора	челюстной ручной				челюст- ной руч- ной	штор- ный	ролико- вый
Габаритные размеры, мм:							
длина,	3260	3612	4014	3600	1200	1600	-
ширина,	750	1232	1232	2250	1200	1600	1800
высота	1040	1040	1040	1040	1300	1520	2200
Масса, кг	315	490	617	880	228	350	994

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку ограничивается действующими нормами: для перекрытий – до 1 м, для стен – до 4,5 м, для колонн – до 5 м, для неармированных конструкций до 6 м. При большей высоте свободного сбрасывания бетонную смесь укладывают с использованием лотков или хоботов.

При использовании бетононасоса применяются, как правило, следующие технологические схемы:

- подача бетонной смеси на рабочий горизонт и последующее ее распределение с использованием простейших механизмов;
- подача бетонной смеси и ее распределение, с помощью, установленной на рабочем горизонте гидравлически управляемой распределительной стрелы.

В зависимости от назначения применяют стационарные (на объекте с большими объемами бетонных работ), прицепные и само-

ходные бетононасосные установки с бетонопроводом или распределительной стрелой. Распределительная стрела выполняется собственной или выносной (автономной).

Бетононасосы могут перекачивать бетонные смеси пластичной (осадка конуса 5-8 см) и литой (осадка конуса 12-15 см) консистенций. Оптимальным значением водоцементного отношения считается $v/c=0,5-0,6$. Наибольшая крупность щебня (гравия) колеблется в пределах 20-60 мм и зависит от диаметра бетоновода.

Выбор бетононасосных установок производится по справочной литературе с учетом следующих требований:

- бетононасос должен обеспечивать подачу бетонной смеси на всю высоту здания;
- производительность бетононасоса должна быть максимально использована;
- автобетононасосы целесообразно использовать в тех случаях, когда радиус действия распределительной стрелы позволяет с одной или нескольких стоянок охватить всю площадь бетонируемой захватки. При этом должен быть обеспечен свободный проезд автобетоносмесителей к автобетононасосу.

В качестве специализированного оборудования для распределения бетонной смеси в комплекте с бетононасосами могут быть использованы распределительные стрелы и механические манипуляторы. Распределительные стрелы устанавливаются на объекте в зоне бетонируемой захватки и соединяют с бетононасосом магистральным трубопроводом. Используя справочные характеристики подобных устройств по дальности и высоте подачи смеси, правила их

установки относительно границ возводимых конструкций, краев котлованов, определяют и оптимизируют места установки их на масштабных планах площадки, непосредственно на захватках и участках работ.

Устойчивость распределительных стрел обеспечивается за счет их прикрепления к несущим элементам конструкций или к опалубке, а также с помощью противовеса или балласта. Механические манипуляторы используют при необходимости многократных перестановок специализированного оборудования для распределения бетонной смеси.

Подбор бетононасоса при бескрановой подаче бетонной смеси следует произвести по основным технологическим характеристикам, приведенным в табл. 9 (прил. 8-10).

Таблица 9

Технические характеристики бетононасосов

Показатели	Марка бетононасосов	
	СБ-161	СБ-165
Тип	Стационарный	Прицепной
Подача, м ³ /ч	5–56	5–20
ОК бетонной смеси, см	4–12	4–12
Внутренний диаметр бетоновода, мм	125	125
Дальность подачи бетонной смеси, м:		
	по горизонтали	350
по вертикали	80	80
Вместимость приемного бункера, м ³	0,7	0,5

Тип бетононасоса (прицепной, стационарный, автобетононасос) принимается в зависимости от вида бетонируемых конструкций здания.

Приготовление бетонной смеси может осуществляться на стационарных и приобъектных бетонных заводах. Для транспортирования бетонной смеси от бетонного завода до объекта используют автобетоносмесители, специализированные машины – автобетоновозы, а также автосамосвалы для перевозки готовой бетонной смеси на короткие расстояния (прил. 11).

4.8. Выбор технических средств для уплотнения бетонной смеси

Для монолитных конструкций многоэтажных зданий стеновой системы (стены и гладкие перекрытия) наиболее часто для уплотнения бетонной смеси используют вибрационные методы.

Уплотнение бетонной смеси тонкостенных конструкций толщиной до 300 мм может осуществляться с помощью виброреек. Максимально возможная для уплотнения виброрейками толщина конструкций с одиночной арматурой – 250 мм, с двойной арматурой – 120 мм.

При толщине плоских конструкций более 300 мм, бетонную смесь уплотняют сначала глубинными вибраторами, а затем доуплотняют поверхностными вибраторами и виброрейками.

Продолжительность вибрирования должна обеспечивать достаточное уплотнение бетонной смеси, основными признаками которого служат прекращение ее оседания, появление цементного молока на поверхности и прекращение выделения пузырьков воздуха.

4.9. Выбор грузозахватных устройств

Выбор грузозахватных приспособлений (строп, траверс) производят для подъема опалубочных систем, арматурных сеток, каркасов и бункеров с бетонной смесью. При этом каждое из выбранных грузозахватных устройств должно быть по возможности универсальным, с тем, чтобы общее количество приспособлений на строительной площадке было наименьшим.

При возведении многоэтажных зданий широко применяются универсальные канатные одноветвевые, двухветвевые, многоветвевые и т. п. стропы, оснащенные крюками для подъема опалубочных щитов, блоков, панелей и пр. грузов за монтажные петли.

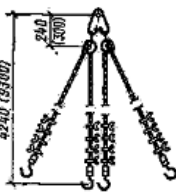
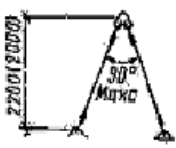
Траверсы применяют для подъема длинномерных конструкций, когда использование обычных стропов оказывается невозможным.

В общем случае подбор стропов и траверс производят по расчету. При подъеме серийно выпускаемых строительных изделий и конструкций можно использовать унифицированные грузозахватные устройства (в пределах их паспортной грузоподъемности) и вести работы по типовым схемам строповки элементов.

Данные о подобранных грузозахватных устройствах, приспособлениях и инструментах заносят в табл. 10.

Таблица 10

Ведомость грузозахватных приспособлений

Наименование-поднимаемых элементов	Наименование приспособлений	Эскиз	Характеристики					Потребное количество, шт.
			приспособлений			монтируемого элемента		
			грузоподъемность, т	масса, кг	высота, м	масса элемента, т	масса элемента с оснасткой, т	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Опалубочные щиты; арматура; бункера (бадьи) с бетоном и пр.	Многоветвевые;		3	88	4,24			
			5	215	9,3			
	двухветвевые стропы		2,5	312	2			
			5	312	2,2			

4.10. Выбор монтажных кранов

При возведении монолитных многоэтажных зданий используют, как правило, башенные кареточные краны (рис. 3).

При выборе монтажных кранов исходят из требуемых параметров $Q^{тр}$, $H_{кр}^{тр}$, $l_{кр}^{тр}$, $M_{Г}^{тр}$.

Выбор башенного крана производится с учетом габаритов возводимой конструкции и наиболее тяжелых грузов по трем параметрам: вылет у стрелы L , высота подъема крюка H и грузоподъемность Q (рис. 8).

Требуемая грузоподъемность крана на заданной высоте и вылете $Q_{\text{тр}}$ равна сумме массы наиболее тяжелого груза при производстве опалубочных, арматурных и бетонных работ (масса бадьи с бетонной смесью или масса самого тяжелого опалубочного щита) и массы грузозахватного устройства.

$$Q^{\text{тр}} = Q_3 + Q_{\text{стр}}, \quad (3)$$

где Q_3 – масса наиболее тяжелого элемента, т; $Q_{\text{стр}}$ – масса такелажных устройств (стропы, захваты, траверсы), т,

Монтажная масса бадьи с бетонной смесью определяется:

$$Q_6 = K_1 V_6 \gamma_6 + P_1 + P_2, \quad (4)$$

где V_6 – объем бетонной смеси в бадье, м³; γ_6 – плотность бетонной смеси (для тяжелого бетона – 2,4 т/м³; керамзитобетона – 1,3–1,6 т/м³); P_1 – масса бадьи, т; P_2 – масса стропа (траверсы), т; K_1 – коэффициент, учитывающий разовые отклонения объема и плотности бетонной смеси от номинальных значений равный 1,2.

Монтажная масса опалубочного щита (т) определяется:

$$Q_0 = K_2 P_3 + P_2, \quad (5)$$

где P_3 – масса опалубочного щита (панели) т; K_2 – коэффициент, учитывающий технологическое утяжеление опалубочного щита за

счет его загрязнения бетонной смесью, наличия на нем снега, льда и пр. равный 1,1.

Требуемая вместимость (емкость) бадьи для подачи бетонной смеси ($\text{м}^3/\text{см}$) определяется исходя из сменной производительности крана:

$$P_{\text{см}} = t_c V_6 n_{\text{ц}} + K_{\text{в}}, \quad (6)$$

где t_c – продолжительность рабочей смены, час; V_6 – объем бетонной смеси в бадье, м^3 ; $n_{\text{ц}}$ – циклов работы крана на подаче бетонной смеси в час (табл. 10); $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования крана по времени (0,82– 0,85).

$$n_{\text{ц}} = \frac{60}{T_{\text{ц}}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла, мин.

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{м}} + T_{\text{р}}, \quad (8)$$

где $T_{\text{м}}$, $T_{\text{р}}$ – соответственно продолжительность всех операций, выполняемых машиной (машинное время), и время, затрачиваемое на выполнение ручных операций, мин.

Емкость бадьи (бункера) (м^3) определяется исходя из значения производительности работы крана при этом значение производительности принимается равной расчетной интенсивности бетонирования $P_{\text{см}}$, равная сменной производительности ведущей бетоноукладочной машины:

$$V_6 = \frac{P_{\text{см}}}{t_c r_6 k_{\text{в}}}, \quad (9)$$

Полученное значение V_6 округляется в большую сторону с выбором стандартной бадьи (бункера) в разделе выбор технических средств для подачи и укладки бетонной смеси).

При использовании переставных распределительных стрел или механического распределителя для подачи бетонной смеси следует учитывать необходимость их подъема и перестановки краном, т. е. грузоподъемность крана должна быть больше массы распределительной установки.

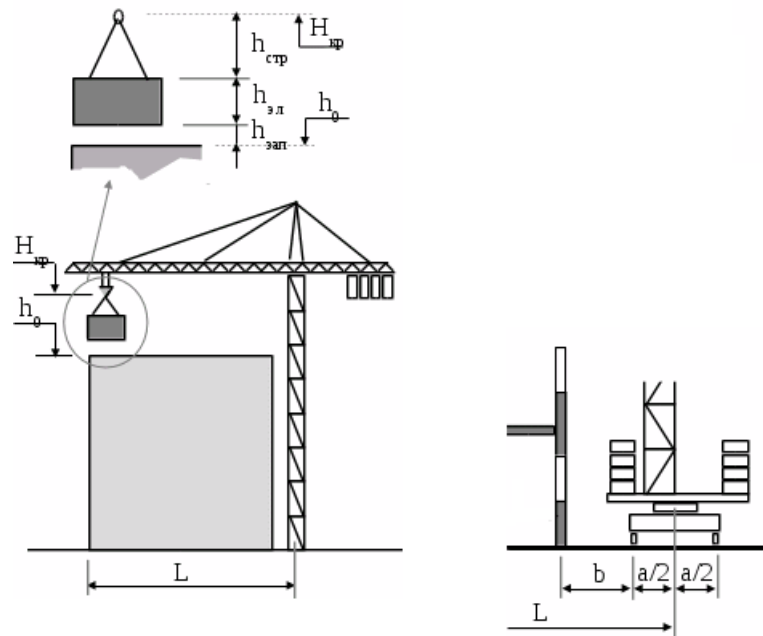


Рис. 8. Схема для определения параметров башенных кранов
 a – ширина кранового пути; b – расстояние от кранового пути до выступающей части стены; L – вылет крюка крана; $h_о$ – уровень верхнего монтажного горизонта; $h_э$ – высота монтируемых элементов (бункера с бетонной смесью, опалубочной панели или блока, арматурного каркаса, сборного монтажного элемента) в монтажном положении, м; $h_з$ – запас по высоте, требующийся по условиям монтажа для заводки конструкции (груза) к месту установки или переноса ее через ранее смонтированные конструкции (не менее 0,5 м), м; $h_с$ – расчетная высота стропа в рабочем положении от верха элемента до низа крюка крана

Требуемая монтажная высота подъема крюка крана $H_{кр}^{тр}$ определяется (см. рис. 8)

$$H_{кр}^{тр} = h_o + h_э + h_з + h_c, \quad (10)$$

где h_o – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана (для кранов, установленных на земле) или над уровнем, с которого осуществляется подъем элемента (для кранов, устанавливаемых на здании или сооружении), м; $h_э$ – высота монтируемого элемента в монтажном положении, м; $h_з$ – запас по высоте, требующийся по условиям монтажа для заводки конструкции к месту установки или переноса ее через ранее смонтированные конструкции (не менее 0,5 м), м; h_c – высота строповки в рабочем положении от верха элемента до низа крюка крана, м.

При определении максимальной высоты подъема крюка крана для зданий, возводимых в разборно-переставной или блочной опалубках, извлекаемых вверх, необходимо за уровень верхнего монтажного горизонта принимать отметку верха монолитной конструкции стены последнего этажа здания.

Требуемый вылет крюка крана $L_{кр}^{тр}$ с нижним расположением противовеса находится из выражения (см. рис. 4)

$$L_{кр}^{тр} = \left(\frac{a}{2}\right) + b + c, \quad (11)$$

где a – ширина кранового пути, м; b – расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены, м; c – расстояние от центра тяжести наиболее удаленного от крана элемента до выступающей части стены со стороны крана, м.

При этом расстояние от оси вращения крана до ближайшей выступающей части b здания должно быть на 0,7 м больше радиуса габарита нижней части крана и на 0,5 м больше радиуса габарита верхней его части (габарит контргруза стрелы, габарит кабины крана и т. п.) (см. рис. 9).

При возведении здания в щитовой и блочной опалубках значение c принимается равным ширине здания (при расположении кранов с одной стороны здания) или не менее половины ширины здания (для кранов, расположенных с противоположных сторон здания). В случае использования объемно-переставной опалубки или «столовой» опалубки перекрытий при работе одним краном к ширине здания необходимо прибавить половину длины опалубочной конструкции +2 м.

После определения расчетных параметров монтажных кранов по их техническим характеристикам выбираются такие машины, рабочие параметры которых удовлетворяют расчетным, равным им или несколько их превосходят.

Расстояние от оси вращения крана до ближайшей выступающей части здания должно быть на 0,7 м больше радиуса габарита нижней части крана и на 0,5 м больше радиуса габарита его верхней части (габарит контргруза стрелы, габарит кабины крана).

Схемы возведения зданий с различными вариантами установки кранов и расположением зон складирования приведены на рис. 5.

При односторонней установке крана (рис. 10 *a*), зона действия башенного крана охватывает всю ширину здания. При использова-

нии двух кранов, размещенных с противоположных сторон возводимого здания (рис. 10 б), зона действия каждого из кранов должна охватывать не менее половины ширины здания.

При возведении многоэтажных, «точечных» зданий применяют схемы, изображенные на рис. 9 в, г.

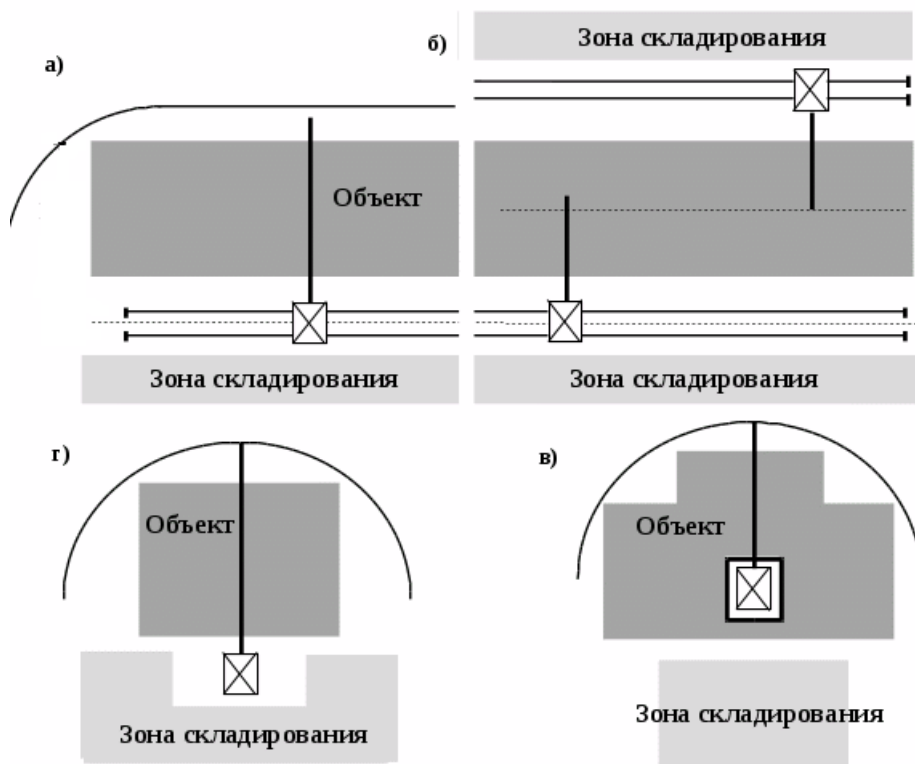


Рис. 9. Схемы установки кранов при возведении монолитных зданий стеновой системы:

а – односторонняя; б – двухсторонняя; в – приставной кран с наружной части здания; г – приставной кран в ядре жесткости здания

4.11. Техничко-экономическое сравнение различных вариантов комплекта машин и оборудования

На основе технико-экономической оценки вариантов монтажных работ выбирается оптимальный вариант комплекта машин. Выбор комплекта монтажных машин для сравнения и определения наиболее эффективного производится на нескольких комплектах (например, первый комплект – один кран монтирует все конструкции, второй – два или три крана монтируют разные конструкции и т. п.).

Наиболее распространенным критерием эффективности при выборе одного из комплектов машин являются приведенные затраты Π_3 , тыс. р., в которых учитывается стоимость работ, выполняемых тем или иным комплектом и экономический эффект от окупаемости комплекта в течение определенного времени, который определяется по формуле:

$$\Pi_3 = C_{б.р} + 0,15 \sum K_{инв} \frac{T_o}{400}, \quad (12)$$

где $C_{б.р}$ – стоимость бетонных работ, тыс. р.; 0,15 – коэффициент эффективности по отрасли; $K_{инв}$ – инвентарная расчетная стоимость машины, тыс. р. (см. прилож. 7, табл. 1-4); T_o – время работы n -й машины на объекте, см.; 400 – среднестатистическое количество смен работы машины в году.

Наиболее эффективным является комплект машин с наименьшими приведенными затратами.

Стоимость бетонных работ, тыс. р., для каждого комплекта машин рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{б.р.}} = 1,08(C_{\text{ед}} + \sum C_{\text{маш.-см}} T_o) + 1,5 \sum Z_{\text{пл}}, \quad (13)$$

где 1,08 – коэффициент, учитывающий накладные расходы на обеспечение административно-хозяйственного руководства, мелкий инвентарь, используемый при организации работы комплекта машин; $C_{\text{ед}}$ – единовременные расходы на дополнительные работы (устройство подкрановых путей, временных дорог, ограждений, освещения и т. п.), тыс. р. В проекте их можно принять равными 2 % от прямых затрат, т. е. от стоимости комплекта машин $\sum C_{\text{маш.-см}} T_o$; $C_{\text{маш.-см}}$ – стоимость машино-смены n -й машины, тыс. р.; $Z_{\text{пл}}$ – заработная плата рабочих монтажного звена, работающего с n -й машиной комплекта, тыс. р.

Стоимость маш.-см n -й машины для расчета можно взять среднестатистическую, подсчитанную с учетом времени работы этой машины на данном объекте. Фактическая стоимость маш.-см, тыс. р. рассчитывается по формуле (см. прилож. 7, табл. 1-4)

$$C_{\text{маш.-см}} = \frac{E}{T_o} + \frac{\Gamma}{400} + C_{\text{т.э}}, \quad (14)$$

где E – единовременные затраты на транспортирование машин на объект, их монтаж и демонтаж, тыс. руб.; Γ – годовые затраты на амортизационные отчисления, тыс. руб.; $C_{\text{т.э}}$ — эксплуатационные расходы на обслуживание машин, тыс. руб.; T_o – Нормативное время работы крана в году.

$$E = C_{\text{тр}} + C_{\text{м.д}} + C_{\text{всп}} + C_{\text{пр}} n, \quad (15)$$

где $C_{тр}$ – стоимость транспортировки крана на строительную площадку; $C_{м.д}$ – стоимость монтажа и демонтажа крана; $C_{всп}$ – стоимость вспомогательных устройств (якоря, связей и т.п.); $C_{пс}$ – стоимость одной перестановки несамоходного крана в пределах возводимого объекта; n – число перестановок крана за время его пребывания на объекте.

$$\Gamma = C_{инв} \frac{A_m}{100}, \quad (16)$$

где $C_{инв}$ – инвентарно-расчетная стоимость крана, руб. (см. прилож.7, табл.1-4) или принимаются по справочной литературе; A_m – норма годовых амортизационных отчислений, %. В проекте можно принять 10 %.

$$C_{тэ} = C_p + C_o + C_{эн} + C_{см} + Z_{пл}, \quad (17)$$

где C_p – стоимость всех видов ремонта, кроме капитального, приходящегося на 1 смену, руб.; C_o – стоимость изношенной за смену оснастки (тросы, тормозные колодки и т. п.), руб; $C_{эн}$ – стоимость энергии, потребляемой краном за одну смену (электроэнергия, топливо, горючее и т. п.); $C_{см}$ – затраты на смазочные и обтирочные материалы, потребляемые в течение смены, руб.; $Z_{пл}$ – заработная плата в смену персонала, управляемого работой крана и осуществляющего ежемесячный технический уход за ней.

В современных условиях стоимость монтажных работ, выполняемых кранами, определяют на основании коммерческих расценок. При определении стоимости работ кранов применяют структуру затрат, представленную в прилож. 7, табл.1-4.

При определении стоимости эксплуатации крана следует согласно данным, представленным в прилож. 7, табл. 1-3, суммировать соответствующие затраты. Соответствующие расценки, актуальные на момент написания пособия, приведены в приложении.

Суммарная заработная плата, тыс. р., определяется по формуле

$$\sum Z_{пл} = \sum Q \cdot C_1 \cdot K_m, *500 \quad (18)$$

где Q – суммарная трудоемкость бетонных работ в чел.-днях; (см. табл. 12, «Ведомость затрат труда и машинного времени»); C_1 – тарифная ставка рабочего первого разряда, руб./ч.-час; K_T – средний тарифный коэффициент, определяемый для монтажного звена по ЕНиР и тарифной сетке из общей части ЕНиР (см. табл. 11).

Тарифный коэффициент по бригаде определяется путем деления суммы тарифных коэффициентов, соответствующих разрядам всех членов бригады, на число человек в бригаде.

Таблица 11

**Тарифные разрядные сетки сметно-нормативных баз
в строительстве**

Показатели нормативных баз		Квалификационные разряды					
		I	II	III	IV	V	VI
2000 г. (ФЕР-2001)	Тарифные ставки (руб./ч.-час)	7,19	7,8	8,53	9,63	11,09	12,91
	Тарифные коэффициенты	1,000	1,085	1,186	1,339	1,542	1,796

4.12. Технология выполнения работ по устройству монолитных перекрытий

С помощью башенного крана устанавливают опалубку, арматуру, закладные детали и пустотообразователи для проводки, а также инвентарные фиксаторы для выдерживания необходимой толщины защитного слоя арматуры. Для выверки верхней отметки бетонизируемого перекрытия устанавливают пространственные фиксаторы или применяют съемные маячные рейки, верх которых должен соответствовать уровню поверхности бетона.

Подача бетонной смеси в конструкцию перекрытия производится в бункерах с помощью башенного крана или с помощью бетононасоса. Бетонную смесь укладывают горизонтально, слоями, шириной 1,5 – 2 м одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Укладка следующего слоя бетонной смеси допускается после того, как в ранее уложенной бетонной смеси закончится процесс схватывания и бетон приобретает прочность не менее 1,2 МПа, примерно через 24-36 ч после укладки бетона.

При бетонировании конструкции неизбежны технологические перерывы. В этих случаях устраивают рабочие швы. Они исключают перемещения стыкуемых поверхностей относительно друг друга и не снижают несущей способности конструкций. При бетонировании плоских плит перекрытия рабочие швы устраивают в любом месте по оси стены. Возобновление бетонирования в месте устройства ра-

бочего шва допускается производить при достижении бетоном прочности не менее 1,5 МПа и удаления цементной пленки с поверхности шва механической щеткой с последующей поливкой водой.

Выдерживание бетона и уход за ним во время набора прочности в начальный период его твердения должны обеспечивать:

- поддержание температурно-влажностного режима, необходимого для нарастания прочности бетона заданными темпами;
- предотвращение значительных температурно-усадочных деформаций и образования трещин;
- предохранение твердеющего бетона от ударов, сотрясений и других воздействий, ухудшающих качество бетона в конструкции.

Свежеуложенный бетон поддерживается во влажном состоянии путем периодических поливок и предохранения летом от солнечных лучей, а зимой от мороза защитными покрытиями. При температуре воздуха ниже 5 °С полив не производится.

Свежеуложенный бетон не должен подвергаться действию нагрузок и сотрясений. Движение людей по забетонированным конструкциям, а также установка на этих конструкциях лесов и опалубки допускается только по достижении бетоном прочности не менее 1,5 МПа. Движение автотранспорта и бетоноукладочных машин по забетонированным конструкциям разрешается только после достижения бетоном прочности не менее 1,2 МПа.

Распалубка конструкций производится при достижении бетоном заданной прочности и является одной из важных и трудоемких

операций. Элементы опалубки, воспринимающие вес бетона, распалубливаются при достижении бетоном 50-70 % проектной прочности, а для некоторых конструкций 100 %.

Распалубка конструкций производится в определенной последовательности. В многоэтажных зданиях распалубка ведется поэтажно, а в пределах этажа отдельные конструкции распалубливаются в разные сроки. При демонтаже стойки опалубки нижележащего перекрытия (1-го этажа) оставляются все, если над ним производится бетонирование вышележащего перекрытия (2-го этажа). Стойки безопасности должны располагаться на расстоянии не более 3 м от опор и друг от друга. Распалубка боковых поверхностей бетонных конструкций допускается после достижения бетоном прочности (через 1...6 дней в зависимости от марки бетона), обеспечивающей сохранность их углов и кромок. Опалубка удаляется полностью, если бетон в нижележащих перекрытиях достиг проектной прочности.

Распалубка конструкций должна производиться без ударов и толчков. Чтобы не повредить щиты опалубки при отрывании от бетона, пользуются разного вида ломиками. Отрывать щиты от бетона с помощью кранов и лебедок не разрешается.

После снятия опалубки мелкие раковины на поверхности бетона расчищаются проволочными щетками, промываются струей воды под напором и затираются цементным раствором состава 1:2.

4.13. Разработка календарного графика производства бетонных работ

График производства работ (календарный план), являясь численно-графической моделью комплексного технологического процесса, в наглядной форме отражает продолжительность, очередность и взаимную увязку во времени и пространстве основных и вспомогательных работ по возведению многоэтажного здания из монолитного бетона и железобетона.

Комплексный процесс устройства конструкций здания из монолитного железобетона состоит из технологически связанных и последовательно выполняемых простых процессов: установки опалубки и лесов; монтажа арматуры и закладных деталей; укладки и уплотнения бетонной смеси; выдерживания и ухода за бетоном; распалубки.

Время, необходимое для набора бетоном распалубочной прочности (выдерживание), входит в общий технологический цикл.

Состав простых процессов, их трудоемкость и очередность выполнения зависят от вида и специфики возводимых монолитных конструкций, применяемых механизмов и типов опалубки, технологических и местных особенностей производства работ.

График производства работ составляется на основе калькуляции (табл. 9), которая разрабатывается в следующей последовательности:

- составляется перечень (последовательность выполнения работ) или наименование работ (формулировка наименования работ должна соответствовать наименованию соответствующей работы по ЕНиР);

- подсчитываются объемы работ: объем строительно–монтажных работ определяется по рабочим чертежам объекта в единицах измерения, принятых в ЕНиР (см., табл. 3).

- определяется трудоемкость по отдельным видам работ и потребное количество машин по формуле:

$$Q = H_{\text{вр.}} \cdot \frac{V}{8,2}, \quad (19)$$

где Q – трудоемкость, чел.-дн.; $H_{\text{вр.}}$ – норма времени на единицу измерения по ЕНиР, чел.-ч.; V – объем, м³; 8,2 – продолжительность смены при 5-ти дневной рабочей неделе.

- заработная плата рабочих (руб) определяется на основе принимаемых по ЕНиР расценок:

$$З/пл = VP, \quad (20)$$

где V – объем работ, м³; P – расценка, руб.

Полученные данные заносятся в табл. 12 «Ведомость затрат труда и машинного времени» на основании данных которой разрабатывается календарный план производства работ (табл. 12).

Таблица 12

Ведомость затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование работ	Объем		§ ЕНиР, табл., пункт	Норма времени		Трудоемкость (затраты труда)		Состав звеньев рабочих по ЕНиР			Расценка, р.	Сумма заработной платы, р.
		Единица измерения	Количество		Чел.-ч	маш.-ч.	Чел.-ч	маш.-см.	Профессия	Разряд	Количество		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Таблица 13

Календарный план производства бетонных работ

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Трудоемкость		Принятые машины		Состав бригад			Кол-во смен в сутки	Продолжительность работы в днях	Год, месяцы. Рабочие дни			
		Ед. измерения	Кол-во	Чел.-см	Маш.-см	Марка	Количество	Кол-во	профессия	разряд			4	5	6	7
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			

Определяется продолжительность работы:

$$T = \frac{Q}{NA}, \quad (21)$$

где T – продолжительность выполнения работ, смены; Q – трудоемкость в чел.–см.; A – количество смен в сутки; N – состав исполнителей или состав звена, или бригады в смену, (чел) по ЕНиР.

Затем строится график движения рабочих в целом по объекту при условии равномерной и бесперебойной загрузки рабочих.

Если строительство соответствует поточному, то график движения рабочих должен удовлетворять равенству:

$$K \leq \frac{R_{max}}{R_{cp}}, \quad (22)$$

где K – коэффициент равномерности движения рабочих и должен быть при промышленном строительстве – $\leq 1,5$; в гражданском – $\leq 2,0$; R_{max} – максимальное количество рабочих на объекте; R_{cp} – среднее количество рабочих на объекте на всем протяжении строительства.

В случае, если коэффициент равномерности движения рабочих превышает, представленные выше значения, то возникает необходимость оптимизации графика.

Оптимизация графика заключается в изменении продолжительности отдельных видов работ, варьировании сменности их выполнения и количества работающих одновременно звеньев. При построении графика производства работ и его оптимизации следует добиваться постоянной и равномерной загруженности рабочих специализированных звеньев или комплексной бригады, в которой предусматривается совмещение профессий.

График составляют из условий восьмичасового рабочего дня с использованием машин и механизмов не менее, чем в две смены.

При построении графика необходимо учитывать время технологических перерывов, связанных с набором прочности бетоном до распалубки и последующего нагружения.

На основе принятых в окончательном варианте графика решений по составу и количеству звеньев и сменности работы, исходя из трудоемкости отдельных процессов, принятого ритма потока определяется необходимая численность рабочих и комплектуется комплексная бригада. Машинисты кранов, бетононасосов, бетоноукладчиков входят в состав бригады.

Возможны варианты с объединением потоков. Так, часто в одном потоке устанавливают опалубку и сразу монтируют в нее арматуру. Возможно и разъединение их, когда в самостоятельные потоки выделяют бетонирование стен и перекрытий и связанные с этим процессы.

При проектировании производства работ следует, по возможности, предусматривать выполнение процессов бетонирования и монтажа конструкций в первую смену.

Число рабочих в звеньях следует определять по специальностям, в соответствии с ЕНиР и данные заносятся в табл. 14.

Таблица 14

Состав комплексной бригады

Профессия	Разряд	Кол-во рабочих	Выполняемая работа

4.14. Техничко-экономические показатели производства бетонных работ

Техничко-экономические показатели, отражающие эффективность применяемых технологий производства работ, являются объективным количественным критерием по устройству монолитных конструкций многоэтажного здания, значения которых заносятся в табл. 15.

Таблица 15

Техничко-экономические показатели устройства монолитных конструкций многоэтажного здания

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей
Общий объем монолитного бетона (железобетона)	м ³	
Проектируемая продолжительность строительства	раб. дн	
Общая трудоемкость работ	чел.-дн.	
Трудоемкость в расчете на 1 м ³ монолитного бетона	чел.-дн./ м ³	
Выработка одного рабочего в смену	м ³ /чел.-дн.	
Затраты ручного труда на 1 м ³ монолитного железобетона	чел.- дн./м ³	
Затраты машинного времени на 1 м ³ монолитного железобетона	маш- см./м ³	
Заработная плата в расчете на 1 м ³ монолитного бетона	руб/м ³	
Себестоимость производства работ	руб.	

Продолжительность устройства монолитных конструкций многоэтажного здания определяется по графику производства работ.

Общая трудоемкость работ (чел.-дн.) определяется с учетом трудозатрат машинистов основных машин:

$$\sum T = \sum T_p + \sum T_m, \quad (23)$$

где $\sum T_p$ – общая трудоемкость работ, выполняемых основными рабочими; $\sum T_m$ – общие трудозатраты машинистов, обслуживающих основные машины:

Трудоемкость в расчете на 1 м^3 монолитного бетона (железобетона) (чел.-дн./ м^3) определяется по формуле:

$$\sum T = \frac{\sum T}{V}, \quad (24)$$

Выработка на одного рабочего в смену ($\text{м}^3/\text{чел.-дн.}$) определяется:

$$V_p = V / \sum T, \quad (25)$$

Затраты ручного труда на 1 м^3 монолитного железобетона (чел.- дн./ м^3)

$$T_p = \frac{\sum T_p}{V}, \quad (26)$$

Затраты машинного времени на 1 м^3 монолитного железобетона (маш- см./ м^3):

$$T_{\text{маш}} = \sum T_{\text{маш}} / V, \quad (27)$$

Заработная плата на 1 м^3 монолитного бетона (руб/ м^3) определяется по формуле:

$$\text{Зар.пл.} = \frac{\Sigma \text{З.пл.}_{\text{раб}} + \text{З.пл.}_{\text{маш}}}{V}, \quad (28)$$

где $\Sigma \text{З.пл.}_{\text{раб}}$ – заработная плата рабочих в руб. * 500; $\Sigma \text{З.пл.}_{\text{маш}}$ – заработная плата машинистов (в руб.) * 500, обслуживающих основные машины, определяется из выражений:

Себестоимость производства бетонных работ (С) определяется следующим образом:

$$C = C_1 k_1 + \text{З.пл.} \cdot k_2 + C_2, \quad (29)$$

где C_1 – стоимость эксплуатации машин, руб.; $k_1=1,08$ – коэффициент накладных расходов на эксплуатацию машин; З.пл. — заработная плата рабочих (не включая машинистов строительных машин), руб.; $k_2=1,5$ – коэффициент накладных расходов на зарплату; C_2 – стоимость вспомогательных устройств, необходимых для производства работ.

4.15. Требования к качеству и приемке работ по возведению многоэтажного зданий из монолитного бетона и железобетона

Раздел содержит указания по осуществлению контроля и оценке качества работ в соответствии с требованиями действующих нормативных источников и рабочих чертежей (см. раздел 2).

Перечень рабочих процессов и операций, подлежащих контролю, средства и методы контроля операций и процессов сводятся в табл. 16.

Таблица 16

Контроль качества работ

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Периодичность контроля	Ответственный за контроль	Технический критерий
1	2	3	4	5	6

4.16. Техника безопасности производства работ по возведению многоэтажного зданий из монолитного бетона и железобетона

Мероприятия по технике безопасности производства бетонных работ (опалубочных, арматурных и бетонных) при возведении монолитных и сборно-монолитных зданий разрабатывают на основе требований СНиП «Техника безопасности в строительстве». Безопасность работ обеспечивается правильной организацией труда, исправностью инструментов и механизмов, надежностью лесов и подмостей и обязательным выполнением требований безопасности действующих норм и правил.

Транспортные средств должны быть оборудованы конструкциями и тарой (захваты, бункеры, поддоны и т. п.) исключающими возможность их самопроизвольного опрокидывания или раскрытия во время подъема и перемещения.

Леса и подмости следует устанавливать в соответствии с требованиями к их прочности, устойчивости и наличия надежных ограждений.

Настилы лесов, подмостей и стремянок ограждаются перилами высотой не ниже 1 м с бортовой доской высотой не менее 18 см. Перила и бортовую доску располагают с внутренней стороны. Проходы запрещается загромождать.

Разборка лесов после окончания работ ведется последовательно сверху вниз по ярусам.

В местах, над которыми происходит перемещение грузов подъемными сооружениями, устанавливаются границы опасных зон по действию опасных факторов и принимаются в соответствие нормами (табл. 17).

Границы опасных зон в местах перемещения грузов подъемными сооружениями, а также вблизи строящегося здания принимаются от крайней точки горизонтальной проекции наружного наибольшего габарита перемещаемого (падающего) предмета или стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого груза и минимального расстояния отлета груза при его падении согласно.

Таблица 17

Границы опасных зон

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета перемещаемого (падающего) предмета, м	
	перемещаемого краном груза в случае его падения	предметов в случае их падения со здания
До 10	4	3,5
« 20	7	5
« 70	10	7
« 120	15	10
« 200	20	15
« 300	25	20

« 450	30	25
Примечание: При промежуточных значениях высоты возможного падения грузов (предметов) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции		

При горизонтальном перемещении конструкции она должна быть поднята выше встречающихся на пути препятствий на 0,5 м.

При ветре 10–12 м/с работы с применением крана запрещаются; необходимо установить стопорные устройства, препятствующие самопроизвольному движению крана.

4.17. Оформление курсового проекта

Последовательность выполнения основных технологических процессов и рабочих операций, выполняемых при устройстве монолитных конструкций многоэтажного здания (опалубочных, арматурных и бетонных работ) необходимо отразить в пояснительной записке и в графической части курсового проекта или выпускной квалификационной работы.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать необходимые обоснования принятых решений, расчеты и пояснения по производству работ. Содержание пояснительной записки:

- краткая характеристика объекта, исходные данные по заданию;
- подсчет объемов работ;
- обоснование и выбор монтажной оснастки, приспособлений и инструментов, необходимых для выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ;

- расчет требуемых характеристик основных и вспомогательных машин (кранов, бетононасосов, автобетоновозов и др.), выбор и сравнение вариантов производства работ;
- последовательность и состав технологических процессов и рабочих операций (строповка арматурных заготовок (сеток, каркасов), их установка, выверка, электросварка стыков, обеспечение защитного слоя и контроль качества);
- обоснование последовательности укладки бетонной смеси в пределах захватки;
- основные и вспомогательные машины, приспособления и инструменты, применяемые для укладки и уплотнения бетонной смеси;
- технологический процесс бетонирования с описанием рабочих операций по приему бетонной смеси, укладке, уплотнению и его выдерживанию (уходу);
- очередность распалубки, т. е. разборки креплений и демонтажа отдельных опалубочных элементов (прогонов, стоек, щитов, панелей и пр.);
- операции по очистке и смазке опалубочных щитов (панелей).
- определение трудоемкости и продолжительности монтажных работ;
- разработка календарного плана производства монтажных работ;
- расчет состава бригад и звеньев;
- мероприятия по безопасному ведению работ.

В графической части необходимо показать:

- схему возводимого здания, с указанием направления развития работ по устройству монолитных конструкций по захваткам, движения крана и оборудования по подаче арматуры, укладке бетонной смеси, уплотнению с привязкой проходов к осям здания, указанием мест его стоянок в масштабе 1:200; 1:500;
- схемы производства опалубочных, арматурных и бетонных работ с указанием последовательности и направления их выполнения на отдельных захватках (план);
- схемы монтажа опалубочных щитов (панелей), арматурных сеток и каркасов, подачи бетонной смеси в бадьях (бункерах) или бетононасосами с привязкой монтажного крана и других машин (бетононасосов, автобетоновозов и пр.) к осям здания (план, разрез) с отражением мероприятий безопасного производства работ;
- размещение основных и вспомогательных машин (кранов, бетононасосов, автобетоновозов и др.), зон действия, рабочих стоянок;
- календарный план.

Технологические схемы должны быть показаны в графической части с привязкой к основным осям, как на плане, так и на разрезах возводимого здания.

Графическая часть проекта оформляется на листах формата А1.

Глава 5. Контрольные вопросы для проверки знаний

1. Состав комплексного процесса бетонных и железобетонных конструкций.

2. Распалубка междуэтажных монолитных перекрытий.

3. Входной контроль качества бетонных работ.

4. Операционный (технологический) контроль качества бетонных работ.

5. С каким интервалом по высоте устраиваются настилы с ограждениями при сборке арматуры колонн и других высоких вертикальных конструкций?

6. Основные виды современных опалубочных систем, применяемых в монолитном домостроении.

7. Какой процесс является ведущим при возведении монолитных железобетонных конструкций?

8. Требования, предъявляемые к опалубке.

9. Технология возведения монолитных зданий в крупнощитовой опалубке.

10. Из каких элементов состоит опалубочная система для устройства монолитных железобетонных балок?

11. Типы опалубок, используемые при возведении зданий из монолитного бетона и железобетона.

12. Основные конструктивные системы зданий из монолитного железобетона.

13. Технология возведения многоэтажных зданий с использованием объемно-переставной опалубки.

14. Для чего необходим защитный слой в железобетонных конструкциях?

15. Из каких элементов состоит опалубка?
16. Комплексный процесс возведения монолитных железобетонных конструкций зданий и сооружений.
17. Техничко-экономических показатели строительства малоэтажных монолитных домов.
18. Типы вибраторов.

Рекомендуемая литература

1. Юдина А.Ф. Технологические процессы в строительстве /Юдина А.Ф., Верстов В.В., Бадьин Г.М. – М.: Издательский центр «Академия», 2-е изд., стер. 2014. -304 с.

2. Юдина А.Ф. Строительство жилых и общественных зданий и сооружений /Юдина А.Ф. - 5-е изд., испр., - М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 384 с.

3. Строительное производство: основные термины и определения: Учебное пособие /Г.М. Бадьин, В.В. Верстов, В.Д. Лихачев, А.Ф. Юдина. – М.: Изд-во АСВ; - СПб.: СПбГАСУ, 2011. – 324 с.

4. Юдина А.Ф. Монолитное домостроение: Учебное пособие /А.Ф. Юдина, Е.А. Кобелев. – СПб.: СПбГАСУ, 2018. -

5. Поляков В. И. Машины грузоподъемные для строительномонтажных работ: Справочное пособие по строительным машинам /Поляков В. И., Полосин М. Д. – М.: Стройиздат, 1993. – 244 с.

7. Могилевский Я.Г. Машины и оборудование для бетонных и железобетонных работ / Я.Г. Могилевский, И.Г. Совалов, А.Л. Копелович; Под общ. ред. М.Д. Полосина, В.И. Полякова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1993. – 199 с.

8. Комиссаров С.В. Опалубочные системы для монолитного домостроения / Комиссаров С.В., Ремейко О.А. Практическое пособие. – М.: МГСУ, 2000 г.

9. Топчий В.Д. Бетонные и железобетонные работы: Справочник строителя / В.Д. Топчий, К.И. Башлай, П.И. Евдокимов и др. / Под ред. В.Д. Топчия. – М.: Стройиздат, 1987 г.

10. ЕНиР. Общая часть /Госстрой СССР.-М.: Прейскурантиздат, 1987. – 38 с.

11. ЕНиР. Сборник Е1. Внутрипостроечные транспортные работы / Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 48 с.

12. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – 64 с.

13. СНиП 12-04–2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. Строительное производство – М.: Госстрой СССР, 2002.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные для выбора задания

вари-ант	шифр	вари-ант	шифр	вари-ант	шифр
01	1 1 1 1 1 1	35	3 2 3 1 1 6	69	3 2 4 2 1 4
02	1 2 2 2 2 2	36	2 3 2 2 3 5	70	1 3 5 2 2 5
03	1 2 3 4 3 5	37	1 2 4 2 2 1	71	4 1 7 1 2 8
04	4 2 4 2 2 6	38	4 4 6 2 1 3	72	2 4 3 2 1 7
05	1 1 5 1 3 7	39	3 1 3 1 2 3	73	3 2 8 2 3 3
06	1 2 6 1 2 8	40	2 1 4 1 3 4	74	1 1 4 1 3 5
07	4 3 7 2 2 9	41	1 3 5 1 1 5	75	3 3 5 1 2 5
08	2 3 3 1 1 6	42	3 2 6 2 3 6	76	4 2 8 1 3 9
09	2 3 1 1 2 6	43	2 4 7 2 2 7	77	2 4 5 2 3 6
10	3 4 3 1 3 8	44	3 2 1 2 1 9	78	1 1 5 2 2 6
11	2 4 3 2 1 3	45	3 1 3 1 3 1	79	2 2 3 2 1 8
12	3 4 4 2 2 4	46	3 1 5 1 2 8	80	4 3 6 1 2 7
13	3 2 5 2 3 5	47	4 2 7 1 1 8	81	3 1 2 2 2 7
14	4 2 6 1 1 6	48	3 2 1 1 1 5	82	2 7 5 2 2 6
15	2 2 7 1 2 7	49	1 3 8 1 2 2	83	3 1 8 2 3 2
16	3 3 8 1 3 8	50	2 2 5 1 3 7	84	1 2 5 1 1 5
17	1 2 4 2 1 9	51	1 1 7 2 1 6	85	2 3 6 1 2 7
18	4 2 1 2 2 2	52	2 4 1 2 2 2	86	1 2 8 1 3 5
19	3 4 3 2 3 1	53	4 2 5 2 3 5	87	2 1 7 1 3 7
20	1 4 5 1 1 1	54	3 1 4 2 3 4	88	4 4 2 1 2 3
21	1 1 5 1 2 1	55	2 5 6 2 2 6	89	1 2 2 1 1 5
22	1 1 6 1 3 1	56	3 4 7 2 1 7	90	3 2 3 1 3 6
23	4 2 7 1 3 1	57	1 1 8 1 1 8	91	2 3 4 2 3 8
24	1 3 8 2 1 1	58	2 2 6 1 2 9	92	1 4 6 2 3 6
25	2 2 2 2 2 2	59	3 3 5 1 3 2	93	2 2 7 2 2 7
26	2 1 2 2 3 1	60	4 2 5 1 3 2	94	3 1 5 2 1 7
27	3 2 4 1 1 2	61	3 4 8 1 2 6	95	4 3 3 2 3 9
28	4 2 2 1 2 6	62	1 1 6 1 1 6	96	2 1 8 1 3 4
29	2 1 5 1 3 7	63	2 3 1 2 1 8	97	2 4 5 2 2 6
30	3 2 5 2 1 5	64	3 2 3 2 3 2	98	2 1 2 2 1 2
31	3 1 4 1 2 6	65	4 4 4 1 1 2	99	4 2 3 1 2 3
32	1 2 6 2 3 9	66	2 2 7 1 2 8	00	3 3 8 2 3 4
33	3 1 5 1 3 2	67	3 3 3 2 2 9		
34	2 1 1 1 2 4	68	2 2 8 2 1 9		

Исходные данные

№ п/п шифра	Наименование	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Этажность, шт.	9	12	16	20	25	-	-	-	-
2	Высота этажа, м	2,7	3,0	3,3	3,6	-	-	-	-	-
3	Секция	1	2	3	4	5	6	7	8	-
4	Конструктивная схема здания	Сборно-монолитный	Монолитный	-	-	-	-	-	-	-
5	Схема этажа здания	1	2	3	4	-	-	-	-	-
6	Район строительства	Санкт-Петербург	Москва	Чита	Нижний Новгород	Сочи	Оренбург	Магадан	Владивосток	Мурманск

Планы типовых секций многоэтажных зданий



План секции 1



План секции 2



План секции 3



План секции 4



План секции 5



План секции 6


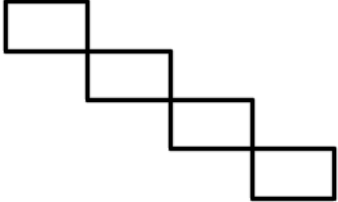

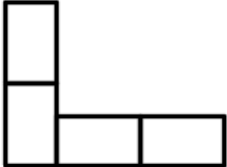


План секции 7



План секции 8

**Схемы расположения секций многосекционных жилых зданий
на плане**

Номер	Схема
1	
2	
3	
4	

Характеристики башенных кранов

Марка крана	Макс. вылет крюка, м	Макс. высота подъема крюка, м	Грузоподъемность при макс. вылете крюка, т	Способ установки	Ширина колеи рельсового пути, м
КБМ-401П	40	68,4	2,2	Рельсовый путь	6
КБ-403А	30	57,5	3,5	То же	6
КБ-405-1А	25	57,8	7,5	То же	6
КБ-405-2А	25	63,5	6,3	То же	6
КБ-404-2А.РК	30	70	4,5	То же	6
КБ-406.МА	25	21,62	7	То же	6
КБ-408.21	40	72,7	3	То же	7,5
КБ-408	30	60,5	3,5	То же	6
КБ-515	50	95,2	3	То же	7,5
КБСМ-503Б	50	90,2	2,5	То же	7,5
КБ-674	50,5	83	5,6	То же	7,5

Технологические параметры, определяющие привязку башенных кранов на рельсовом ходу

Марка крана	Размер колеи (К), мм	База крана (В _к), мм	Минимальное расстояние от выступающей части здания до оси рельса	Радиус поворотной части крана (R _{пов}), мм
КБ-160,2	6000	6000	1500	3800
КБ-405,2	6000	6000	1700	4000
КБ-404	6000	6000	1500	3800
КБ-674	7500	7500	2000	3800
КБ-405	6000	6000	1500	4200
КБ-504	7500	6000	2000	5500
КБ-674	7500	7500	2450	4000

Технико-экономические показатели башенных кранов

Таблица 1

Перечень затрат, формирующих стоимость работы башенных кранов

№	Наименование затрат, работ	Ед. изм.	Применение затрат для различных типов башенных кранов	
			На рельсовом ходу	Приставных
1.	Перевозка крана на объект с согласованием маршрута, оформлением необходимых документов	1 кран	+	+
2.	Монтаж крана с применением автокрана г/п 80-100 т	1 кран	+	+
3.	Демонтаж крана	1 кран	+	+
4.	Вывоз крана с объекта на базу механизации	1 кран	+	+
5.	Перевозка и устройство подкрановых путей	1 звено	+	-
6.	Демонтаж и перевозка подкрановых путей	1 звено	+	-
7.	Монтаж связей крана	1 компл.	-	+
8.	Демонтаж связей крана	1 компл.	-	+
9.	Предоставление связей крана в аренду	На весь срок работы крана	-	+
10.	Оплата работы машиниста крана	Компл. руб/мес	+	+
11.	Установка стрелы крана в наклонное положение при эксплуатации	—	+	+
12.	Эксплуатация крана. Предоставление крана в аренду	1 маш-час	+	+
13.	Устройство фундамента приставного крана на свайном фундаменте (погружение свай, устройство их сварных стыков, установка	1 фундамент	-	+

	анкерных болтов, бетонирование ростверка)			
14.	То же на плитном фундаменте и опорной раме (щебеночная подготовка, укладка плит ПАГ, выравнивание опорной рамы)	1 фунда-мент	-	+

Таблица 2

Исходные данные к расчету стоимости машино-смены работы башенного крана на рельсовом ходу (без НДС)

№	Наименование работ	Ед. изм.	Стоимость за 1 ед., р.
1	Перевозка и устройство подкрановых путей без стоимости щебня	1 звено	40 500
2	Перевозка башенного крана на объект с согласованием маршрута, оформлением необходимых документов	1 кран	176 200
3	Монтаж крана с мощностью автокрана г/п 80-100 т	1 кран	195 000
4	Установка стрелы крана в наклонное положение при эксплуатации	–	31 500
5	Эксплуатация крана типа КБ-503 (аренда) без стоимости электроэнергии	1 час	1 200
6	То же типа КБ-405	1 час	1 000
7	Перевозка башенного крана на базу с согласованием маршрута, оформлением необходимых документов	1 кран	176 200
8	Демонтаж и перевозка подкрановых путей	1 звено	30 400
9	Демонтаж крана	1 кран	180 500
10	Работа машиниста крана	1 час	350

Таблица 3

Исходные данные к расчету стоимости машино-смены работы
приставного башенного крана (без НДС)

№	Наименование работ	Ед. изм.	Стоимость за 1 ед., р.
1	Перевозка крана на объект с согласованием маршрута, оформлением необходимых документов	1 кран	100 000
2	Монтаж крана с мощностью автокрана гп. 80-100 т	1 кран	160 000
3	Предоставление крана в аренду (грузоподъемность 8 т для крана типа 132ЕС-118)	1 мес.	400 000
4	То же 5 т (кран типа СТТ-91-5)	1 мес.	245 000
5	Работа машиниста крана	1 час	350
6	Перевозка башенного крана на базу с согласованием маршрута, оформлением необходимых документов	1 кран	100 000
7	Демонтаж крана	1 кран	160 000
8	Монтаж связей крана	1 компл.	35 000
9	Предоставление связей крана в аренду	на весь срок работы крана	120 000
10	Демонтаж связей крана	1 комплект	31 000
11	Устройство фундамента крана на опорной подушке из плит ПАГ	1 кран	155 000
12	Его демонтаж	То же	20 000
13	Устройство свайного фундамента крана	-	-
13.1	Забивка свай марки С190.35 – 4 шт. с устройством их сварного стыка	1 фундамент	41 000
13.2	Стоимость свай С190.35 – 4 шт	1 фундамент	109 600
13.3	Устройство монолитной плиты ростверка	То же	16 200

13.4	Устройство анкерного крепления крана в фундаменте	1 кран	150 000
------	---	--------	---------

Примечание: при выполнении работ в стесненных условиях стоимость работ рассчитывается с повышающим коэффициентом 1,1-1,25.

Таблица 4

Технико-экономические параметры башенных кранов

Марка крана	Грузоподъемность Q , т	Ширина колеи a , м	Вылет стрелы при $\max - \min$ грузоподъемности L_k , м	Высота подъема крюка H_k при \max грузоподъемности, м	Нормативное время работы крана в году T_o , ч	Инвентарная расчетная стоимость крана $C_{и.р.}$, руб.	Себестоимость маш.-см
Передвижные краны							
КБ-402А	2...3	6	25...13	66,5	3075	31 000	25,98
КБ-160.2	4,5...8	6	30...16,5	57,5	3075	43 000	25,99
КБ-100.0А	5...5	4,5	20...25	33	2750	18 500	18,78
КБ-100.2	5...5	4,5	20...25	44	2750	29 300	18,78
КБ-100.3	4...8	4,5	25...25	48	2750	24 000	18,78
КБ-308	3,2...8	6	25...12,5	42	3075	24 300	18,78
КБ-160.2	5...8	6	25...15	60,6	3075	33 000	23,45
КБ-401.Б	5...8	6	25...15	60,5	3075	36 200	23,86
КБ-160.4	4...8	6	25...13	66,5	3075	31 000	26,24

МСК-10-20	7...10	6,5	25...20	51	3075	35 000	28,29
КБ-405.2	6,3...9	6	25...18	63,4	3075	41 700	25,26
КБ-503	7,5...10	7,5	35...28	67,5	3075	42 300	28,86
Приставные краны							
КБ-675-0	5,6...12,5	-	50...25,6	114	3075	109 700	36,82
КБ-676-2	5,6...12,5	-	50...25,6	120	3075	110 000	37,39
КБ-676-3	8,3...12,5	-	35...25,6	120	3075	112 000	37,80

Приложение 8

СМЕННАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БЕТОНУКЛАДОЧНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Машины и механизмы	Производительность P_c , м ³ /смен
Вибропитатели с виброжелобами	30,0
Башенные краны грузоподъемностью 5 т	55,0
Стреловые краны грузоподъемностью 15 т	75,0
Бетонукладчики	100,0
Транспортеры	50,0–70,0
Бетононасосы производительностью 20 м ³ /ч	70,0–120,0
Бетононасосы производительностью 40 м ³ /ч	160,0–250,0

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНОНАСОСНЫХ
УСТАНОВОК С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

Показатель	СБ-161	СБ-85	СБ-95	С-296А
Производительность, м ³ /ч	5–60	25	25	10
Дальность подачи, м:				
по вертикали	70	50	50	40
по горизонтали	350	350	350	250
Внутренний диаметр бетоновода, мм	150	207	207	150
Вместимость приемного бункера, м ³	0,6	0,55	0,55	0,45
Мощность двигателя, кВт	100,0	57,7	57,7	16,8
Масса (без бетоновода), кг	5500	6500	11300	2850

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
АВТОБЕТОНОНАСОСОВ**

Показатель	Автобетононасосы	
	СБ-126Б (СБ-126Б-1)	СБ-170-1 (СБ-170-1А)
Наибольшая подача бетонной смеси на выходе из распределительного устройства, м ³ /ч	65	65
Наибольшее давление нагнетания бетонной смеси, МПа	6	32
Тип качающего узла	Поршневой	Поршневой
Количество секций стрелы	3	3
Наибольшая высота подачи бетонной смеси со стрелы, м	21	22
Наибольшая дальность подачи бетонной смеси со стрелы, м	18	18(21,5)
Наибольшая глубина подачи бетонной смеси со стрелы, м	9	9(10)
Размеры машины в транспортном положении, м:		
длина	10	10(11)
ширина	2,5	2,5
высота	3,8	3,8
Масса автобетононасоса в транспортном положении, т	17(19,1)	16,5(18,5)
Высота загрузки, м	1,4	1,45
Базовый автомобиль	КамАЗ-53213	КамАЗ-53213

**АВТОТРАНСПОРТНЫЕ
СРЕДСТВА ПЕРЕВОЗКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ**

Таблица 1

Автобетоносмесители

Показатели	СБ-69Б	СБ-92-1А	СБ-159	СБ-127	СБ-130	АМ-9НА
Базовый автомобиль	МАЗ-503	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КамАЗ-5412	КрАЗ-258
Вместимость смесительного барабана по готовому замесу, м ³	2,5	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0
Габаритные размеры, мм:						
длина	6630	7280	7380	7380	11 200	11 870
ширина	2630	2500	2500	2500	2500	2630
высота	3420	3350	3520	3480	3650	3800

Таблица 2

Автобетоновозы

Показатель	СБ-113	СБ-113М	СБ-124	СБ-128	АЗ-32
Модель автошасси	ЗИЛ-130Д	МАЗ-504Г	КамАЗ-5511	КрАЗ-6505	МАЗ-503А
Вместимость кузова, м ³	1,6	3,0	4,0	6,0	3,2
Габаритные размеры, мм:					
длина	5730	5850	6790	7985	6450
ширина	2500	2600	2880	2500	2500
высота	2675	2640	2880	3200	2755

Приложение 12

РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНЫЕ ОПАЛУБКИ

Таблица 1

Опалубка «Фрамакс» фирмы «Дока»

Размеры, м	Масса, кг	Размеры, м	Масса, кг	Размеры, м	Масса, кг
0,3×2,7	60	0,3×1,35	31,1	0,3×3,3	76,9
0,45×2,7	74	0,45×1,35	39,3	0,45×3,3	95,4
0,6×2,7	88,5	0,6×1,35	47,1	0,6×3,3	112,8
0,9×2,7	116,8	0,9×1,35	64,8	0,9×3,3	156,0
1,35×2,7	201,2	1,35×1,35	101,5	1,35×3,3	251,5
Универсальные элементы					
2,4×2,7	379,0	0,9×2,7	141,0	0,9×1,35	76,2
0,9×0,9	60,5	0,9×3,3	179,5	–	–

Таблица .2

Щиты алюминиевой опалубки «RINGER АЛЮМАСТЕР»

Размеры, м	Масса, кг	Размеры, м	Масса, кг
2,7×0,90	64	0,90×0,90	25
2,7×0,75	55	0,90×0,75	22
2,7×0,60	47	0,90×0,60	18
2,7×0,55	44	0,90×0,55	17
2,7×0,50	41	0,90×0,50	16
2,7×0,45	38	0,90×0,45	15
2,7×0,30	30	0,90×0,30	12
2,7×0,25	27	0,90×0,25	11
Универсальные элементы			
2,7×0,75	59	0,90×0,75	24

Таблица 3

Щиты опалубочной системы «Каплок»

Размер щита, мм	Масса, кг	Размер щита, мм	Масса, кг
2700×2400	328	1500×1200	82
2700×1200	150	1500×900	74
2700×900	116	1500×600	53
2700×600	87	1500×300	33

ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ

Диаметр стержней, мм	Масса 1 погонного метра, т
6	0,222
7	0,302
8	0,395
9	0,499
10	0,617
11	0,750
12	0,889
13	1,040
14	1,208
15	1,390
16	1,578
17	1,780
18	1,998
19	2,230
20	2,466
21	2,720

ПОКАЗАТЕЛИ НАРАСТАНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ТВЕРДЕНИЯ

Таблица 1

Относительная прочность бетона на портландцементе марок 400–500, в процентах к R_{28}

Средняя температура бетона, °С	Срок твердения бетона, сут						
	1	2	3	4	5	6	7
0	20	26	31	35	39	43	46
10	27	35	42	48	51	55	59
15	30	39	45	52	55	60	64
20	34	43	50	56	60	65	69
30	39	51	57	64	68	73	76
40	48	57	64	70	75	80	85

Таблица.2

Относительная прочность бетона на быстротвердеющем высокоактивном цементе в процентах к R_{28}

Средняя температура бетона, °С	Срок твердения бетона, сут						
	1	2	3	4	5	6	7
0	27	39	45	50	51	62	66
5	30	42	51	60	67	74	80
10	36	51	60	69	77	85	92
15	40	55	68	79	89	99	–
20	45	62	75	90	–	–	–
30	54	73	90	–	–	–	–

Примечание. Продолжительность технологических перерывов, вызванная твердением бетона, должна обеспечить при распалубливании не менее 30–50 % от проектной прочности бетона.

Пример оформления титульного листа



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»
(СПбГАСУ)

Кафедра Технологии строительного производства

КУРСОВАЯ РАБОТА / ПРОЕКТ
«Наименование работы или проекта»

ДИСЦИПЛИНА

«НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ»

Выполнил: студент группы _____
направление подготовки: 08.____.01 – «____» ,
профиль образовательной программы: «_____».

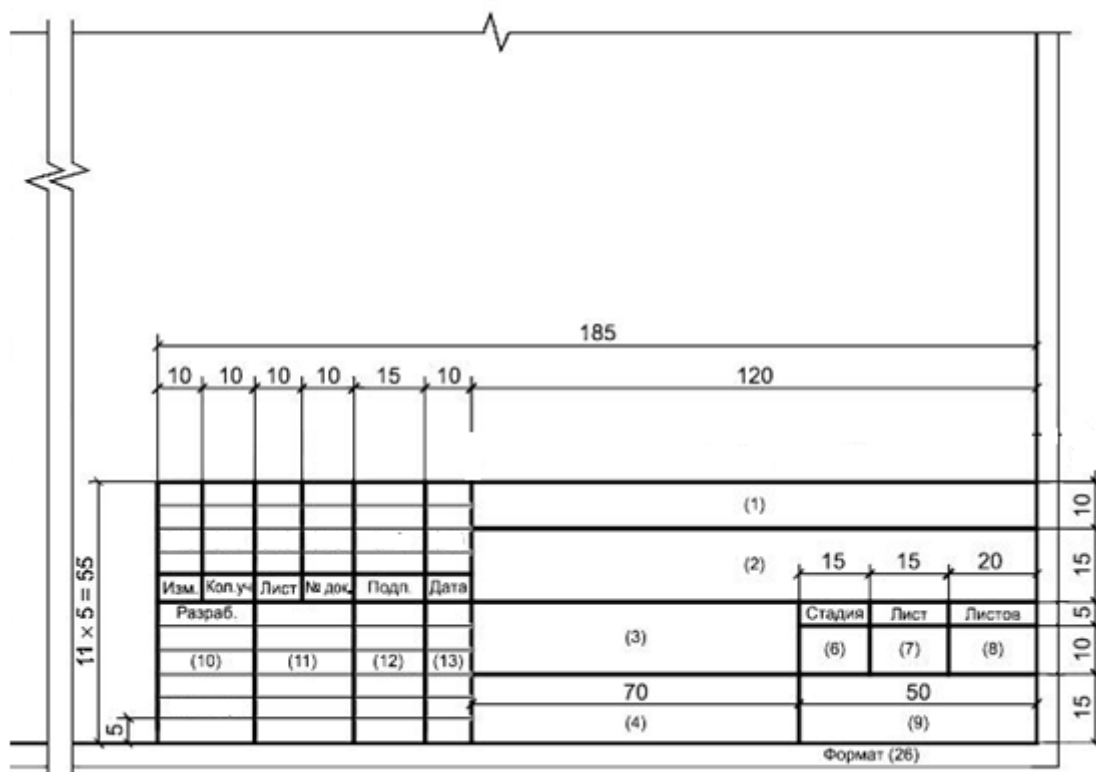
Курс _____, группа _____
_____/ФИО/

Проверил: _____ преподаватель
_____/ФИО/

/оценка

Санкт-Петербург
20__

Пример оформления штампа листа графической части



Обозначения с учетом рекомендаций ГОСТ Р21.1101-2013:

- в графе 1 – обозначение (шифр) листа: КР 38.00.00.000;
- в графе 2 – район или город строительства, задается студентом самостоятельно, например – г.Санкт-Петербург;
- в графе 3 – наименование здания: Строительство жилого здания;
- в графе 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе, в соответствии с их наименованием на чертеже, например план, разрез, примечания, условные обозначения и т.п.;
- в графе 6 – условное обозначение вида документации: КП (КР);
- в графе 7 – порядковый номер листа документа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;
- в графе 8 – общее количество листов документа. Графу заполняют только на первом листе;
- в графе 9 – наименование образовательной организации: СПбГАСУ;

- в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ студентом и преподавателем: «Разработал» и «Проверил»;
- в графах 11-13 – фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания.

Остальные графы допускается не заполнять.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. Основные термины и определения

Глава 2. Конструктивные системы зданий из монолитного бетона и железобетона

Глава 3. Общие сведения технологии возведения

многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона

3.1. Опалубочные системы, используемые при возведении многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона

3.2. Технология возведения многоэтажных зданий из монолитного бетона и железобетона

3.2.1. Технология возведения зданий из монолитного железобетона с применением разборно-переставных опалубок

3.2.2. Технология возведения многоэтажных зданий с использованием объемно-переставной (туннельной) опалубки

3.3. Контроль качества бетонных и железобетонных работ

3.4. Охрана труда и техника безопасности при выполнении бетонных и железобетонных работ

Глава 4. Курсовой проект «Возведение многоэтажных зданий из монолитного железобетона»

4.1. Состав и последовательность выполнения курсового проекта

4.2. Уточнение исходных данных

4.3. Подсчет объемов работ

4.4. Разбивка этажа (секции) на захватки

4.5. Выбор типа опалубки

4.6. Выбор комплекта машин и оборудования

для производства работ по установке опалубки, арматуры, подаче бетонной смеси, уплотнению и распалубке

4.7. Выбор технических средств для подачи и укладки бетонной смеси

4.8. Выбор технических средств для уплотнения бетонной

4.9. Выбор грузозахватных устройств

4.10. Выбор монтажных кранов

4.11. Техничко-экономическое сравнение различных вариантов комплекта машин и оборудования

4.12. Технология выполнения работ по устройству монолитных перекрытий

4.13. Разработка календарного графика производства бетонных работ

4.14. Техничко-экономические показатели производства бетонных работ

4.15. Требования к качеству и приемке работ по возведению многоэтажного зданий из монолитного бетона и железобетона

4.16. Техника безопасности производства работ по возведению многоэтажного зданий из монолитного бетона и железобетона

4.17. Оформление курсового проекта

Глава 5. Контрольные вопросы для проверки знаний

Рекомендуемая литература

Приложения

Приложение 1. Исходные данные для выбора шифра задания

Приложение 2. Планы типовых секций многоэтажных зданий

Приложение 3. Схемы расположения секций многосекционных жилых зданий на плане

Приложение 4. Конструктивные характеристики типового этажа секции

Приложение 5. Характеристики башенных кранов

Приложение 6. Технологические параметры, определяющие привязку башенных кранов на рельсовом ходу

Приложение 7. Техничко-экономические показатели работы башенных кранов

Приложение 8. Сменная производительность бетоноукладочных машин и механизмов

Приложение 9. Технические характеристики бетононасосных установок с гидравлическим приводом

Приложение 10. Технические характеристики автобетононасосов

Приложение 11. Автотранспортные средства для транспортировки бетонной смеси

Приложение 12. Разборно-переставные опалубки

Приложение 13. Характеристики стержневой арматуры

Приложение 14. Показатели нарастания прочности бетона в зависимости от сроков твердения

Приложение 15. Образец титульного листа

Приложение 16. Пример оформления штампа листа графической части

Учебное издание

Юдина Антонина Федоровна,
Хорошенькая Елена Владимировна
Животов Дмитрий Андреевич

**ВОЗВЕДЕНИЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ
ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Учебное пособие

Редактор
Корректор
Компьютерная верстка

Подписано к печати . Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. . Тираж 100 экз. Заказ , «С»

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская ул., д. 4

Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, ул. Егорова, д. 5/8, лит. А.