

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 01.09.2023 10:48:34  
Уникальный программный ключ:  
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
Чебоксарский институт (филиал)



**МОСКОВСКИЙ  
ПОЛИТЕХ**

Чебоксарский институт

Кафедра строительного производства

## **ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

**Методическое указание для выполнения РГР по дисциплине  
«Технология и организация возведения высотных и большепролетных  
зданий и сооружений» для специальности 08.05.01 Строительство  
уникальных зданий и сооружений, студентами очной форм обучения.**

Чебоксары 2023

**Технология и организация возведения высотных зданий из монолитного железобетона:**  
Методическое указание к выполнению РГР по дисциплине «Технология и организация возведения высотных и большепролетных зданий и сооружений» /Сост. И.В. Петрова. – Чебоксары: ЧИ (Ф) МПУ, 2023. 36 с.

Методическое указание соответствует государственным образовательным стандартам специальности 08.05.01. Строительство уникальных зданий и сооружений по специализации «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Изложена методика проектирования основных элементов проекта производства работ (ППР) на бетонные (железобетонные) работы при строительстве высотных зданий из монолитного железобетона. Рассмотрены: форма, состав и содержание ППР. Приведены иллюстрационные, расчетные и справочные материалы, облегчающие студентам принятие грамотных инженерных решений.

Методическое указание предназначено для студентов 4-5-го курса специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» очной формы обучения, изучающих дисциплины специализации «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и дипломников, разрабатывающих проектную документацию на возведение высотных зданий и сооружений. Оно может быть использовано в организациях, разрабатывающих проекты производства работ.

## ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения данной РГР является усвоение студентом ключевых положений технологии возведения высотных монолитных и сборно-монолитных зданий на основе требований Строительных Норм и Правил (СНиП), ряда других нормативных документов, а также разработка основных элементов проекта производства работ (ППР) на бетонные (железобетонные) работы.

Современная технология строительства монолитных зданий предусматривает три системы их возведения:

1. Стеновая – возводятся стены и гладкие перекрытия;
2. Каркасная – возводятся стены, колонны и балочные перекрытия;
3. Смешанная – возводятся стены, колонны и безбалочные перекрытия.

Согласно СП48.133330.2011 Организация строительства (актуализированная редакция СНиП12-01-2004), в состав ППР на выполнение отдельных видов работ входят:

– технологические карты производства работ по монтажу опалубки, установке арматуры, укладки бетонной смеси, выдерживанию бетона и схемы операционного контроля качества, данные о потребности в основных материалах, полуфабрикатах, конструкциях и изделиях, а также используемых машинах, приспособлениях и оснастке;

– календарный план производства работ;

– строительный генеральный план объекта;

– пояснительная записка с необходимыми расчетами, обоснованиями и технико-экономическими показателями.

В составе РГР разрабатываются в строгой последовательности все указанные выше разделы. Разделы, отражающие особенности возведения монолитных конструкций зданий и сооружений, описываются более подробно. Необходимые при выполнении проекта справочные материалы приводятся в технической и справочной литературе по строительству.

Основой для проектирования производства работ должны быть индустриальные методы их выполнения, комплексная механизация и поточность строительных процессов, применение новых технологий, конструкций и материалов.

## 1. Состав и последовательность выполнения РГР

РГР включает следующие основные разделы:

- анализ конструктивно-планировочного решения здания и определение объемов работ, осуществляемый по данным задания;
- выбор эффективных опалубочных систем с последующим составлением опалубочных чертежей для устройства конструктивных элементов, разработкой спецификаций на основные элементы опалубки и решением характерных узлов соединения опалубочных щитов, временного крепления и выверки опалубки;
- расчеты потребности в материальных и трудовых ресурсах;
- раздел организационно-технологического проектирования, включающий определение рациональной схемы разбивки типового этажа на захватки, технологии монтажа опалубочных систем, армирования, укладки и выдерживания бетона. На основании принятых решений и заданных сроков возведения здания устанавливается темп возведения типового этажа и численность бригады (звеньев) исполнителей работ, осуществляется разработка детального графика производства работ на этаже;
- раздел, включающий описание основных мероприятий по контролю качества арматурных, опалубочных и бетонных работ;
- раздел, включающий описание основных технологических мероприятий по ускоренным методам твердения бетона с учетом заданных климатических условий;
- фрагмент строительного генерального плана на период производства бетонных работ с привязкой расположения башенных кранов и других машин и механизмов, решениями по размещению зон складирования материалов, площадок для приема бетонной смеси, очистки, ремонта и укрупнительной сборки опалубки и т.п.;
- сводный график производства работ на надземную часть здания с взаимовязкой смежных строительно-монтажных работ во времени;
- раздел с описанием основных мероприятий по технике безопасности.

В соответствии с указаниями преподавателя, отдельные разделы группируются как технологическая карта на выполнение бетонных работ на типовом этаже или как элементы ППР. Конкретное содержание перечисленных разделов и используемые формальные приемы оформления принимаемых решений раскрываются ниже.

В ходе выполнения проекта рекомендуется придерживаться той последовательности выполнения разделов, которая задана данными методическими указаниями. Однако следует учитывать, что при проектировании технологии строительных работ последовательность проектирования однозначно не установлена и зависит от многих обстоятельств. Так, например, если заданы сроки возведения здания, то в основу решений будет заложен принцип безусловного выполнения расчетного темпа возведения конструкций и проектирование целесообразно начинать с проработки графика работ на типовом этаже. При заданном количестве опалубки наибольшего внимания на начальных этапах проектирования требуют решения вопросов выбора захваток и определения темпов перестановки опалубки по захваткам. В ряде случаев в качестве определяющих факторов могут выступать

принятые варианты механизации работ, конструктивные особенности используемой опалубки и т.п. В реальном производстве все эти связи и условия действуют в совокупности, что делает саму процедуру организационно-технологического проектирования сложным и неформальным процессом.

Приступая к разработке того или иного раздела РГР, следует, решая частные вопросы раздела, внимательно следить за теми последствиями, которые могут вызвать принятые решения на всю организационно-технологическую структуру работ. В ряде случаев это связано с переработкой (иногда весьма существенной) информационного содержания работы, накопленного на предыдущих этапах разработки проекта.

## **2. Изучение архитектурно-планировочных и конструктивных особенностей здания**

Выполнение РГР следует начинать с изучения архитектурно-планировочных и конструктивных решений в соответствии с заданием (конструкции стен, колонн, перекрытий, перегородок, лестничных маршей и т.д.). Необходимо уточнить целесообразность применения сборных железобетонных элементов и их количество. В заданиях на выполнение РГР предусмотрены различные варианты конструктивных решений зданий:

- с монолитными внутренними и наружными стенами;
- с монолитными внутренними и сборными двухслойными железобетонными наружными стенами, а также стенами из мелкоштучных элементов с утеплителем;
- со сборными, сборно-монолитными и монолитными перекрытиями.

Отдельные перегородки, сантехкабины и лестничные марши во всех вариантах заданий – сборные (гипсокартонные, гипсолитовые, кирпичные, из различных блоков). После изучения задания в соответствии с принятой опалубочной системой студент разрабатывает опалубочный план типового этажа в масштабе 1:100 или 1:200.

План выполняют в следующем порядке:

- проводят основные осевые линии здания;
- наносят контуры наружных и внутренних стен, которые будут выполнены из монолитного бетона, с указанием расположения проемов; сборные конструкции на плане не показывают;
- на плане вычерчивают контуры опалубки в виде прямых линий, обрамляющих стены с обеих сторон.

На отдельном листе бумаги в том же масштабе вычерчивают план перекрытий, на котором показывают раскладку сборных плит перекрытий для варианта со сборными перекрытиями, а штриховкой отмечают монолитные или сборно-монолитные участки (по согласованию с руководителем проекта).

Для устройства перекрытий жилых зданий могут применяться многопустотные железобетонные панели с круглыми пустотами толщиной 220 мм и шириной от 0,6 до 2,4 м для пролетов от 2,4 до 7,2...9 м (с интервалом через 0,6 м). Сплошные панели обычно изготавливают размером «на комнату» с опиранием по контуру. Толщина панелей от 120 до 160 мм, ширина от 2,4 до 4,2 м с интервалом 0,6 м, длина 3,6 м, 4,2 м и от 5,1 до 7,2 м с интервалом через 0,3 м.

Размеры сборных железобетонных стеновых элементов принимают по плану типового этажа с учетом его высоты.

На основе задания и выполненных чертежей составляют спецификации монолитных (форма 1) и сборных (форма 2) железобетонных элементов.

Объем монолитных и сборных железобетонных элементов определяется на все здание.

Количество лестничных маршей и площадок определяют в соответствии с планом и количеством этажей.

### Форма 1

#### Спецификация монолитных железобетонных элементов на типовой этаж

№	Название элемента	Марка бетона	Размеры (без вычета проемов)			Объем элемента, м <sup>3</sup>	Размеры проема, мм			Объем проема, м <sup>3</sup>	Количество элементов на этаж	Объем бетона, м <sup>3</sup>	
			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:

### Форма 2

#### Спецификация сборных железобетонных элементов на типовой этаж

№	Название элемента	Марка	Количество	Размер, мм			Объем, м <sup>3</sup>		Масса, т	
				длина	ширина	высота	одного элемента	всех элементов этажа	одного элемента	на этаж
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

### 3. Определение объемов работ

Объемы работ по объекту определяют на основании задания на проектирование, выполненных в разд. 1 чертежей, спецификаций монолитных и сборных железобетонных элементов (форма 1 и 2).

Ведомость объемов работ (форма 3) заполняется в последовательности, соответствующей проектируемой технологии возведения объекта. В курсовой работе рассматривается только надземная часть здания. Следует уточнить, какими элементами устанавливается арматура: каркасами, сетками или отдельными стержнями. Определяется требуемая масса арматуры для стен, перекрытий и других элементов конструкций здания.

Форма 3

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. Выбор типа и конструктивной системы опалубки

Опалубка состоит из собственно формы (опалубочных щитов), крепежных устройств и поддерживающих элементов. Опалубка должна обладать следующими основными качествами: прочностью, жесткостью, геометрической неизменяемостью формы под воздействием нагрузок, способностью обеспечивать требуемое качество поверхности бетона, технологичностью сборки и разборки. Опалубка должна изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52085-2003 «Опалубка. Общие технические условия. Классификация и общие технические требования», ГОСТ Р 52086-2003 «Опалубка. Термины и определения».

По конструктивным признакам опалубка подразделяется на следующие типы:

- разборно-переставная /мелкощитовая и крупнощитовая/;
- крупноблочная;
- объемно-переставная вертикально извлекаемая;
- горизонтально-перемещаемая (катучая);
- скользящая;
- пневматическая;
- несъемная.

В зависимости от материалов, из которых изготовлена опалубка (кроме пневматической и несъемной), она может быть: металлической, деревянной, пластмассовой, комбинированной.

Различают унифицированную опалубку, состоящую из щитов различных типоразмеров с инвентарными креплениями и поддерживающими устройствами, и стационарную /неинвентарную/ опалубку, изготавливаемую и устанавливаемую

на месте. Неинвентарная опалубка применяется для опалубочных форм нетиповых конструкций и деталей.

Одним из важнейших показателей опалубки является ее оборачиваемость (возможность многократного использования). Чем выше показатель оборачиваемости, тем ниже себестоимость опалубки на единицу объема железобетонной конструкции.

Оборачиваемость опалубки должна быть не менее приведенной в табл. 1.

Таблица 1

Минимальная оборачиваемость опалубки в циклах

Тип опалубки	Материал палубы			Поддерживающие элементы из стали
	Сталь	Дерево	Фанера	
Мелкощитовая	100	70	70	200
Крупнощитовая, подъемно-переставная, блочная	120	70	70	300
Объемно-переставная вертикально извлекаемая	200	–	–	300
Скользкая	300	70	100	600
Горизонтально-перемещаемая	400	80	70	800

Для снижения сцепления бетона с палубой и облегчения распалубки конструкций до укладки бетонной смеси поверхность палубы покрывают специальными составами (смазками). По принципу действия различают смазки пленкообразующие, гидрофобизирующие, смазки - замедлители схватывания и комбинированные смазки.

Состав и область применения отдельных видов смазок приводятся в справочниках по строительству.

Тип опалубки выбирают с учетом назначения здания /сооружения/ и вида конструкции, руководствуясь учебной и справочной литературой и указаниями руководителя проекта.

Неинвентарная опалубка может применяться при возведении нетиповых конструкций и при малых объемах опалубочных работ, когда не может быть достигнута требуемая оборачиваемость металлической опалубки. При проектировании неинвентарной опалубки необходимо производить расчет опалубочных элементов по методике, изложенной в СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции (актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87). Размеры опалубочных панелей назначают, руководствуясь оптимальным соотношением размеров сторон из условий деформации при монтажных и транспортных нагрузках.

Индустриальные методы строительства базируются на применении инвентарной унифицированной опалубки, адаптированной к особенностям конструктивных решений зданий.



Конструктивные и технико-экономические данные наиболее распространенных современных унифицированных опалубочных систем приводятся в справочниках и технической литературе по возведению монолитных зданий. Каждая опалубочная система включает в себя определенное количество формообразующих, поддерживающих, крепежных элементов и защитных приспособлений, необходимых для безопасной работы данной системы. Состав комплекта опалубки в разных опалубочных системах неодинаков вследствие их различного функционального назначения, размеров, последовательности установки, типа креплений и т.п. Для унифицированных опалубок прочностной расчет опалубочных элементов может не производиться, так как при их конструировании учтены возможные нагрузки и воздействия.

При возведении многоэтажных монолитных зданий наиболее часто используются четыре технологических метода, различающихся по конструктивно-технологическим особенностям используемых систем:

- возведение конструктивных элементов зданий в мелкощитовой разборно-переставной опалубке;
- возведение конструктивных элементов зданий в крупнощитовой и блочной переставных опалубках;
- возведение конструктивных элементов зданий в объемно-переставной горизонтально или вертикально извлекаемой опалубке;
- возведение стеновых конструкций зданий в скользящей опалубке.

Область использования объемно-переставной и скользящей опалубки несколько ограничена по сравнению с мелко- и крупнощитовой опалубкой.

Во всех типах разборно-переставных опалубочных систем в качестве первичных формообразующих элементов используются щиты каркасной конструкции, размеры которых, как правило, кратны применяемому в строительстве модулю 0,3 м (300 мм). Мелкие щиты часто укрупняют в опалубочные панели с последующей установкой их при помощи крана. Для соединения противостоящих щитов стен между собой используют горизонтальные схватки. При необходимости высоту панели можно увеличить при помощи добавочных элементов. Для опалубки внутренних углов предусмотрены специальные угловые щиты; в наружных углах соединение панелей осуществляется с помощью монтажных соединительных уголков, входящих в комплект.

В крупноблочной опалубке щиты при помощи унифицированных соединительных элементов составляют в объемные блоки. В объемно-переставной опалубке П-образные или Г-образные секции соединяют соответственно в туннели или полутуннели.

Комплект опалубки включает также крепежные элементы (стяжки, распорки, замки, струбины, зажимы, клинья и т.п.), поддерживающие элементы (стойки, подкосы, кронштейны, треноги и т.п.), а также средства подмащивания (навесные инвентарные площадки, складные и подвижные леса, лестницы и т.п.). В каждом конкретном случае состав комплекта опалубки определяется в соответствии с паспортными данными опалубочной системы.

Основными элементами комплекта скользящей опалубки являются щиты (внутренние, наружные и угловые), гидравлические домкраты, домкратные рамы, рабочий настил, консоли, кронштейны, подвесные подмости и др.

Выбор той или иной опалубочной системы осуществляется с учетом:

- 1) технологического соответствия опалубки возводимому объекту;
- 2) экономической эффективности применения данного типа опалубочной системы.

При выборе опалубки приоритет следует отдавать технологическим факторам, так как именно они определяют такое важнейшее условие, как обеспечение качества бетонных конструкций возводимого объекта. Кроме того, от технологического соответствия опалубочной системы возводимой конструкции зависит интенсивность возведения элементов здания, – фактор, который в значительной мере определяет экономическую эффективность использования данной опалубочной системы.

Таким образом, на первом этапе устанавливают технологические преимущества рассматриваемой опалубочной системы, определяют удельную трудоемкость монтажа и демонтажа опалубки, оценивают ее технологичность.

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

## 5. Ресурсное проектирование

### 5.1. Потребность в материальных ресурсах

Потребность в основных материальных ресурсах (**форма 4**) определяется для всех монолитных и сборных элементов здания по ГЭСН81-02-06-2001 Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы ГЭСН-2001 Бетонные и железобетонные конструкции монолитные.

К основным материальным ресурсам относятся бетонная смесь, арматура, щиты опалубки для монолитных конструкций; бетонная смесь, раствор и электроды для сборных конструкций.

Форма 4

Ведомость потребности в основных материальных ресурсах

№	Наименование возводимых конструкций	Единицы измерения	Объем работ	Параграф ГЭСН	Наименование материалов и полуфабрикатов	Единицы измерения	Нормы на единицу измерения	Потребное количество
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Графа 2 формы 4 заполняется в соответствии со спецификациями монолитных и сборных элементов (формы 1 и 2) и ведомостью объемов работ (форма 3).

Объемы работ приводят в единицах измерения, принятых в ГЭСН81-02-06-2001. Графы 5-8 формы 4 заполняют также по данному ГЭСНу, потребное количество определяют перемножением данных по объемам работ из графы 4 и нормам расхода материалов из графы 8.

### 5.2. *Определение затрат труда, машинного времени и стоимости трудозатрат*

Основными нормативными документами при определении затрат труда и машинного времени являются Единые Нормы и Расценки (ЕНиР, сборник 4) или Государственные элементные сметные нормы ГЭСН (сборник 6). Ведомость затрат труда, машинного времени и стоимости трудозатрат составляется по форме 5.

Форма 5

#### Нормативные затраты труда рабочих и машинного времени, стоимость трудозатрат

№	Наименование процесса	Ед. изм.	Кол-во работ на все здание	ГЭСН §	Норма времени по ГЭСН, м.-ч.	Затраты времени машин		Состав звена по ЕНиР (профессия, разряд, число рабочих)	Норма времени по ГЭСН, ч.-ч.	Затраты труда	
						м.-ч.	м.-см.			ч.-ч.	ч.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Машинное нормативное время на единичный измеритель (в машино-часах) приводится в ГЭСН только для работ по монтажу строительных конструкций. Для работ, которые могут выполняться вручную, графы 6 и 7 не заполняют. В тех случаях, когда ручные работы выполняются с применением крана (по умолчанию), время работы крана в машино-сменах определяется при составлении графиков производства работ по времени работы исполнителей.

## 6. Технология производства бетонных работ

### 6.1. *Определение количества и размеров захваток*

Захватки представляют собой конструктивные фрагменты единовременно бетонированные в ходе 1-2 рабочих смен. Назначение захваток обычно происходит при рассмотрении типового этажа здания с учетом обеспечения устойчивости и геометрической неизменяемости возводимых фрагментов конструкций. При назначении захваток руководствуются следующими положениями:

- захватки в пределах этажа по возможности должны быть равновеликими по трудоемкости (отклонения по трудоемкости возведения различных захваток не должны превышать 25%);

- наименьший размер захватки назначают достаточным для работы звена на протяжении смены и соответствующим участку бетонирования, на котором укладка бетонной смеси проводится без перерыва;

- границы захваток необходимо определять в местах, намечаемых для устройства рабочих и температурных швов; в тех случаях, когда границы захваток проходят по возводимым монолитным конструкциям, их следует устраивать в местах, где проходят линии минимальных напряжений;

– при разбивке этажа на захваты необходимо обеспечивать удобство доступа рабочих на перекрытие, где смонтирована опалубка, а также на подмости и рабочие настилы опалубки.

На рис. 1 приведен пример разбивки типового этажа здания на 2 захваты для обеспечения непрерывного цикла бетонирования вертикальных конструкций и монолитных железобетонных перекрытий при использовании щитовых опалубок. При этом подразумевается, что в распоряжении исполнителей имеется опалубка на полный этаж, а применяемые средства механизации обеспечивают одновременное выполнение работ по установке опалубки и арматуры, укладке бетонной смеси.

Наименьшее число захваток на этаж определяется по формуле:

$$N_{\min} = (n - 1) + t_{\text{тв}}/k, \quad (6.1)$$

где

$t_{\text{тв}}$  – продолжительность твердения бетона до распалубливания (принимается 3-5 дней) при нормальных температурно-влажностных условиях выдерживания и 1-2 дня при применении средств интенсификации твердения;

$k$  – шаг потока, принимается 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, выражается формулой:

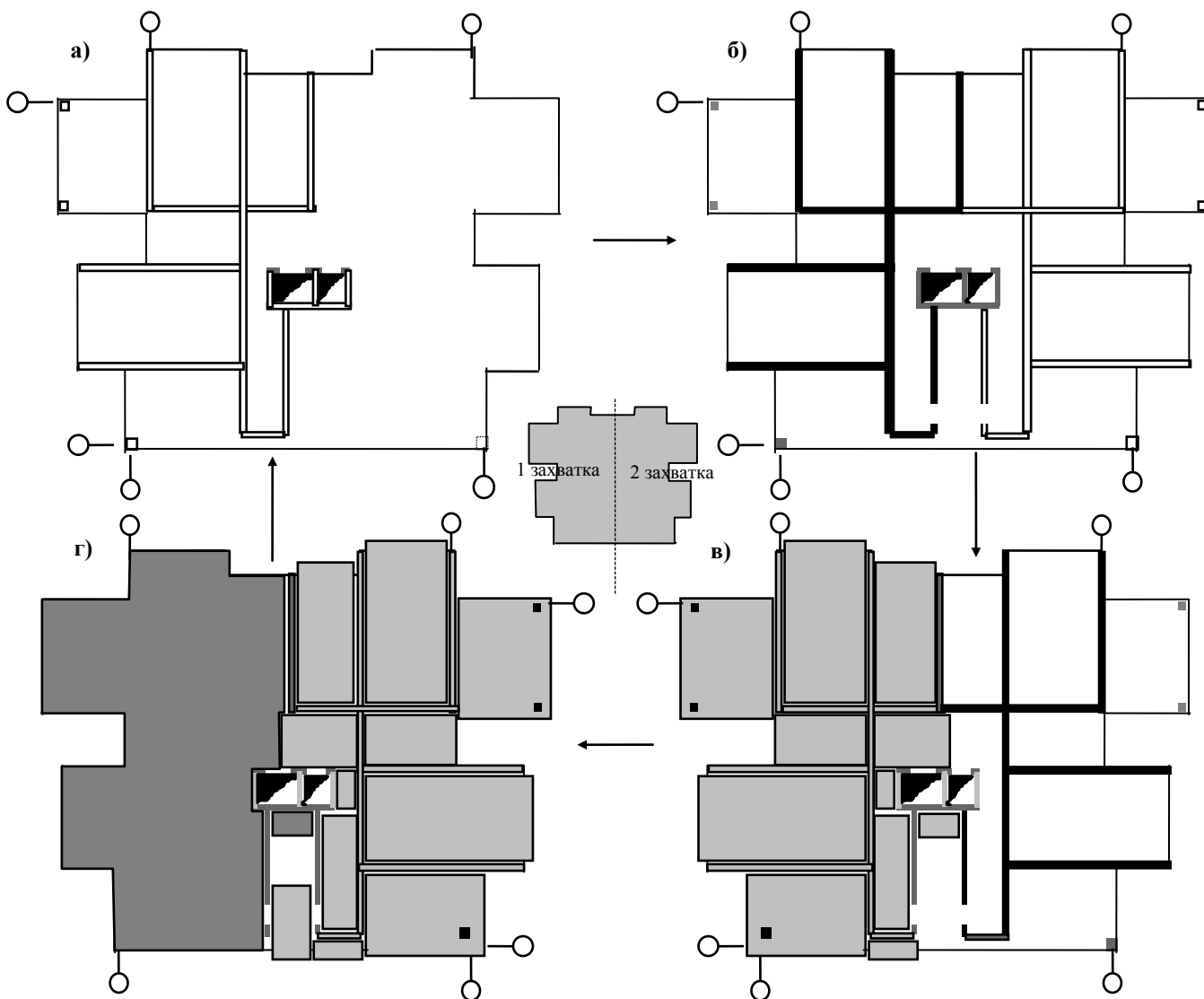
$$N'_{\min} = N \cdot k_1 / (k_2 - 1), \quad (6.2)$$

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 и взаимосвязь работ на захватках в календарной модели

Наименование работ		Возведение типового этажа в две захватки с двумя комплектами опалубки на полный этаж	
1	<b>Вертикальные конструкции:</b> – Установка опалубки – Армирование – Бетонирование – Выдерживание – Демонтаж опалубки	← Типовой этаж с заданным сроком возведения →	
		а) б)	а)
2	<b>Перекрытия:</b> – Установка опалубки – Армирование – Бетонирование – Выдерживание – Демонтаж опалубки	в) г)	Прочность бетона перекрытий 1 захватки не менее 70% от $R_{28}$

Рис. 1. Пример разбиения типового этажа на две захватки и 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 возведении высотных монолитных /сборно-монолитных/ зданий рекомендуются следующие характеристики захваток:

- площадь (по перекрытию) – 80...200 м<sup>2</sup>;
- объем укладываемого на захватке бетона – 30...60 м<sup>3</sup>.

Границы захваток необходимо нанести на опалубочный план.

### **6.2. Методы организации работ**

Метод организации работ зависит от архитектурно-планировочных и конструктивных характеристик здания, технических средств для подачи бетонной смеси, арматуры и элементов опалубки, условий окружающей среды (температура, влажность и т.п.), а также ряда технологических факторов.

Возможные методы организации работ при возведении монолитных и сборно-монолитных зданий с применением различных типов опалубки представлены в табл. 2.

### **6.3. Выбор основных технических средств для монтажа сборных элементов, опалубки и бетонирования конструкций**

Основными техническими средствами для подачи и укладки бетонной смеси могут являться:

(1 вариант комплекта оборудования)

- 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.

Основными техническими средствами для монтажа сборных конструкций и крупных элементов опалубки, подачи материалов и т.п. являются: монтажный кран; грузозахватные устройства; приспособления для выверки и временного закрепления монтируемых элементов; приспособления, обеспечивающие безопасность работы на высоте.

#### **6.3.1. Выбор технических средств для подачи и укладки бетонной смеси**

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

Таблица 2

## Методы организации работ при возведении монолитных конструкций

Наименование	Сущность метода	Применяемые типы опалубки	Рекомендуемая область применения
1	2	3	4
Совмещенный	<b>1 вариант</b> Все стены захватки внутренние и наружные бетонируют в одном цикле	Блочная  Крупнощитовая стен (внутренних и наружных) Мелкощитовая	Здания со сборными и сборно-монолитными наружными стенами  Здания с нерегулярным планом, односекционные здания
	<b>2 вариант</b> Все стены и перекрытия бетонируют в одном цикле	Мелкощитовая	
Поэтапный	<b>1 вариант</b> 1) бетонируют продольную внутреннюю стену	Крупнощитовая внутренних стен	Здания с монолитными перекрытиями, со сборными или монолитными наружными стенами  Здания двух- или многосекционные; протяженные здания коридорной или галерейной системы, с регулярным ортогональным планом
	2) бетонируют поперечные стены и перекрытия	Объемно-переставная	
	3) возводят продольные наружные стены	Щитовая наружных стен	
	<b>2 вариант</b> 1) бетонируют продольную внутреннюю стену и поперечные стены	Крупнощитовая внутренних стен	
	2) бетонируют перекрытия	Крупнощитовая перекрытий	
	3) возводят наружную стену	Щитовая наружных стен	
«Малыми захватками»	Конструкции этажа бетонируют захватками бетоноемкостью 10-15 м <sup>3</sup>	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

При бетонировании конструкций высотных зданий подачу бетонной смеси осуществляют краном в бадьях /бункерах/ или бетононасосом.

В свою очередь, при использовании бетононасоса могут применять две 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 самоходные 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  $V/C = 0,5 \div 0,6$ . Наибольшая крупность щебня /гравия/ колеблется в пределах 20-60 мм и зависит от диаметра бетоновода.

Выбор бетононасосных установок производится по данным справочной литературы. При этом должны быть учтены следующие требования:

- 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 устанавливают на объекте в зоне бетонируемой 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. Механические манипуляторы используют при необходимости многократных перестановок специализированного оборудования для распределения бетонной смеси.

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 расче-



том, чтобы она была кратной вместимости кузова транспортного средства. При выгрузке поворотные бункеры (бадью) должны заполняться на 0,65-0,7 своего объема.

С характеристиками выпускаемых промышленностью распределительных стрел и бункеров можно ознакомиться в справочной литературе по строительству.

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку ограничивается действующим СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» для перекрытий – до 1 м, для стен – до 4,5 м, для колонн – до 3,5 м, для неармированных конструкций до 6 м. При большей высоте свободного сбрасывания бетонную смесь укладывают с использованием лотков или хоботов.

Для получения качественного бетона с заданными физико-механическими свойствами, производят уплотнение уложенной бетонной смеси. В зависимости от принятой технологии уплотнения (штыкование, трамбование, вибрирование, укатка, вакуумирование) осуществляют выбор технических средств. Для монолитных конструкций высотного здания (стены, перекрытия, колонны) наиболее часто используют вибрационные методы; для тонкостенных конструкций (толщиной 250-300 мм) уплотнение бетонной смеси может осуществляться с помощью виброреек.

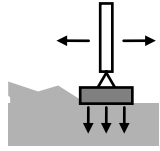
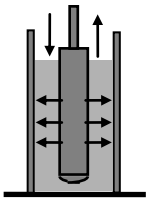
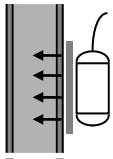
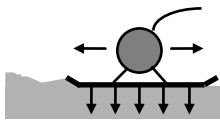
Максимально возможная для уплотнения виброрейками толщина конструкций с одиночной арматурой – 250 мм, с двойной арматурой – 120 мм. При толщине плоских конструкций более указанной выше, бетонную смесь уплотняют сначала глубинными вибраторами, а затем обрабатывают поверхностными вибраторами и виброрейками.

Основные типы глубинных и поверхностных вибраторов для уплотнения бетонной смеси с указанием области применения и основных технологических параметров представлены в табл. 3.

Полностью состав комплекта средств механизации, инструмента и инвентаря для укладки бетона, опалубочных и арматурных работ определяют при разработке технологической карты.

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 <sup>3</sup> /ч	Длительность вибрирования
Трамбовочный вибратор		Фундаменты, подстилающие слои	<20	<2	1-10	15-30 секунд
Глубинный вибратор		Фундаменты, массивы, колонны, балки, стены, покрытия	<50	1-10	3-30	10-35 секунд
Наружный вибратор		Колонны, стены	<30	1-20	1-5	1-5 минут
Поверхностный вибратор		Полы, покрытия, дороги	<30	2-60	5-40	0,6-1,4 минут

## 6.3.2. Выбор грузозахватных устройств

Выбор грузозахватных приспособлений (строп, траверс) производят для каждого из сборных элементов здания, а также для подъема опалубочных объемных блоков и панелей, 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 высотных зданий широко применяются универсальные канатные стропы, оснащенные чалочными крюками для подъема сборных элементов, опалубочных блоков и панелей за монтажные петли (по ГОСТ 25573-82). Стандартом предусмотрены следующие типы канатных стропов: 1СК – одноветвевые; 2СК – двухветвевые; 3СК – трехветвевые; 4СК – четырехветвевые (исполнение 1 и 2), СКП – двухпетлевые (исполнение 1 и 2); СКК – кольцевые (исполнение 1 и 2). Для монтажа элементов тоннельной опалубки используются специальные траверсы «Утиный нос».

Наряду с унифицированными стропами общего назначения применяются специальные стропы, рассчитанные на определенную номенклатуру изделий и схемы строповки. Для подъема плит перекрытий, имеющих шесть точек подвеса, применяются балансирные стропы с блоками, обеспечивающими равномерное натяжение ветвей стропов.

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 принятых грузозахватных устройствах заносят в форму 6.

Форма 6

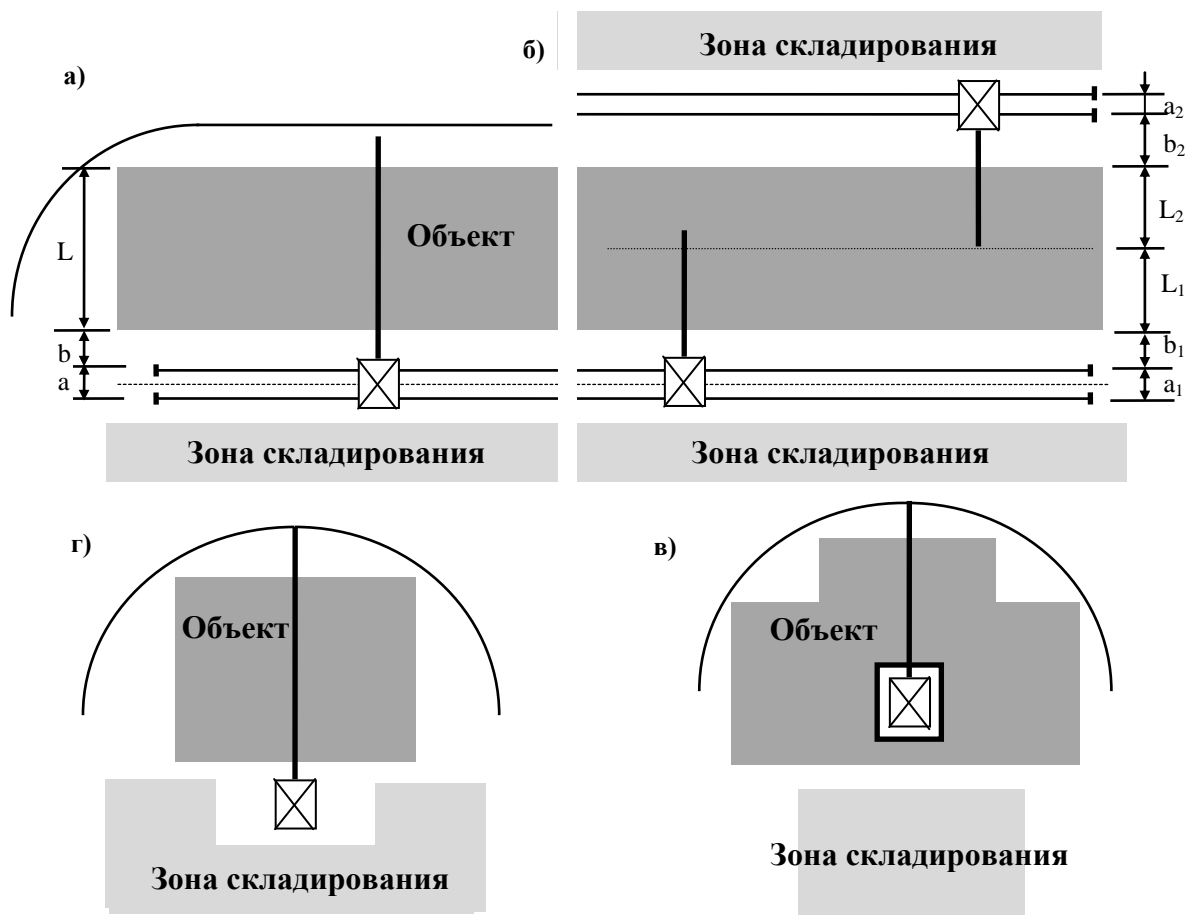
Потребные грузозахватные устройства, инструмент и приспособления

№	Наименование устанавливаемого элемента	Наименование приспособления, устройства	Эскиз	Характеристика		Высота грузозахватного устройства	Потребное количество, шт.
				грузоподъемность, т	масса, кг		
1	2	3	4	5	6	7	8

### 6.3.3. Выбор кранов

При возведении сборно-монолитных и монолитных высотных зданий рекомендуется использовать башенные краны. В зависимости от размеров здания могут быть использованы краны на рельсовом ходу (для линейно протяженных многосекционных зданий) или приставные краны (для односекционных зданий).

На рис. 2 приведены схемы возведения зданий с использованием различных приемов установки кранов. В случае односторонней установки (схема на рис. 2а), зона действия башенного крана охватывает всю ширину здания, что требует использования более мощных кранов; при использовании двух кранов, размещенных с противоположных сторон возводимого здания (схема на рис. 2б), зона действия каждого из кранов должна охватывать не менее половины ширины здания. В случае возведения высотных, «точечных» зданий часто применяют схемы, изображенные на рис. 2 в, г.



**Рис. 2. Схемы установки кранов при возведении зданий с монолитным каркасом:**

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

Выбор кранов при возведении монолитных и сборно-монолитных зданий осуществляют в два этапа.

На первом этапе определяют необходимые технические параметры кранов: грузоподъемность, вылет стрелы, высота подъема крюка (рис. 3); далее по справочной литературе подбирают несколько вариантов кранов, рабочие параметры которых равны или несколько больше требуемых.

Максимальная высота подъема крюка башенного крана определяется по формуле:

$$H_{кр} = h_0 + h_{зап} + h_{эл} + h_{стр}, \quad (6.3)$$

где

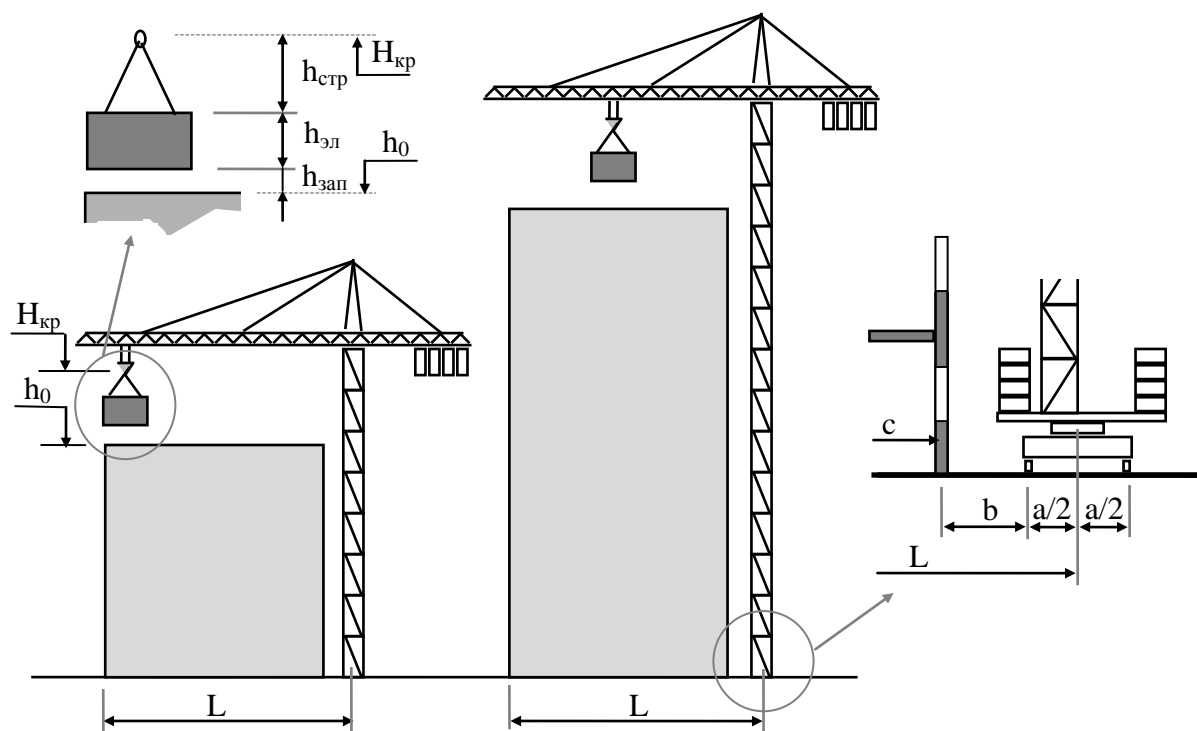
$H_{кр}$  – расстояние от уровня стоянки крана /верх головки рельса кранового пути/ до геометрического центра звена крюка, м;

$h_0$  – уровень верхнего монтажного горизонта, м;

$h_{зап}$  – запас высоты при подъеме груза над самым высоким препятствием, принимается равным 0,5 м;

$h_{эл}$  – наибольшая из высот поднимаемых грузов /бункера с бетонной смесью, опалубочной панели или блока, арматурного каркаса, сборного монтажного элемента/, м;

$h_{стр}$  – расчетная высота стропы, м, определяется по данным формы 6.



**Рис. 3. Схема для определения параметров башенных кранов.  
Пример наращивания высоты самоподъемного стационарного крана  
в зависимости от нарастания количества этажей**

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.

Вылет стрелы крана  $L$ , м, определяется по формуле

$$L = a/2 + b + c, \quad (6.4)$$

где

$a$  – ширина подкранового пути, м;

$b$  – расстояние от ближнего к зданию подкранового рельса до ближайшей выступающей части здания, м;

$c$  – расстояние от центра тяжести груза до наиболее выступающей части здания, м.

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 ши-

рине здания необходимо прибавить половину длины опалубочной конструкции +2 м.

Так как на данной стадии расчета не известна марка крана, который будет принят для производства работ, значение **a** можно принять равным ширине подкранового пути любого из кранов требуемой грузоподъемности, а затем уточнить после выбора конкретного крана. Значение **a** также зависит от конструкции того или иного крана, поэтому на данной стадии расчета может быть принято:

– для кранов с поворотной башней и противовесом, расположенным выше здания – 2 м;

– для кранов с поворотной башней и противовесом, расположенным внизу – равным радиусу поворотной части за вычетом **0,5a**, и плюс 1 метр – для обеспечения необходимой ширины рабочей зоны крана.

Требуемая грузоподъемность крана равна сумме массы поднимаемого груза и массы грузозахватного устройства:

$$P_{кр} = q_{гр} + q, \text{ т,}$$

где

**q<sub>гр</sub>** – масса поднимаемого груза /панели или блока опалубки, арматурного каркаса, сборного монтажного элемента/, т;

**q** – масса такелажного приспособления, принимается из формы 6.

Для бункера с бетонной смесью

$$q_{гр} = V_{бет} \cdot \gamma_{бет} + q_б,$$

где

**V<sub>бет</sub>** – номинальная вместимость бункера, м<sup>3</sup>;

**γ<sub>бет</sub>** – объемная масса бетона, принимается равной для тяжелого бетона 2400 кг/м<sup>3</sup>, для керамзитобетона 1800 кг/м<sup>3</sup>;

**q<sub>б</sub>** – собственная масса бункера, кг.

Следует учитывать также, что для демонтажа крупнощитовой опалубки перекрытий и объемно-переставной опалубки должны применяться, как правило, кареточные краны. 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.

На втором этапе путем экономического сравнения выбранных вариантов определяют наиболее эффективный.

## **7. Технологическая карта на возведение монолитных конструкций типового этажа**

Разработка технологических карт на строительные процессы общего цикла (в рассматриваемом случае на выполнение опалубочных, арматурных, бетонных работ, на выдерживание уложенного бетона и распалубку конструкций) заключается в разработке их подробных технологических описаний с взаимовязкой во времени и пространстве.

В составе курсового проекта рекомендуется выполнение единой технологической карты для комплексного процесса бетонных работ при возведении типового этажа здания.

Технологическая карта выполняется базируясь на результатах выбора опалубочной системы, машин и механизмов для укладки и уплотнения бетонной смеси, строительных кранов и грузозахватных приспособлений и своими решениями должна 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.

Технологическая карта состоит из текстовой и графической частей и оформляется в виде перечисленных ниже разделов.

### ***7.1. Область применения***

В разделе определяют строительно-монтажные процессы, на которые разрабатывается техкарта. Приводят основные данные по конструктивно-планировочным решениям здания. Устанавливают условия выполнения работ: природно-климатические, сейсмические, сменность, марки бетона и цемента, место изготовления опалубки, арматуры, бетонной смеси и т.д.

### ***7.2. Организация и технология выполнения работ***

В данном разделе приводят:

- требования законченности подготовительных работ;
- рекомендуемый состав машин и оборудования;
- размеры и количество захваток;
- монтажный план опалубки на одну захватку;
- технологические схемы по устройству конструктивных элементов /установка опалубки, армирование, бетонирование/ с расстановкой машин и механизмов;
- продолжительность технологических перерывов, связанных с набором прочности бетона;
- требования по контролю качества работ;
- схемы складирования материалов и конструкций;
- рекомендации по производству работ и по составу бригады.

При построении монтажного плана опалубки задача исполнителя состоит в том, чтобы из выбранного ранее типового комплекта инвентарной опалубки собрать панели (блоки) опалубочных форм, обеспечивающие возведение заданных архитектурно-строительными чертежами монолитных конструкций. При этом необходимо стремиться к минимальному использованию не унифицированных дорборных элементов опалубки, (не более 10% по массе опалубки).

Все опалубочные элементы на технологическую захватку записывают в форму 7. В случае, если размеры захваток на этаже не равновелики, в курсовой работе выполняют спецификацию опалубочных элементов на наибольшую захватку.

Форма 7

Спецификация опалубочных элементов на одну захватку

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

При определении продолжительности технологических перерывов, связанных с набором прочности до распалубки и до последующего загрузки, руководствуются требованиями СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции (актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87).

### 7.3. Требования к качеству и приемке работ

Раздел содержит указания по осуществлению контроля и оценке качества работ в соответствии с требованиями действующих СНиПов, ГОСТов, ведомственных нормативов, рабочих чертежей.

Перечень рабочих процессов и операций, подлежащих контролю, средства и методы контроля операций и процессов сводятся в форму 8.

Форма 8

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

### 7.4. Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы

Калькуляцию (форма 9) составляют на основе ведомости объемов работ (форма 3) и ведомости нормативных затрат труда (форма 5) на те процессы, которые входят в состав технологической карты. Объемы работ принимают только на типовой этаж.



## Калькуляция затрат труда рабочих строителей и машинного времени

№ п/п	Наименование процессов	Обоснование (сборник ГЭСН)	Единица измерения	Объем работ	Норма времени		Затраты труда, см.	
					Рабочих, ч.-ч.	Машинистов, м.-см.	Рабочих	Машинистов
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**7.5. График производства работ**

График производства работ (форма 10) разрабатывают на возведение монолитных конструкций типового этажа по захваткам с использованием данных калькуляции затрат труда.

## График производства работ по возведению монолитных конструкций на типовом этаже

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Трудозатраты		Состав бригады	Кол-во смен	Календарные дни										
			Чел-дн	Маш-см			1			2			3				
							1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7											

При этом отдельные работы объединяют в комплексы (опалубочные, арматурные, бетонные работы, уход за бетоном, работы по демонтажу опалубки) и находят их суммарную трудоемкость, а также трудоемкость на каждую захватку. Определяют численность рабочих, занятых в каждом составляющем процессе, и численность рабочих в пределах каждого квалификационного разряда. Продолжительность укрупненных процессов определяют делением суммированных затрат труда (человеко-часы) на принятый состав звена (чел.). 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 распалубливания и последующего нагружения.

**7.6. Материально-технические ресурсы**

В разделе приводят данные потребности в инструменте, инвентаре и приспособлениях, а также в материалах, полуфабрикатах и изделиях для выполнения работ, предусмотренных калькуляцией (форма 9).

Перечень инструмента и приспособлений определяют с учетом принятых ранее решений, а также рекомендаций справочной литературы. Расход материалов и полуфабрикатов определяют на основании ГЭСН – 2001.

Результаты заносят в ведомость потребности в материалах и полуфабрикатах (форма 11) и в ведомость потребности в машинах, оборудовании, инструменте и приспособлениях (форма 12).

Форма 11

Потребность в конструкциях, материалах и полуфабрикатах

Наименование материала, полуфабриката, конструкции	Марка	Исходные данные			Потребное количество
		единица измерения по нормам	объем работ в нормативных единицах	принятая норма расхода материалов на единицу измерения	
1	2	3	4	5	6

Форма 12

Потребность в машинах, оборудовании, инструменте и приспособлениях

Наименование	Тип	Марка	Количество	Техническая характеристика
1	2	3	4	5

**7.7. *Обогрев и выдерживание монолитных конструкций в зимний период производства работ***

В данном разделе технологической карты рассматриваются мероприятия, связанные с обеспечением набора прочности бетона в конструкциях, бетонируемых при температурах атмосферного воздуха ниже +5°C. Разработка раздела ведется в соответствии с указаниями руководителя курсового проектирования и включает следующие основные позиции:

- выбор метода обогрева и выдерживания монолитных конструкций;
- расчет или подбор режимов тепловой обработки (компьютерное моделирование или ручные расчеты);
- составление кратких текстовых указаний по обогреву и выдерживанию монолитных конструкций различного типа.

**7.8. *Техника безопасности***

Мероприятия по технике безопасности для рассматриваемых видов работ разрабатывают на основе требований СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве (Часть 2. Строительное производство) и излагают в виде конкретных указаний для производителя работ.

### 7.9. Техничко-экономические показатели

По данным калькуляции (форма 9) определяют следующие технико-экономические показатели для возведения монолитных конструкций типового этажа:

- выработка на одного рабочего в смену

$$B_p = V / \sum T, \text{ м}^3/\text{ч.-дн.}, \quad (7.1)$$

где

$V$  – общий объем монолитных конструкций на типовом этаже,  $\text{м}^3$ ;

$\sum T$  – суммарная трудоемкость возведения монолитных конструкций по технологической карте, ч.-дн.;

- затраты труда на  $1 \text{ м}^3$  монолитного железобетона

$$T_0 = \sum T / V, \text{ ч.-дн./м}^3; \quad (7.2)$$

- затраты машинного времени на  $1 \text{ м}^3$  монолитного железобетона

$$t_{\text{маш}} = \sum T_{\text{маш}} / V, \text{ м.-см./м}^3, \quad (7.3)$$

где

$\sum T_{\text{маш}}$  – затраты машинного времени на возведение монолитных конструкций, м.-см.;

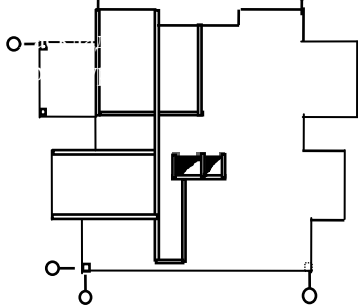
### 7.10. Графическое оформление технологической карты

Графическую часть технологической карты на возведение монолитных конструкций типового этажа размещают на листах формата А1 или А2 (пример компоновки листов приведен на рис. 4. К графическим элементам технологической карты относятся:

- монтажный план опалубки на захватке;
- технологические схемы производства работ при бетонировании стен и перекрытий (при монолитных или сборно-монолитных перекрытиях);

### Технологическая карта на устройство монолитных стен и колонн на типовом этаже

План типового этажа с подразделением на захваты и составлением опалубочных чертежей, размещение кранов, бетононасосов, усл. обозначения



Чертежи и выкопировки деталей и узлов, поясняющих технологические приемы установки щитов опалубки и арматурных каркасов, геометрической выверки и временного раскрепления, стыков щитов, обеспечения защитного слоя бетона, укладки и уплотнения бетона, утеплений и укрытий опалубки в зимнее время

График производства работ

	Наименование работ	Дни/смены/ часы
1	- Установка опалубки	[Горизонтальный бар]
2	- Армирование	[Горизонтальный бар]
3	- Бетонирование	[Горизонтальный бар]
4	- Выдерживание	[Горизонтальный бар]
5	- Демонтаж опалубки	[Горизонтальный бар]

Описание основных мероприятий контроля качества бетонных работ

#### Технологическая карта на устройство стен и колонн


**Рис. 4. Примерная компоновка графических листов технологических карт на возведение монолитных ж/б конструкций типового этажа на листах формата А1 или А2**

- схемы организации рабочих мест исполнителей;
- схемы грузозахватных приспособлений;
- график производства работ на типовом этаже;
- спецификация опалубочных элементов.

## 8. Календарный план выполнения работ по возведению стен и перекрытий надземной части здания

Календарный план (форма 13) разрабатывают на возведение надземной части здания из условия бесперебойной 2-3 сменной работы крана при 8-часовой смене.

Форма 13

Сводный календарный план выполнения работ

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Нормативные затраты (ч.-дн., м.-см.)	Проектируемые					Рабочие дни			
				Выполнение, %	Затраты труда, ч.-дн.	Состав звена	Количество машин	Продолжительность работ, дни	1		2	
									1	2	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9				

Основой для составления календарного плана служат ведомость затрат труда и времени работы машин (форма 5), график возведения монолитных конструкций на типовом этаже (форма 10), количество этажей и захваток, продолжительность технологических перерывов, принятая последовательность возведения конструкций здания.

Норма выработки рабочих принимается в пределах от 100 до 120%. Продолжительность работы в сменах определяют делением трудоемкости на проектируемый количественный состав звена и откладывают в правой части календарного плана в принятом масштабе времени (1 смена).

При составлении графика производства работ используются поточные методы производства работ с максимальным совмещением строительных процессов возведения надземной части здания

Календарный план составляют на отдельном листе бумаги формата А3 (рис. 5).

## 9. Выполнение фрагмента объектного стройгенплана

На фрагменте объектного стройгенплана на возведение надземной части здания показывают расположение сооружаемого здания, места установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия, опасные зоны, постоянные и временные транспортные пути и уширения для разгрузки автотранспорта с указанием их ширины и радиуса закругления. На фрагменте стройгенплана должны быть изображены находящиеся в зоне действия крана:

- наземный склад опалубки с площадкой укрупнения щитов;
- пост чистки и смазки опалубки;
- склад доборных элементов;
- склад арматуры;
- площадка перегрузки бетонной смеси из автотранспортных средств в бадьи или перегрузочный бункер бетононасоса;
- площадки для складирования сборных конструкций.

На фрагменте стройгенплана условно не показывают сети электроснабжения и санитарные сети, временные сооружения и другие составляющие стройгенплана, являющиеся предметом изучения курса организации строительства.

Фрагмент стройгенплана объекта размещают на листе формата А3 в масштабе 1:200 - 1:500 (рис. 5).

На лист выносят также разрез по зданию с привязкой крана и действующих машин и механизмов (в правой верхней части листа). В нижней части листа располагают элементы графической части технологической карты (см. выше). В завершение (в правой нижней части листа над штампом) приводят технико-экономические показатели (ТЭП) по проекту.

## 10. Определение технико-экономических показателей проекта производства работ

Расчеты технико-экономических показателей завершают выполнение курсового проекта. Полученные значения позволяют судить о качестве проектной работы студента и дают представление о существующей системе сопоставительных оценок эффективности строительства.

Показатели выписываются на графический лист проекта с общими решениями по возведению объекта (либо фрагмент объектного стройгенплана, либо календарный график строительства объекта).

### 10.1. Себестоимость строительно-монтажных работ

$$C = 1,08 \sum (C_{\text{м.-см.}}^i \cdot T_0^i) + 1,5 \sum Z^i + \sum C_{\text{п}}^i, \text{ руб.}, \quad (10.1)$$

где

**1,08; 1,05** – коэффициенты, учитывающие накладные расходы соответственно на механизированные и ручные процессы;

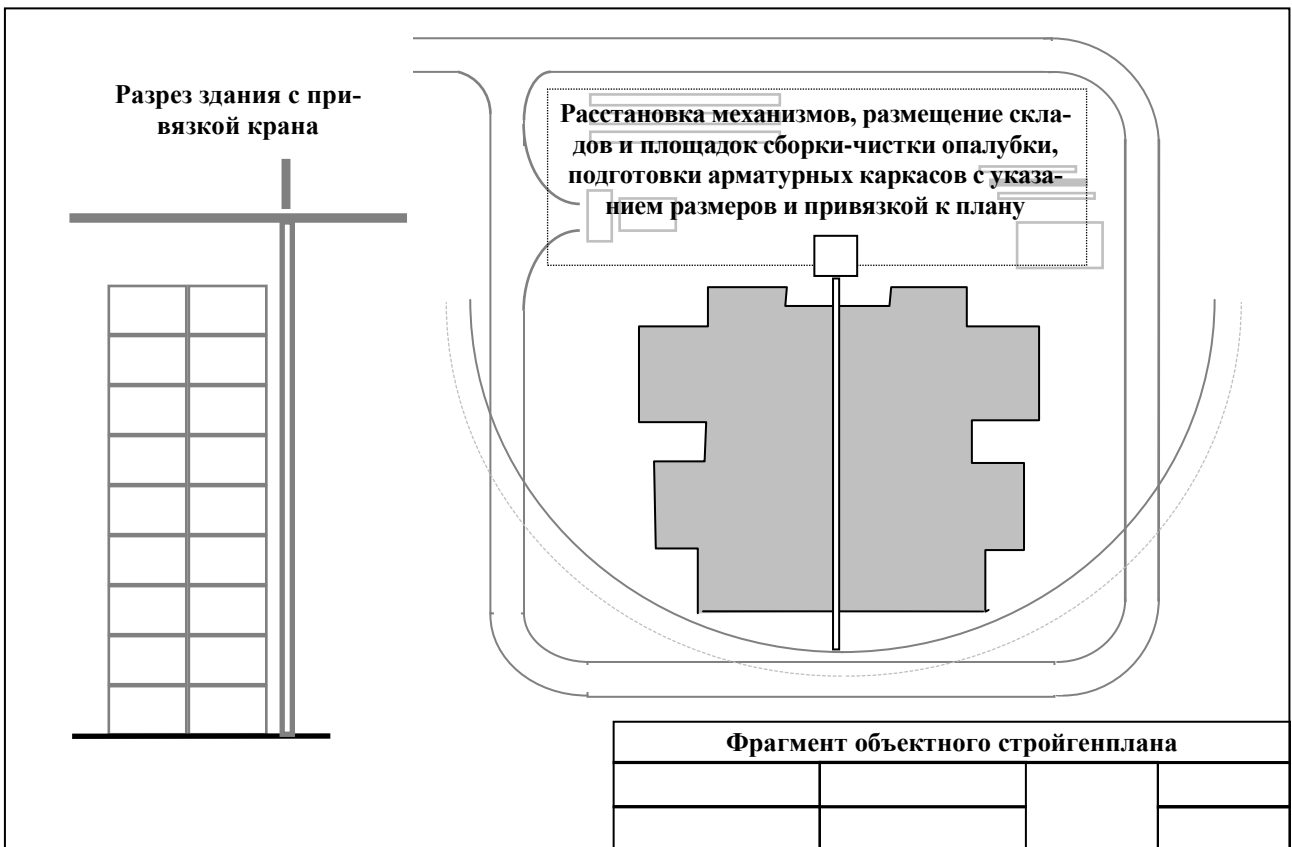
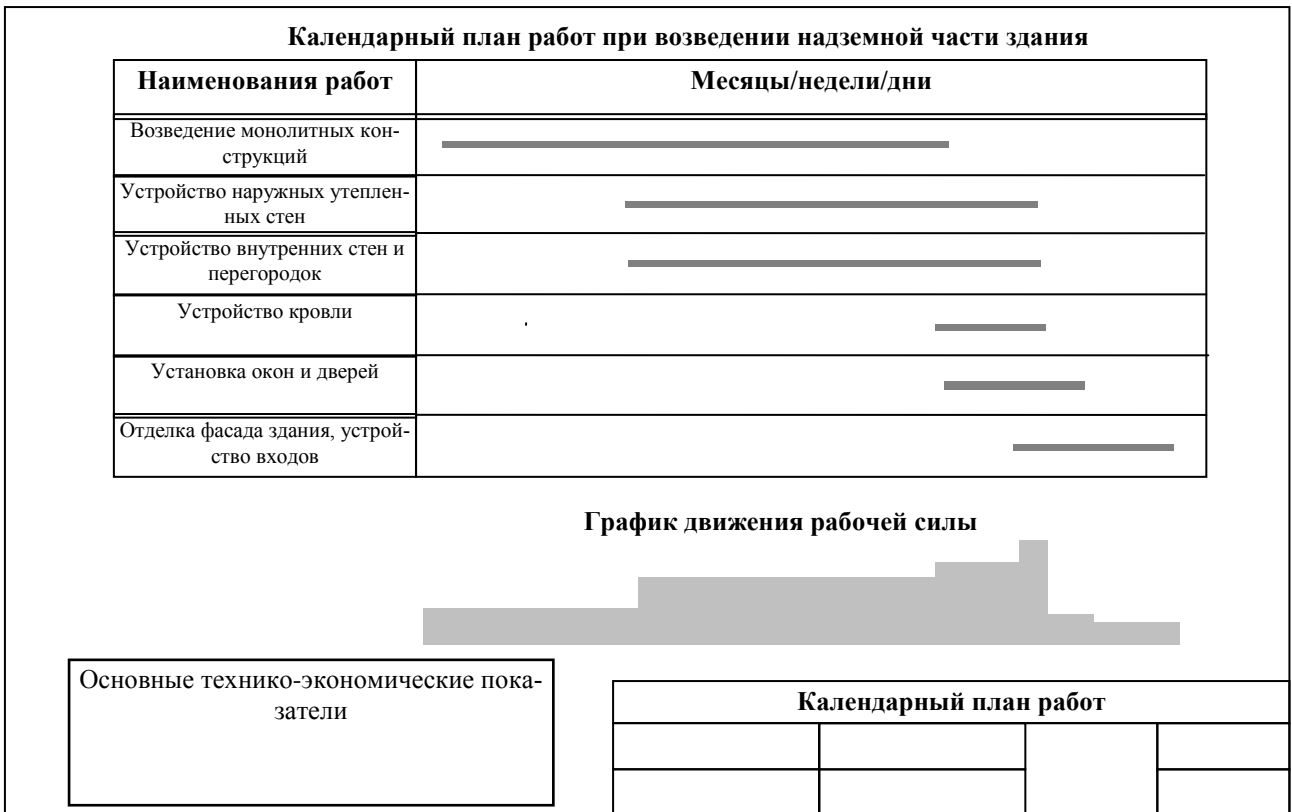
$\sum (C_{\text{м.-см.}}^i \cdot T_0^i)$  – суммарная себестоимость эксплуатации строительных машин и механизмов, руб.;

$C_{\text{м.-см.}}^i$  – производственная себестоимость машино-смены  $i$ -го механизма, руб./м.-см.;

$T_0^i$  – продолжительность работы  $i$ -го механизма на объекте, м.-см.;

$\sum Z^i$  – общая сумма заработной платы рабочих, занятых на выполнении ручных операций (определяется по ведомости затрат труда и стоимости трудозатрат – форма 5), руб.;

$\sum C_{\text{п}}^i$  – сумма затрат на подготовительные работы (устройство подкрановых путей для башенных кранов, перебазирование стационарных бетононасосов и т.д.), руб.



**Рис. 5. Примерная компоновка графических листов формата А3 при оформлении решений по стройгенплану и календарному плану работ на объекте**

### **10.2. Продолжительность выполнения работ**

Продолжительность выполнения работ по возведению конструкций надземной части здания определяют по календарному плану (п. 8)

### **10.3. Оборачиваемость опалубки**

$$O = T_{\text{пр}} / t_{\text{ц}}, \quad (10.2)$$

где

$T_{\text{пр}}$  – общая продолжительность выполнения работ, дн.;

$t_{\text{ц}}$  – продолжительность одного опалубочного цикла, дн.

### **10.4. Затраты труда на 1 м<sup>2</sup> общей (жилой) площади здания**

$$t_e = \sum T / S_{\text{общ}} \text{ или } t_e = \sum T / S_{\text{жил}}, \text{ ч.-дн./м}^2, \quad (10.3)$$

где

$\sum T$  – суммарная трудоемкость работ, определяется из формы 5, ч.-дн.;

$S_{\text{общ}}$ ;  $S_{\text{жил}}$  – общая /жил/ площадь здания, упрощенно определяется по плану типового этажа  $S_{\text{эт}} \cdot n$  этажей, м<sup>2</sup>.

### **10.5. Себестоимость затрат труда на 1 м<sup>2</sup> общей /жилой/ площади**

$$C_3 = \sum Z / S_{\text{общ}} \text{ или } C_3 = \sum Z / S_{\text{жил}}, \text{ руб./м}^2 \quad (10.4)$$



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование современных высотных зданий [Текст] : пер. с китайского / Сюй Пэйфу [и др.] ; под ред. Сюй Пэйфу. - М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. - 468 с. :
2. Теличенко, В. И. Технология возведения высотных, большепролетных, специальных зданий и сооружений [Текст] : учебник / В. И. Теличенко, А. И. Гныря, А. П. Бояринцев. - М. : Изд-во АСВ, 2016. - 744 с.
3. Теличенко В. И. Технология возведения зданий и сооружений : учебник для строит. вузов / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лapidус. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2004.
4. Доркин Н. И. Технология возведения высотных монолитных железобетонных зданий [Электронный ресурс} : учебно-методическое пособие/Н.И.Доркин, С.В.Зубанов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 240 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=503269>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Состав и последовательность выполнения РГР .....	4
2. Изучение архитектурно-планировочных и конструктивных особенностей здания.....	5
3. Определение объемов работ .....	7
4. Выбор типа и конструктивной системы опалубки.....	7
5. Ресурсное проектирование .....	10
5.1. Потребность в материальных ресурсах .....	10
5.2. Определение затрат труда, машинного времени и стоимости трудозатрат .....	11
6. Технология производства бетонных работ .....	11
6.1. Определение количества и размеров захваток.....	11
6.2. Методы организации работ.....	14
6.3. Выбор основных технических средств для монтажа сборных элементов, опалубки и бетонирования конструкций .....	14
6.3.1. Выбор технических средств для подачи и укладки бетонной смеси .....	14
6.3.2. Выбор грузозахватных устройств.....	18
6.3.3. Выбор кранов .....	19
7. Технологическая карта на возведение монолитных конструкций типового этажа.....	23
7.1. Область применения .....	23
7.2. Организация и технология выполнения работ.....	23
7.3. Требования к качеству и приемке работ.....	24
7.4. Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы .....	24
7.5. График производства работ .....	25
7.6. Материально-технические ресурсы .....	25
7.7. Обогрев и выдерживание монолитных конструкций в зимний период производства работ .....	26
7.8. Техника безопасности .....	26
7.9. Техничко-экономические показатели .....	27
7.10. Графическое оформление технологической карты.....	27
8. Календарный план выполнения работ по возведению стен и перекрытий надземной части здания .....	29
9. Выполнение фрагмента объектного стройгенплана .....	29
10. Определение технико-экономических показателей проекта производства работ .....	30
10.1. Себестоимость строительно-монтажных работ.....	30
10.2. Продолжительность выполнения работ .....	32
10.3. Оборачиваемость опалубки .....	32
10.4. Затраты труда на 1 м <sup>2</sup> общей (жилой) площади здания .....	32
10.5. Себестоимость затрат труда на 1 м <sup>2</sup> общей /жилой/ площади .....	32
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	33

Петрова Ирина Владимировна

**Технология и организация возведения высотных зданий  
из монолитного железобетона**

Методическое указание для выполнения РГР по дисциплине  
«Технология и организация возведения высотных и большепролетных зданий и  
сооружений» для специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и  
сооружений, студентами очной обучения.