А.Н. Василенко, Д.А. Казаков, И.Е. Спивак, А.Н. Ткаченко

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА МОНОЛИТНЫЕ РАБОТЫ

Учебно-методическое пособие

Воронеж 2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

А.Н. Василенко, Д.А. Казаков, И.Е. Спивак, А.Н. Ткаченко

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА МОНОЛИТНЫЕ РАБОТЫ

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано в качестве учебного пособия редакционно-издательским советом Воронежского государственного технического университета для студентов, обучающихся по направлениям подготовки:

- *08.03.01 «Строительство» профиль «Промышленное и гражданское строительство»- академический бакалавриат, прикладной бакалавриат*
- *08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» - специалист*
- *08.09.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство подземных сооружений» - специалист*

Воронеж 2017

УДК 693.1.001.13 (07)
В19

Рецензенты:
Кафедра промышленного транспорта, строительства и геодезии Воронежского государственного лесотехнического университета;
С.П. Сергеев, директор ООО «Воронежгражданпромстрой»

Василенко А.Н.
В 19 **Разработка технологической карты на монолитные работы** : учеб.-метод. пособие / А. Н. Василенко, Д.А. Казаков, И.Е. Спивак, А.Н. Ткаченко; Воронеж. гос. техн. ун-т. - Воронеж, 2017. – 268 с.

Даны общие положения по разработке технологических карт на комплекс монолитных работ (опалубочных, арматурных, бетонных), нормативные и справочные материалы для принятия организационно-технологических решений при устройстве монолитных конструкций. Более подробно рассмотрены конструктивные и технологические решения различных опалубочных форм и методов бетонирования.

Предназначено для студентов третьего, четвертого курсов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» , 08.05.01, 08.09.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» всех профилей и форм обучения. Пособие может быть использовано при разработке соответствующих технологических карт в выпускных квалификационных работах.

Ил. 156. Табл. 86. Библиогр.: 32 назв.

УДК 693.1.001.13 (07)

Печатается по решению учебно-методического совета ВГТУ

ISBN 978-5-89040-233-2

© Василенко А.Н., Казаков Д.А., Спивак И.Е., Ткаченко А.Н. 2017
© Воронежский государственный технический университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……...……5
1. Общие требования к составу технологической карты на монолитные работы……6
2. Состав и содержание технологической карты на монолитные работы …….....7
2.1. Область применения…….....8
2.2. Организация и технология выполнения монолитных работ……8
2.3. Требования к качеству работ……...10
2.4. Потребность в материально-технических ресурсах……..11
2.5. Техника безопасности и охрана труда……....12
2.6. Технико-экономические показатели……..….13
3. Состав и содержание курсового проекта по составлению технологической карты на монолитные работы …….....15
4. Общие сведения о технологии выполнения монолитных работ и материалах для устройства монолитных конструкций……...16
4.1. Опалубочные работы……17
4.1.1. Общие положения, требования к опалубкам, нагрузки, технико-экономические показатели……..……17
4.1.2. Классификация опалубок……...…24
4.1.3. Выбор опалубки……..……27
4.1.4. Технология выполнения опалубочных работ…….…….31
4.1.5. Контроль качества при производстве опалубочных работ……..…64
4.1.6.Техника безопасности при производстве опалубочных работ……....67
4.2 Арматурные работы……..…..69
4.2.1. Общие положения……...…69
4.2.2. Технология выполнения арматурных работ…….....72
4.2.3. Контроль качества при производстве арматурных работ……...83
4.2.4. Техника безопасности при производстве арматурных работ……84
4.3. Бетонные работы……....85
4.3.1. Общие сведения о бетоне и его компонентах…….…85
4.3.2 Приготовление и транспортирование бетонных смесей……..91
4.3.3. Подача и распределение бетонной смеси…….……96
4.3.4.Укладка и уплотнение бетонной смеси. Общие требования……104
4.3.5. Технология бетонирования различных конструкций……114
4.3.6. Выдерживание бетона и уход за ним……..122
4.3.7. Контроль качества бетонных работ. Приемка работ……123
4.3.8. Техника безопасности при производстве бетонных работ……...127
5. Рекомендации к выполнению расчетов основных параметров технологической карты……....131
5.1.Определение объемов работ при устройстве монолитных конструкций (Приложение 1)……...131
5.2. Калькуляция затрат труда на производство монолитных работ (Приложение 2)……...……138
5.3 Обоснование и выбор методов производства работ, грузоподъёмных машин и механизмов, средств малой механизации, пакетирования и грузозахватных приспособлений **(**Приложение 3)……..…140
5.3.1. Выбор организационно-технологической схемы производства работ……..140
5.3.2. Проектирование опалубочных работ…….……141

5.3.3. Выбор средств малой механизации……195
5.3.4. Выбор машин и оборудования для подачи грузов и укладки бетонной смеси……213
5.4. Технико-экономическое обоснование вариантов производства работ (Приложение 4)……224
5.5. Расчет количественного и профессионально-квалификационного состава комплексной бригады (Приложение 5)……237
5.6. Организационно-технологические методы выполнения монолитных работ (Приложение 6)……239
5.6.1. Определение размера и количества захваток ……239
5.6.2. Организация работ……243
5.6.3. Примерный перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений……244
5.7. Доставка и складирование материалов и грузов (Приложение 7)……247
5.8. Расчет технико-экономических показателей (Приложение 8)……259
6. Составление технологической карты на монолитные работы……260
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……265
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……266.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из путей развития современного строительства является интенсификация выполнения различных строительных процессов и их взаимоувязка во времени и пространстве. Интенсификация позволяет не только повысить производительность труда, но и обеспечить высокую рентабельность и конкурентоспособность производства как по технологическим, так и по социально-эстетическим параметрам.

С переходом строительного комплекса на рыночные отношения возрос интерес к монолитному строительству, которое можно рассматривать как важный резерв повышения общего уровня индустриализации и интенсификации строительного производства.

Монолитное строительство может быть целесообразнее и эффективнее сборного, в первую очередь, в районах со сложными технологическими условиями, при повышенной сейсмичности, в местах, где отсутствуют или недостаточно развиты мощности полносборного строительства и т.п.

Экономические преимущества строительства из монолитных железобетонных конструкций по сравнению с полносборным или кирпичным строительством заключаются в снижении до 30-40% затрат на создание производственной базы, уменьшении до 20% расхода стали, снижении до 30% энергоёмкости при приблизительно равных общих трудовых затратах на возведение.

Кроме того, монолитный железобетон даёт возможность оптимизировать конструктивное решение зданий и сооружений, существенно повысить эксплуатационные характеристики объектов.

Практика современного строительства подтвердила технико-экономические преимущества возведения жилых и общественных зданий из монолитного бетона и железобетона, которые позволяют с минимальными затратами повысить качество и архитектурную выразительность объектов, а также реализовывать ресурсосберегающие технологии монолитных процессов, включающих опалубочные работы (установка и снятие опалубки), арматурные работы (установка, монтаж арматуры) и бетонные работы (приготовление и транспортировка, укладка, уплотнение бетонной смеси и выдерживание её в оптимальных условиях твердения).

Помимо достоинств монолитного бетона и железобетона, отмеченных выше, есть и недостатки, одним из которых является большая трудоёмкость выполнения работ. В общем объёме трудовых затрат на выполнение монолитных работ опалубочные работы составляют от 18 до 45%, арматурные 15-30% и бетонные до 35% в зависимости от вида строительства, типа и размеров бетонируемых конструкций, применяемых систем опалубок и т.п.

Всё вышесказанное позволяет сделать вывод о целесообразности дальнейшего совершенствования технологии монолитного строительства. Без тщательного проектирования производства комплекса технологических процессов по устройству монолитных конструкций, позволяющего снизить стоимостные,

трудовые и материальные затраты, невозможно получить требуемую эффективность. Наиболее подробно эти задачи решаются в технологических картах.

Задачей курсового проекта на разработку технологической карты на устройство монолитных конструкций является углубление и закрепление теоретических знаний, изучение действующей нормативно-справочной и технической документации, сводов правил по данному вопросу, а также обучений будущих бакалавров, инженеров и магистров самостоятельному принятию прогрессивных технологических решений при производстве опалубочных, арматурных и бетонных работ.

В данном учебно-методическом пособии использованы основные положения по разработке типовых технологических карт, а также более подробно рассмотрены конструктивные и технологические решения различных опалубочных форм, методов бетонирования, средств механизации при выполнении работ и обобщены многие справочные материалы по рассматриваемому вопросу.

Данное пособие можно использовать и при разработке технологических карт на устройство монолитных конструкций в выпускных квалификационных работах специалистов и магистрантов.

1. Общие требования к составу технологической карты на монолитные работы

Требования к составу и содержанию технологической карты изложены в [15].

Исходными данными для разработки технологической карты (ТК) являются проект организации строительства (ПОС), строительный генеральный план, рабочие чертежи возводимого объекта, сроки строительства, наличие в строительной организации машин, механизмов, приспособлений, возможность применения прогрессивных методов и способов производства работ и т. п.

Технологическая карта составляется для использования:

- в составе проекта производства работ (ППР) – на возведение здания, сооружения или его части;
- на выполнение отдельных видов работ – геодезических, земляных, свайных, каменных, монтажных, бетонных (опалубочных, арматурных), кровельных, отделочных, устройства полов, санитарно-технических и т.п. работ;
- на работы подготовительного периода строительства.

Технологическая карта так же может быть использована при подготовке тендерной (договорной) документации подряда, для контроля качества выполнения работ заказчиками, генподрядчиками и надзорными органами, при обучении и повышении квалификации рабочих и ИТР, в учебном процессе по специальности.

Технологическая карта составляется на работы, в результате которых создаются конструктивные элементы здания, например, монтаж колонн, подкрановых балок, стеновых панелей трубопроводов и т.д. (т.е. готовая продукция).

При необходимости технологическая карта разрабатывается на сооружение ответственных элементов и узлов, от качества которых зависят безопасность и надежность здания.

Технологическая карта разрабатывается для обеспечения строительства рациональными решениями по организации, технологии и механизации строительных работ.

Составление технологической карты начинается с изучения видов и характеристик конструктивных элементов зданий, ознакомления с нормативной документацией и сводами правил на выполнение монолитных работ.

Необходимо иметь в виду, что устройство монолитных конструкций выполняется как комплексный процесс, включающий опалубочные, арматурные и бетонные работы.

В технологической карте должны быть отражены вопросы технологии и организации процесса с точки зрения современного технического уровня опалубочных систем, армоэлементов, способов доставки и укладки бетонной смеси.

Технологические схемы разрабатываются с отображением последовательности работ и основных принципов организации труда всех процессов, входящих в состав устройства монолитных конструкций.

Необходимо показать расстановку всех машин и механизмов, транспортных средств и бригад, рабочих зон, размеры захваток, делянок и ярусов, складирование материалов на приобъектном складе и на рабочих местах, пункты приемки бетонной смеси. При этом все предлагаемые решения должны обеспечить бесперебойную и ритмичную работу опалубщиков, арматурщиков и бетонщиков комплексной или специализированной бригады (звена), профессионально-квалификационный состав которой рассчитывается на основе принятых методов производства работ.

Необходимо также разработать систему контроля качества предшествующих работ, материалов и изделий, поступающих в производство, выполнения технологических операций и процесса в целом и мероприятия по технике безопасности и охране труда, обеспечивающие качественное и безопасное ведение работ. В технологической карте определяется потребность в материально-технических ресурсах и рассчитываются технико-экономические показатели.

2. Состав и содержание технологической карты на монолитные работы

Технологическая карта состоит, как правило, из следующих разделов:

1. Область применения.
2. Организация и технология выполнения работ.
3. Требования к качеству работ.
4. Потребность в материально-технических ресурсах.
5. Техника безопасности и охрана труда.
6. Технико-экономические показатели.

2.1. Область применения

В разделе приводится наименование технологического процесса (устройство монолитных фундаментов, колонн, стен, перекрытий и т.п.), типа (вида) здания (сооружения), для которых разрабатывается данная технологическая карта.

Указывается назначение технологической карты (новое строительство, реконструкция, капитальный ремонт).

Приводятся объемы работ, при которых следует применять данную карту ($м^3$ здания, $м^2$ застройки и т.п.).

Сообщаются условия и особенности производства работ (в летнее время, в зимних условиях), требования к температуре, метеорологическим и другим показателям окружающей среды, при которых допускается производство работ.

В картах для технологического процесса монолитных работ указываются наименование, класс бетона, марка арматуры, тип опалубки, фирма-производитель и нормативные документы (ГОСТ, ТУ и т.п.), требования которых должны быть учтены при разработке ТК.

Устанавливается перечень вопросов, требующих уточнения при привязке типовой ТК к конкретному объекту строительства (уточнение объемов и технологии работ, количество машин и оборудования, потребность в трудовых и материально-технических ресурсах и т.д.).

2.2. Организация и технология выполнения монолитных работ

Раздел подразделяется, как правило, на подготовительные, основные и заключительные подразделы.

В подразделе «*Подготовительные работы*» сообщается, какие проектные, технологические и разрешительные документы необходимы для выполнения работ, как должна быть произведена комплектация строительных материалов, как выбраны строительные машины и оснастка, как организуется строительная площадка и рабочие места (планировка, защита деревьев и кустарника, транспортные пути, стоянки, водо- и электроснабжение, канализация, установка осветительной аппаратуры, противопожарной охраны, предупредительных знаков и щитов, организаций и т.п.)

Подготовительные работы содержат:

- схему организации рабочей зоны строительной площадки с указанием зоны складирования материалов и конструкций; пунктов приема бетонной смеси, проходов и проездов, размещения машин, механизмов, лесов, подмостей; опасной зоны вокруг зданий и сооружений; размещения санитарно-бытовых помещений;
- схемы расстановки машин, механизмов и оборудования с привязкой их к осям здания с указанием опасных зон, способов и ограждения.

В подраздел также могут быть включены:

- схемы транспортирования, складирования и хранения материалов;
- требования к геодезическому обеспечению строительства;
- данные об условиях производства работ: под открытым небом, под навесом или пленочным укрытием, в теплом помещении.

В схемы транспортирования и складирования материалов следует включать:

- требования к условиям перевозки и таре, перечень рекомендуемых транспортных средств и тары с указанием их основных характеристик и количества перевозимых материалов и грузов;
- требования к организации площадки складирования, ее размерам, типу покрытия, уклонам и к температурно-влажностному режиму хранения материалов;
- схемы складирования опалубок, арматурных элементов, размещение пункта приема бетона.

В подразделе «*Основные работы*» указывается деление технологии устройства монолитных конструкций на составляющие технологические процессы, а процессы – на операции, производится их описание. Основные данные о технологическом процессе приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Основные данные о технологическом процессе «устройство монолитных конструкций (фундаментов, стен, колонн, перекрытий)»

Наименование и последовательность технологических операций	Объем работ, $м^2$, $м^3$, кг, т и т.п.	Наименование машин, оборудования, инструмента, затрата машинного времени, маш.-час	Наименование строительных материалов и деталей. Потребность, кг, $м^2$, $м^3$, т и т.п.	Наименование рабочих, затраты труда, чел.-час
1	2	3	4	5

В описание технологического процесса включаются:

- требования к качеству предшествующего технологического процесса (операций). Например, к качеству установки опалубки или армирования для выполнения бетонных работ с указанием допустимых отклонений;
- технологические схемы процесса (операций);
- схемы механизации работ (расстановка на объекте машин, оснастки и т.п.).

Описание технологического процесса должно содержать:

- количественный и профессионально-квалифицированный состав бригады (звена);
- указание по организации рабочих мест, включающие схемы размещения рабочих, материалов, средств механизации;
- мероприятия по обеспечению устойчивости конструкций и частей зданий;
- перечень технологических процессов, последовательность и способы выполнения технологических операций;

- порядок совмещения процессов и операций во времени и пространстве с учетом безопасности их выполнения;
- схемы строповки и способы подачи материалов на рабочее место и т.п.

В подразделе «*Заключительные работы*» приводятся работы, которые выполняются после основных: возведение стен после устройства фундаментов, перекрытий – после колонн, обустройство территории и т.п.

2.3. Требования к качеству работ

В разделе приводятся контролируемые параметры технологического процесса и операций (операции контроля), размещение мест контроля, исполнители, объемы и содержание операций контроля, методики и схемы измерений, правила документирования результатов контроля и принятия решений об исключении дефектной продукции из технологического процесса.

Контроль качества, предусматриваемый в технологической карте, состоит из:

- входного контроля проектной и технологической документации (проверка ее легитимности, комплектности и полноты, наличия исходных данных для выполнения процесса монолитных работ, перечня работ, материалов и оборудования);
- входного контроля применяемых строительных материалов, изделий и конструкций;
- операционного контроля технологического процесса устройства монолитных конструкций;
- приемочного контроля качества работ, смонтированных конструкций и оборудования, построенных зданий и сооружений.

В технологической карте предусматриваются методы контроля, средства, схемы, правила выполнения измерений и испытаний и их оценки.

В разделе могут быть приведены формы актов на скрытые работы и промежуточную приемку ответственных конструкций, а также на сдачу-приемку законченных работ и объектов.

Основные данные и параметры, необходимые для контроля, приводятся в таблицах.

Для *операционного контроля* технологического процесса составляется табл. 2.

Таблица 2

Операционный контроль технологического процесса монолитных работ

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля
1	2	3	4

2.4. Потребность в материально-технических ресурсах

В этот раздел технологической карты включают:

- перечень машин и технологического оборудования;
- перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений;
- перечень материалов и изделий.

Машины, технологическое оборудование, технологическая оснастка, инструменты и приспособления, требующиеся для устройства монолитных конструкций, выбираются с учетом отечественного и зарубежного опыта, сравнения вариантов механизации процесса. Машины и оборудование должны обеспечить плановые сроки и нормативные показатели качества работ.

В табл. 3 указываются основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество машин и оборудования для выполнения процесса на звено или бригаду.

Таблица 3

Машины и оборудование для монолитных работ

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машин, технологического оборудования, тип, марка	Основные технические характеристики, параметры	Количество
1	2	3	4

Перечень, характеристика, типы, марки, назначение и количество технологической оснастки, инструмента, инвентаря, приспособлений на звено или бригаду, заносится в табл. 4.

Таблица 4

Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
1	2	3	4

Потребность в материалах и изданиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах определяются по рабочей документации с учетом действующих норм расхода материалов в строительстве (в том числе ведомственных и местных).

Результаты расчета потребности в материалах и изделиях приводятся в табл. 5.

Таблица 5

Материалы и изделия для монолитных работ

Наименование технологического процесса и его операций; объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
1	2	3	4	5

При разработке технологической карты для конкретных объектов или строительной организации в первую очередь следует использовать имеющиеся в наличии машины, оборудование, оснастку, инструменты, инвентарь и приспособления (если их технические характеристики удовлетворяют требованиям выполняемого процесса и нормативных документов).

2.5. Техника безопасности и охрана труда

Раздел должен содержать правила, решения и мероприятия, способствующих соблюдению требований Технических регламентов (СП) в строительстве.

Раздел в целом базируется на требованиях нормативных документов по безопасности труда и должен содержать:

- решения по охране труда и технике безопасности для данных строительных процессов (монолитные работы), приемы безопасной работы;
- схемы производства работ с указанием опасных зон, устройств и конструкций ограждений, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации машин и оборудования, технологической оснастки, приспособлений, грузозахватных устройств;
- указания по применению индивидуальных и коллективных средств защиты при выполнении технологического процесса;
- мероприятия по предупреждению поражения электротоком;
- мероприятия по ограничению опасных зон вблизи мест перемещения грузов кранами.

Разрабатываются также ***мероприятия по охране окружающей среды*** (снятие и сохранение культурного слоя почвы; экологическая безопасность эксплуатации машин и механизмов; сохранность зеленых насаждений; мероприятия, ограничивающие уровень шума, пыли и т.д.), требования к оснащению строительной площадки устройствами для мытья колес автотранспорта.

Раздел по ***пожарной безопасности*** должен базироваться на требованиях нормативных документов и содержать:

- решения по количеству въездов на строительную площадку, наличию проездов требуемой ширины, их количеству и расстояний между ними;
- мероприятия по эвакуации рабочих с лесов и высотных сооружений;

- решения по складированию горючих материалов;
- порядок использования электрических и газовых приборов;
- оснащение рабочих мест средствами пожаротушения: бочки с водой, ведра, емкости с песком, огнетушители;
- схемы эвакуации работающих в случае пожара;
- схемы опасных зон с установкой защитных и сигнальных ограждений, индивидуальных и коллективных средств защиты.

Раздел должен содержать ссылки на основные документы (СНиП 12-03-2001; СНиП 12-04-2002; ГОСТ 12.4.011-89; СНиП 12-03-99; ГОСТ Р 12.1.019-2009 (ИУС 11-2010); ГОСТ 12.1030-81*; ГОСТ 12.1.004-91*; ГОСТ Р 12.4.026-2001; ГОСТ 23407-78; ГОСТ 12.1.046-2014; ГОСТ 12.3.033-84).

2.6. Технико-экономические показатели

К основным технико-экономическим показателям (ТЭП) относятся:
- продолжительность работ (нормативная и по графику производства работ);
- суммарные затраты ручного труда и машинного времени;
- калькуляция затрат ручного и механизированного труда;
- график производства работ;
- сметные расчеты стоимостных затрат.

Продолжительность выполнения работ и нормативные затраты труда и машинного времени определяются на технологический процесс, на объект, на конструктивный элемент или часть здания (сооружения) на основе калькуляций затрат ручного и механизированного труда, а также графика производства работ.

Продолжительность выполнения технологических процессов, затраты ручного и механизированного труда могут определяться по данным строительной организации (фирмы) при условии, что эти процессы выполняются постоянным составом рабочих с соблюдением нормативных требований качества.

Калькуляция затрат ручного и механизированного труда представлена по форме табл. 6.

Таблица 6

Калькуляция затрат ручного и механизированного труда (КЗТ)

Наименование технологического процесса и его операций	Объем работ	Обоснование норм	Норма времени рабочих, чел.-ч.	Норма времени машин, маш.-ч.	Затраты труда рабочих, чел.-ч.	Затраты труда машин, маш.-ч.	Состав звена по ЕНиР
1	2	3	4	5	6	7	8

В калькуляцию, кроме основных, включаются вспомогательные процессы, например разгрузка, раскладка и складирование строительных конструкций и

материалов в рабочей зоне; установка и закрепление средств, подмащивания, приготовление и подача бетонной смеси, опалубки и арматурных элементов.

Нормы времени рабочих и машин могут быть разработаны специализированной организацией (нормативной станцией), имеющей соответствующую лицензию, по данным хронометражных наблюдений за процессом, а также по соответствующим сборникам ЕНиР.

Затраты труда рабочих и машин (гр. 5,6) определяются произведением объемов (гр.2) на соответствующие нормы времени (гр. 3,4).

График производства работ (почасовой) составляется на отдельном листе (может быть частью листа формата А-I) по данным табл. 7.

Исходными данными для почасового графика являются калькуляция затрат труда на эффективный вариант производства, выбранные способы и методы производства работ и принятый состав комплексной бригады (звена).

Кроме основных работ по устройству монолитных конструкций в почасовом графике показывают все вспомогательные работы (подача опалубки, арматуры и бетонной смеси на рабочее место, установка бетонолитных труб и проемообразователей, установка и перестановка подмостей и лесов и т.п.). Помимо этого необходимо отражать неучтенные работы (разгрузка материалов, складирование и т.п.).

Разрабатывать почасовой график необходимо с обеспечением непрерывной работы комплексной бригады (звена) и его постоянства по количественно-квалификационному составу.

Таблица 7

График производства работ
(продолжительность технологического процесса)

Наименование технологического процесса и (или) его операций	**Затраты труда рабочих, чел.-ч. (чел.-см)**	**Затраты труда машин, маш.-ч. (маш.-см.)**	**Состав звена (бригады), чел.**	**Продолжительность технологического процесса, ч (см)**	**Рабочие часы**								
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**и т.д.**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**								

Продолжительность технологического процесса и его операций определяется в часах (сменах) путем деления затрат труда рабочих на количество рабочих в звене (бригаде) или устанавливается по времени работы машины, если она является ведущей в данном технологическом процессе.

Технико-экономические показатели могут быть дополнены другими *сметными расчетами*, например, заработной платой рабочих, затратами на эксплуатацию машин и оборудования и др.

3. Состав и содержание курсового проекта по составлению технологической карты на монолитные работы

Курсовой проект по разработке технологической карты на монолитные работы состоит из текстовой части – расчетно-пояснительной записки (ПЗ) и графической части, выполняемой на листе формата AI.

В пояснительной записке предусматривается разработка двух разделов – **А** и **Б:**

- **А** – непосредственно **ТК**;
- **Б** – расчет основных параметров ТК (оформляется в виде следующих приложений):
  - Определение объемов работ при устройстве монолитных конструкций *(Приложение 1)*
  - Калькуляция затрат труда на производство монолитных работ *(Приложение 2)*
  - Обоснование и выбор методов производства работ, грузоподъёмных машин и механизмов, средств малой механизации, пакетирования и грузозахватных приспособлений *(Приложение 3)*
  - Технико-экономическое обоснование вариантов производства работ *(Приложение 4)*
  - Расчет количественного и профессионально-квалификационного состава комплексной бригады *(Приложение 5)*
  - Организационно-технологические методы выполнения монолитных работ *(Приложение 6)*
  - Доставка и складирование материалов и грузов *(Приложение 7)*
  - Расчет технико-экономических показателей *(Приложение 8)*

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На лист графических материалов (формат А-1) выносятся:

- ✓ схема производства работ (оптимальный вариант);
- ✓ калькуляция затрат труда;
- ✓ график производства работ;
- ✓ ведомости потребности в основных материалах и изделиях, а так же в машинах и оборудовании, технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях,
- ✓ технико-экономические показатели;
- ✓ указания по производству работ;
- ✓ необходимые схемы (организация рабочих мест, разрезы по ярусам, опалубочные чертежи, схемы армирования, укладки и уплотнения бетонной смеси).

4. Общие сведения о технологии выполнения монолитных работ и материалах для устройства монолитных конструкций

Комплексный процесс устройства монолитных бетонных и железобетонных конструкций включает:

- установку опалубки и последующую ее разборку;
- установку арматурных элементов;
- укладку и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном во время его выдерживания;
- отделку бетонных поверхностей.

При этом ведущей работой является укладка бетонной смеси, которой должны быть подчинены все остальные.

Технологическая последовательность монолитных работ представлена на схеме рис.1

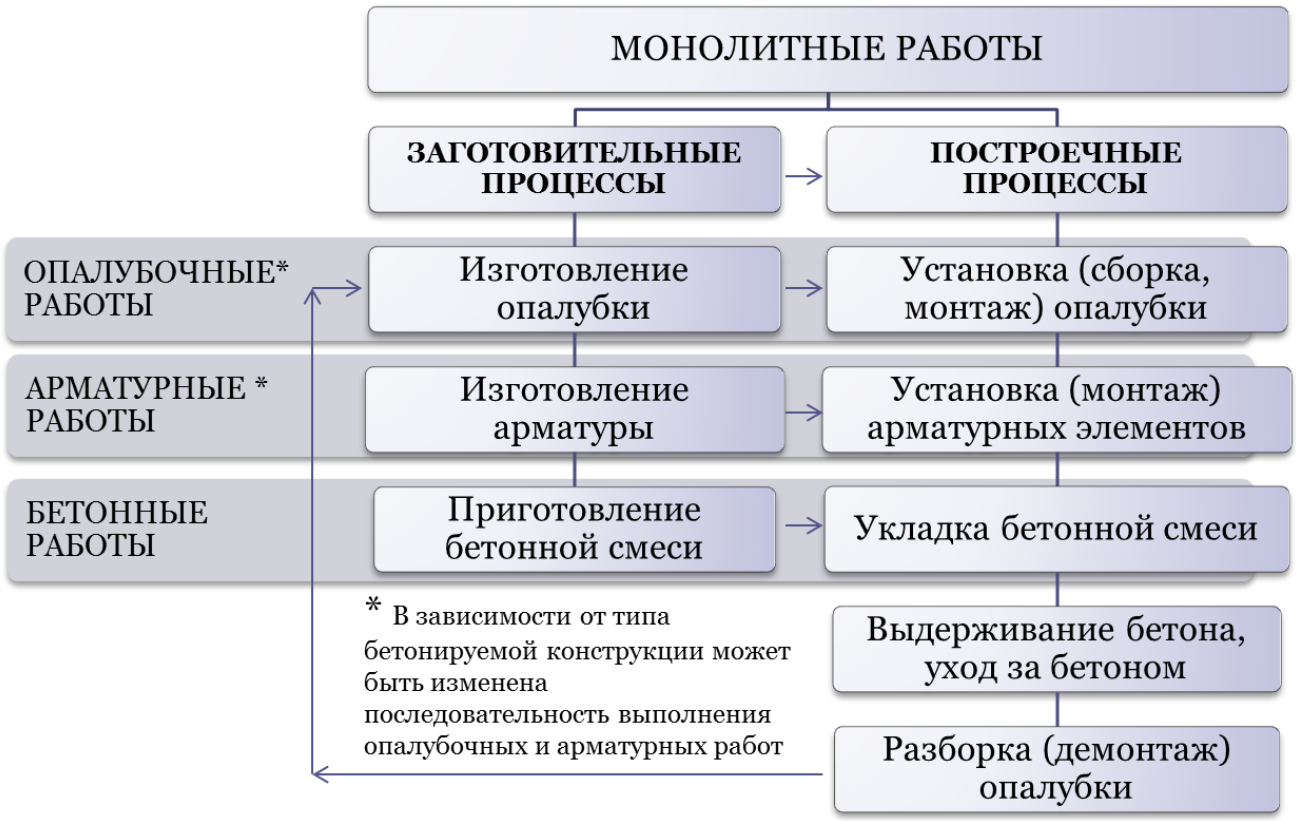


Рис.1. Технологическая последовательность выполнения монолитных работ

4.1. Опалубочные работы

4.1.1. Общие положения, требования к опалубкам, нагрузки, технико-экономическим показатели

Опалубкой называют совокупность временных специальных приспособлений для формования бетонных и железобетонных конструкций.

Работы по изготовлению и установке опалубки называют ***опалубочными***. Разборка опалубки после затвердения бетонной смеси и приобретения бетонной заданной прочности называется ***распалубкой***.

Опалубка и опалубочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями сводов правил ГОСТ Р 52085-2003 «Опалубка. Общие технические условия», ГОСТ Р 52086-2003 «Опалубка. Термины и определения» и СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

Опалубка состоит из следующих основных элементов (рис.2.):

- *опалубочная форма*, собранная из опалубочных щитов, которые непосредственно контактируют с бетоном (ламинированная фанера, пластик, металл т.п.);
- *крепежные элементы* (схватки, тяжи, замки, клинья);
- *опорные* (поддерживающие) *устройства* (стойки, подкосы, балки, треноги);
- *вспомогательные элементы* (лестницы, площадки, ограждения и т.д).

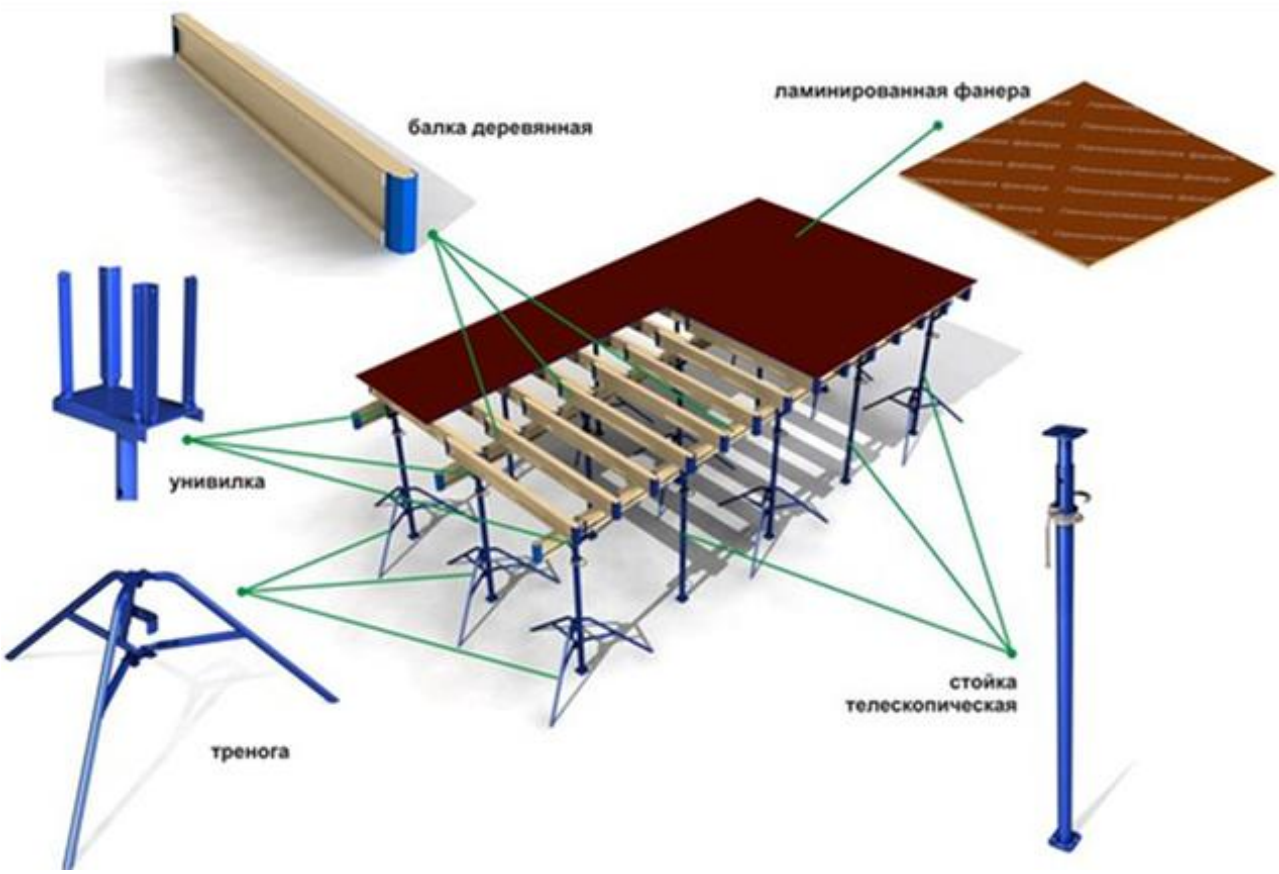


Рис. 2. Элементы опалубки

Опалубка (опалубочная система) должна удовлетворять ряду конструктивных, технологических и экономических требований, в том числе:

- ✓ обеспечивать правильность и неизменяемость геометрической формы бетонируемой конструкции;
- ✓ быть оборачиваемой, т.е. многократно используемой;
- ✓ быть жесткой, прочной и устойчивой, без деформаций воспринимать нагрузки от давления бетонной смеси, перемещения на ней рабочих и др.;
- ✓ быть технологичной, т.е. не создавать затруднений при армировании и укладке бетонной смеси, обеспечивать малую трудоемкость установки и разборки опалубки;
- ✓ отличаться конструктивной простотой, изготавливаться из доступных материалов;
- ✓ обеспечивать качество бетонируемой поверхности, для чего применять опалубочные щиты с малым сцеплением их с бетоном, не допускать утечки «цементного молока» при бетонировании.

При расчете опалубок учитывают **вертикальные** (собственный все опалубки, вес свежеуложенной бетонной смеси, арматуры, нагрузка от рабочих и транспортных средств, частично динамическая нагрузка от выгрузки бетонной смеси и ее уплотнении), **горизонтальные** (ветровая нагрузка, боковое давление бетонной смеси, частично динамическая нагрузка от выгрузки и вибрирования бетонной смеси) и **монтажные** нагрузки, возникающие в процессе распалубливания конструкции и обусловленные *сцеплением* бетона с опалубкой (рис.3.).

Рис. 3. Пример воздействия нагрузок на опалубку

Расчет опалубки ведут на нагрузки при самом невыгодном их сочетании в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Нагрузки, учитываемые при расчете опалубки и поддерживающих ее лесов

Элементы опалубки	Вертикальные нагрузки					Горизонтальные нагрузки	
	собственный вес опалубки и лесов	вес свежеуложенной бетонной смеси	вес арматуры	от движения рабочих и транспорта по опалубке	от выгрузки вибрирования бетонной смеси	давление бетонной смеси на боковые элементы опалубки	от сотрясений при выгрузке бетонной смеси, вибрировании
1	2	3	4	5	6	7	8
Опалубка плит, сводов и поддерживающих конструкций:							
- для расчета прочности	+	+	+	+	-	-	-
- для проверки жесткости	+	+	+	-	-	-	-
Опалубка колонны периметром до 900 мм и стен толщиной до 100мм:							
- для расчета прочности	-	-	-	-	-	+	-
- для проверки жесткости	-	-	-	-	-	+	-
Опалубка колонн периметром более 900 мм и стен толщиной более 100 мм:							
- для расчета прочности	-	-	-	-	-	+	-
- для проверки жесткости	-	-	-	-	-	+	-
Боковые щиты коробов балок, прогонов и арок:							
- для расчета прочности	-	-	-	-	-	+	-
- для проверки жесткости	-	-	-	-	-	+	-
Днища коробов балок, прогонов и арок:							
- для расчета прочности	+	+	+	-	+	-	-
- для проверки жесткости	+	+	+	-	-	-	-
Опалубка массивов:							
- для расчета прочности	-	-	-	-	-	+	+
- для проверки жесткости	-	-	-	-	-	+	-

Знак «+» обозначает нагрузки, которые следует учитывать при расчете опалубки и поддерживающих лесов.

Конструктивные элементы, поддерживающие прогоны (стойки лесов и т.п.), рассчитывают на нагрузки от двух смежных ребер, расположенных по обе

стороны рассчитываемого элемента (при расстоянии между ребрами менее 1м) или от одного ребра, ближайшего к рассчитываемому элементу (при расстоянии между ребрами 1м и более).

Расчетные формулы для определения максимальной величины бокового давления бетонной смеси представлены в табл.9

Таблица 9

Боковое давление свежеуложенной бетонной смеси

Способ уплотнения бетонной смеси	**Расчетные формулы для определения максимальной величины бокового давления, МПа**	**Предел применения формулы**
Внутренними вибраторами	$P = \gamma H$	$H < R$
	$P_{max} = \gamma H$	$H \geq R$
Наружными вибраторами	$P = \gamma H$	$H < 2\ R_1$
	$P_{max} = \gamma 2R_1$	$H \geq 2\ R_1$
Без вибраторов	$P = 1100H$	$\frac{H}{r} > 9.1$ и $H<4\upsilon$
	$P = 1100*4\upsilon$	$\frac{H}{r} < 9.1$ и $H\geq 4\upsilon$
	$P = 10000r$	$\frac{H}{r} > 9.1$

где: P- максимальное боковое давление бетонной смеси, МПа;

γ- объемный вес бетонной смеси, т /м$^{3;}$

H- высота уложенного бетона, м;

R- радиус действия внутреннего вибратора, м (примерно 0,75м);

R_{1-} радиус действия наружного вибратора, м (примерно 1м);

υ- скорость наполнения форм бетоном, м /ч;

r- гидравлический радиус сечения, равный:

для стен - в/2;

для колонн - F/p,

где: *в* - толщина стены, м;

F и *p*- площадь (м^2) и периметр (м) поперечного сечения колонны.

Расчет лесов и элементов, возводимых на высоте более 6м и незащищенных от действия ветра, производят с учетом ветровых нагрузок при коэффициенте устойчивости не менее 1,25. Расчет устойчивости производят на совместное действие давления ветра и веса опалубки, а если опалубка устанавливается совместно с арматурой, то учитывается и вес последней.

Динамические нагрузки на боковую опалубку от выгрузки в нее бетонной смеси указаны в табл. 10.

Таблица 10

Динамические горизонтальные нагрузки от подаваемой в опалубку бетонной смеси.

Способ подачи бетонной смеси в опалубку	Горизонтальные нагрузки на боковую опалубку, МПа
Непосредственно из бетоновозов или по локтам и хоботам.	20
Из транспортных средств емкостью до 0,2 $м^3$	20
То же, емкостью до 0,8 $м^3$	40
То же, емкостью более 0,8 $м^3$	60

Указанные в таблице 10 динамические нагрузки учитывают полностью при расчете щитов опалубки и поддерживающих их ребер в соответствии с расчетной схемой конструкции.

Прогиб элементов опалубки и лесов под действием нагрузок не должен превышать:

- для опалубки открытых поверхностей бетона (для вертикальной поверхности) -1/400 пролета элемента опалубки;
- для опалубки скрытых поверхностей бетона - 1/250 пролета элемента опалубки;
- для опалубки перекрытий - 1/500 пролета;
- упругий прогиб или просадка поддерживающих элементов лесов - 1/100 свободного пролета соответствующей железобетонной конструкции.

Усилие отрыва опалубки от бетона определяют по формуле:

$$\mathbf{P_{om}=S_H*F_k*K_{c.o},} \qquad (1)$$

где: $\mathbf{P_{om}}$- усилие отрыва, $Н/м^2$ (Па);

$\mathbf{S_H}$ - нормативная нагрузка сцепления, кПа ($кН/м^2$); определяется по СП 70.13330.2012;

$\mathbf{F_k}$ - площадь контакта опалубки с бетоном, $м^2$;

$\mathbf{K_{c.o}}$ - коэффициент, учитывающий условие отрыва и степень жесткости опалубки (от 0,15 -для мелкощитовой опалубки до 0,55 для блок-форм); определяется по СП 70.13.330.2012.

Сила сцепления (**Н**) материалов опалубки площадью $1м^2$ с бетоном представлена в табл. 11.

Бетонная смесь прилипает к деревянным и стальным поверхностям опалубки значительно сильнее, чем к пластмассовым, что объясняется свойствами опалубочного материала. Сильно смачивающиеся (гидрофильные) материалы-дерево, фанера, сталь - увеличивают сцепление поверхности опалубки с бето-

ном. Сцепление уменьшается при использовании слабо смачивающихся (гидрофобных) материалов из пластмасс - текстолитом, гетинаксом, полипропиленом и т.п. или при применении различных смазок.

Таблица 11

Удельное сцепление материала опалубок с бетоном

Материал опалубки	Сила сцепления
Фторопласт	1,8
Полипропилен	2,4
Текстолит	2,6
Гетинакс	5,3
Водостойкая фанера	5,3
Полиэфирный листовой стеклопластик	7,4
Лиственница	8,4
Древесностружечная плита	8,4
Сосна	11,2
Листовая сталь	13,2
Алюминиевый сплав	20,1

Принцип действия водных суспензий и гидрофобизирующих смазок основан на том, что на поверхности опалубки образуется защитная пленка, которая снижает сцепление бетона с опалубкой. Комбинированные смазки представляют собой смесь замедлителей схватывания бетона и гидрофобизирующих эмульсий (добавляют сульфатно- дрожжевую барду (СДБ), мылонафт). Такие смазки пластифицируют бетон прилегающей зоны, обеспечивая его не разрушаемость. Смазки-замедлители схватывания бетона используют для получения хорошей фактуры поверхности. На начало распалубливания прочность прилегающего к опалубке слоя бетона несколько ниже прочности основной массы. После распалубки поверхность бетона промывают струей воды, обнажая крупный заполнитель.

Рекомендуемый расход смазок представлен в табл.12

Таблица 12

Расход смазки

Материал опалубки	Положение поверхности	Способ нанесения смазки	Количество смазки г/м^2	
			в летний период	в зимний период
Сталь, фанера	Горизонтальное	кистью удочкой	250 200	300 250
То же	Вертикальное	кистью удочкой	300 250	380 300
Пропитанная доска	Горизонтальное	кистью удочкой	250 200	300 250
То же	Вертикальное	кистью удочкой	350 300	350 300

Смазки наносят до установки опалубки в проектное положение путем пневматического распыления пистолетами или удочками-распылителями. Более вязкие смазки - валиками или щетками.

Рекомендуемые составы смазок представлены в табл.13

Таблица 13

Рекомендуемые составы смазок

Вид смазки	Компоненты смазки		Область применения
	наименование	содержание,%	
Обратная эмульсия	эмульсол кислый синтетический (ЭКС), насыщенный раствор извести при t 50-55 ^{o}C или то же в сочетании с соляровым маслом (5-10%)	20 80	Вертикальные и горизонтальные поверхности форм, кассет при t смазки 50-55 ^{o}C
Прямая эмульсия	ЭКС + кальцинированная сода + вода	-	Горизонтальные поверхности форм
Масляная	отработанные масла групп ММО и МИО по ГОСТ 21046-2015	-	Поверхности сложных очертаний
Консистентная	технический вазелин стеарин соляровое масло	35 15 50	Поверхности, требующие повышенного качества.

Высокая эксплуатационная надежность опалубочной системы в целом обеспечивается физико-механическими свойствами материалов, используемых для изготовления элементов опалубки. В зависимости от применяемого материала опалубки бывают:

а) *деревянные* (цельнодеревянные) из древесины хвойных пород (для ответственных элементов) и лиственных (осина, ольха, береза) - для менее ответственных конструктивных элементов;

б) *металлические*, изготовляемые из листовой стали, металлопроката, стальной сетки с ячейками 5х5 мм в заводских условиях. Требуют обеспечение антикоррозионной стойкости;

в) *пластмассовые*, изготовляемые как из пластика в чистом виде, так и в сочетании с другими материалами (стеклопластик, стекловолокно и т.п.);

г) железобетонные и армоцементные, используемые чаще всего как несъемные опалубки-облицовки;

д) *тканевые*, изготавливаемые из резинотканевых материалов, имеющих тканевую основу, обрезиненную с одной или с двух сторон.

Опалубочные работы характеризуются рядом технико-экономических показателей, среди которых ***стоимость*** (**$C_{ор}$**), ***трудоемкость*** (**$Тр_{ор}$**) и ***материалоемкость*** (**$M_{ор}$**) опалубочных работ, определяемых по формулам:

$$C_{ор} = C_{э} + C_{и}[1+\alpha(n-1)/100]/n + C_{д} - C_{в}, \qquad (2)$$

где: **$C_{э}$** - стоимость эксплуатации опалубки;
$C_{и}$ - стоимость изготовления опалубки с учетом стоимости материалов;
α - стоимость ремонта опалубки в % от стоимости изготовления;
n - нормативная оборачиваемость;
$C_{д}$ - стоимость устройства и разборки доборов по месту;
$C_{в}$ - стоимость возврата материалов.

$$Тр_{ор} = Тр_{э} + Тр_{и}[1+\gamma(n-1)/100]/\ n + Тр_{д}, \qquad (3)$$

где: **$Тр_{э}$** - трудоемкость эксплуатации опалубки;
$Тр_{и}$ - трудоемкость изготовления опалубки;
Г - трудозатраты на ремонт в % от трудоемкости изготовления;
$Тр_{д}$ - трудоемкость устройства и разборки доборов по месту.

$$M_{ор} = M_{и}[1+\acute{\omega}(n-1)/100]\ /n + M_{д}, \qquad (4)$$

где: **$M_{и}$** - расход материалов на изготовление опалубки;
ώ - затраты материалов на ремонт в % от затрат на изготовление;
$M_{д}$ - расход материалов на доборы по месту.

4.1.2. Классификация опалубок

Опалубки бывают *неинвентарные*, используемые только один раз, и *инвентарные*, т.е. многократно оборачиваемые. Типы опалубок различаются по конструктивным особенностям.

В основу классификации опалубок (рис.4) положены функциональные и конструктивные признаки, определяемые типом бетонируемой конструкции, соотношением их геометрических размеров и принятой технологией производства работ.

По *функциональному назначению* в зависимости от типа бетонируемой конструкции опалубку разделяют:

- ✓ для вертикальных поверхностей;
- ✓ для горизонтальных и наклонных поверхностей;
- ✓ для одновременного бетонирования стен и перекрытий;
- ✓ для бетонирования комнат и квартир;
- ✓ для криволинейных поверхностей.

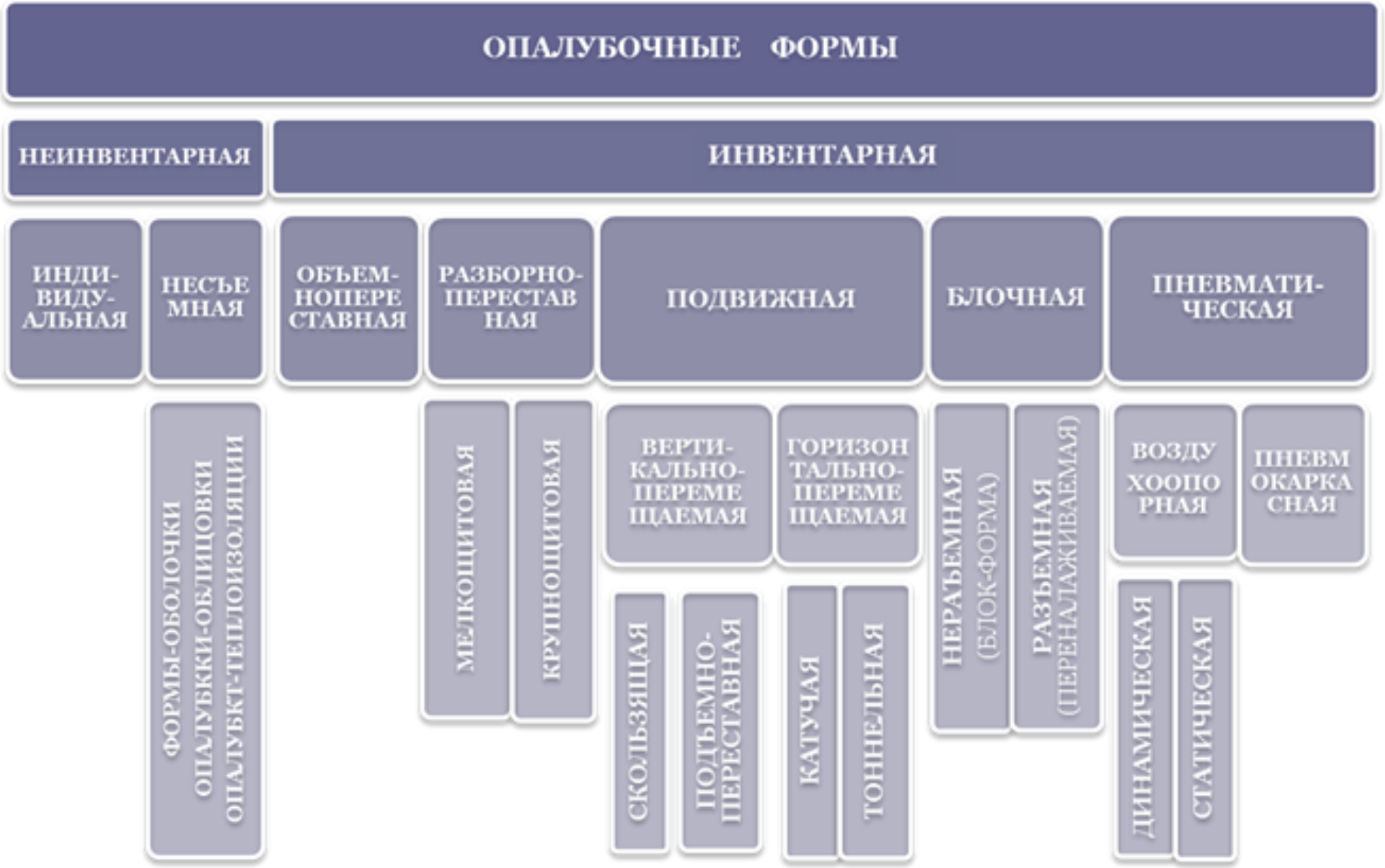


Рис. 4. Классификация опалубочных форм по функциональным и конструктивным признакам

По *использованию* опалубок при различной температуре наружного воздуха и характеру воздействия на бетон их подразделяют на неутепленные, утепленные и греющие (термоактивные).

Различные типы опалубки представлены на рис. 5.

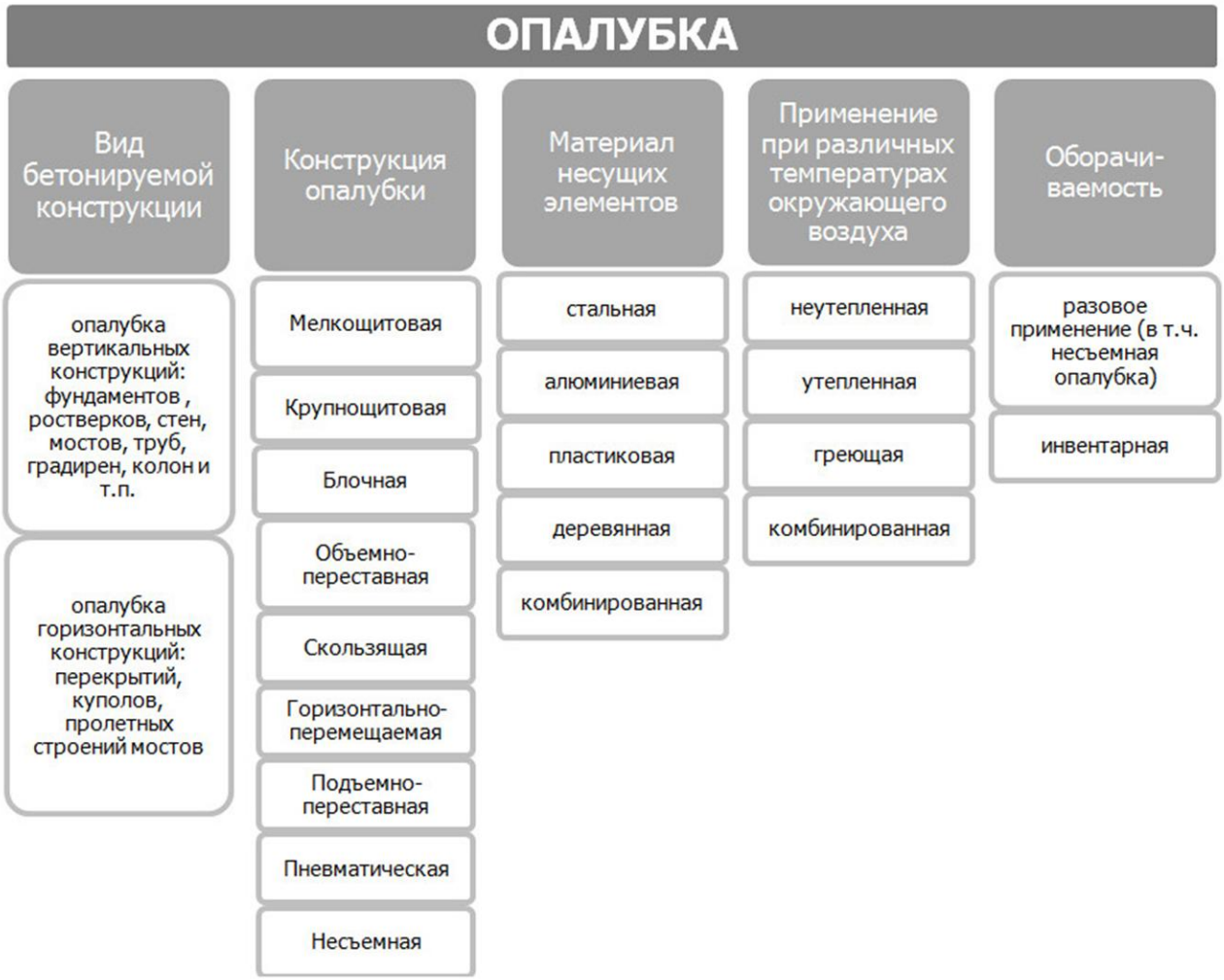


Рис. 5. Типы опалубок

Инвентарная опалубка должна выдерживать установленное количество оборачиваемости, т.е. сборки и разборки без повреждений.

Количество циклов использования различных опалубок представлено в табл.14.

4.1.3. Выбор опалубки

Снижение трудовых и стоимостных затрат на опалубочные работы в большей степени зависят от конструктивных характеристик выбранной опалубки, количества размеров основных элементов и количества комплектов опалубки, их оборачиваемости на данном объекте, массы элементов и способов их соединения.

Таблица 14

Минимальная оборачиваемость опалубки, циклы

Типы опалубок	Материал палубы			Поддер-живающие элементы
	металл (сталь)	фанера	дерево	
Разборно-переставная				
-мелкощитовая	100	30	20	200
-крупнощитовая	120	30	20	120
Подъемно-переставная, блочная	120	30	20	120
Объемно-переставная	200	30	20	200
Скользящая (вертикально-перемещаемая)	300	60	30	600
Катучая, туннельная (горизонтально-перемещаемая)	400	80	40	800

В практике современного промышленного и гражданского строительства успешно применяется достаточно большое количество инвентарных и неинвентарных опалубок, которые выбирают в зависимости от типа и размеров бетонируемой конструкции, способов армирования и подачи бетонной смеси и ряда других параметров.

Среди отечественных производителей опалубочных систем известны: АО Старооскольская опалубка (г.Старый Оскол), НТЦ Стройопалубка ЦНИИОМТП (г.Москва), ДВК – Е (г.Москва), Техноком-БМ (г.Москва), Монолитстрой (г.Москва), Маркетинг-центр Арсенал (СПб), СтройМеталКонтрукция (СПб) и др.

В большом количестве на Российском рынке представлены опалубочные системы немецких фирм (MEVA, NOE, PERI, PERT. DALLI), австрийских (DOKA, RINGER), швейцарских (Plastedil S.A.), канадских (Aluma Systems) и др. (рис. 6)

Рис. 6. Опалубочная системы типа PERI

В табл. 15 представлены конструктивные характеристики и области применения различных опалубочных систем. Таблица составлена с использованием данных, изложенных в [19,20,21,22,24].

Таблица 15

Конструктивные характеристики и области применения опалубочных систем

Типы опалубочных систем	Конструктивные характеристики	Область применения
1	**2**	**3**
Неинвентарная:		
Индивидуальная	Щиты, поддерживающие устройства, крепежные элементы, и др.	Бетонирование уникальных конструкций или опалубка, используемая только единожды
Несъемная (железобетонная, стеклоцементная, металлическая, пенополистирольная, щепоцементная, пенополиуретановая и др.)(рис.39-53)	Плиты, блоки, остающиеся в теле конструкции, крепежные элементы, блоки, поддерживающие устройства	Бетонирование энергоэффективных ограждающих конструкций, а так же конструкций с готовой гидроизоляцией
Инвентарная:		
Разборно-переставная - мелкощитовая (рис.6, 7, 8, 9, 10,11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 24, 25, 26 б)	Щиты массой до 50 кг, площадью до 1,5м^2, устанавливаются вручную. Поддерживающие и крепежные элементы, возможна укрупнительная сборка и последующая установка и разборка крупноразмерными панелями	Бетонирование различных монолитных конструкций, различных размеров и очертания, вертикальные, горизонтальных и наклонных в т.ч. и в стесненных условиях
-крупнощитовая (рис. 13, 23, 26а)	Щиты массой более 50 кг, площадью более 1,5 м^2, устанавливается механизированным способом. Включают различные поддерживающие устройства, оборудуются подмостями, регулировочными или установочными домкратами	Бетонирование различных крупноразмерных и массоемких конструкций (стен, перекрытий и т.п.)
Объёмно-переставная П-образной и Г-образной форм (рис. 28а,б)	Щиты П-образной и Г-образной форм, распалубочный механизм, катки, домкраты	Бетонирование поперечных несущих стен и перекрытий в монолитных зданиях регулярной структуры

Окончание табл. 15

1	2	3
Скользящая (рис.29, 30, 31)	Щиты, закрепленные на домкратных рамах, как правило, с уширением книзу в пределах 1/200-1/500 высоты щита или 5-7 мм на каждую сторону. Домкратная рама опирается на домкратный стержень, установленный в теле бетонируемой конструкции. Помимо этого есть рабочий настил и подвесные подмости.	Бетонирование вертикальных конструкций преимущественно постоянного сечения высотой более 40 м и толщиной не менее 12 см
Подъёмно-переставная (рис.27)	Щиты, отделяемые от поверхности при подъеме, поддерживающие и крепежные элементы, приспособления для подъема, рабочий полнастил.	Бетонирование конструкций и сооружений преимущественно переменного сечения (дымовые трубы, градирни, силосные сооружения и т.п.)
Катучая (горизонтально-перемещаемая) (рис.32, 33)	Опалубочные щиты, закрепленные подвижно или неподвижно на каркасе. Перемещается вдоль возводимого сооружения на тележках или по рельсам	Бетонирование протяженных сооружений: подпорных стен, водопроводов, коллекторов, тоннелей и т.п. конструкций, возводимых открытым способом.
Тоннельная (рис. 33)	Поддерживающие и формующие щиты – секции. Перемещаются с помощью специальных механизмов с гидравлическим или другим проводом.	Бетонирование внутренней обделки тоннелей закрытым способом.
Блочная - неразъемная (рис.34) - разъемная (рис.35) - переналаживаемая	Неразъемные блоки с фиксированным положением формующих поверхностей с конусностью примерно 1/10 высоты. Для отрыва опалубки от бетона применяют домкраты. Перед демонтажом поверхности опалубки отделяются и отводятся от бетона. Допускает изменение размеров в плане и по высоте	Бетонирование однотипных конструкций небольшого объема (фундаментов) с распалубкой в раннем возрасте. Общая площадь 6-10 м^2 Бетонирование однотипных конструкций большого объема. Общая площадь 6-40 м^2. Бетонирование разнотипных конструкций
Пневматическая: - воздухоопорная (рис 36. а, в, г, д, е) - пневмокаркасная (рис.36 б)	Гибкая воздухоопорная оболочка из прорезиненных, капроновых и т.п. тканей. В рабочем положении поддерживается избыточным давлением воздуха в течении всего периода производства работ. Конструктивные элементы из прорезиненных тканей в виде цилиндров и т.п. единожды напряженных воздухом.	Возведение монолитных сооружений криволинейного очертания. Бетонирование горизонтальных и вертикальных поверхностей, образование пустот в теле бетонируемой конструкции.

4.1.4. Технология выполнения опалубочных работ

В практике отечественного массового промышленного и гражданского строительства примерно 90-95 % бетонных и железобетонных конструкций возводят с применением разборно-переставных опалубок. Эти опалубки обладают универсальностью при бетонировании различных типов конструкций с разными размерами. Помимо разборно-переставной достаточно часто применяют объемно-переставные, скользящие, блочные, несъемные опалубки.

На строительные объекты опалубку доставляют комплектами, в состав которых входят: набор щитов, элементы крепления, поддерживающие и вспомогательные устройства. Устанавливают и разбирают опалубки в соответствии с технологической документацией специальные звенья опалубщиков или опалубщики комплексных бригад, имеющие смежные профессии. Принимают смонтированную опалубку мастер или прораб.

Опорные части опалубки размещают на основании, исключающем их просадку. По окончании монтажа проверяют правильность установки несущих, поддерживающих и крепежных элементов, а так же щитов опалубки. Поверхность опалубки перед укладкой бетонной смеси покрывают специальной смазкой.

Выполнение опалубочных работ должно производиться в соответствии с проектом, который включает в себя схему организации работ по устройству монолитной конструкции, маркировочные чертежи, график производства работ с указанием количества комплектов опалубки и ее оборачиваемости. Маркировочный чертеж представляет собой схему опалубливаемой поверхности с указанными элементами опалубки. На схеме опалубочных работ указывается расстановка грузоподъемных механизмов, места складирования и укрупнительной сборки, очередность установки элементов опалубки.

Необходимые операции, количественно-квалификационный состав рабочих при устройстве опалубок может быть ориентировочно назначен в соответствии с табл.16 [28,30].

Таблица 16

Операции при устройстве опалубки

Операции	Элементы опалубки	Рекомендуемый квалификационный разряд рабочего опалубщика
1	2	3
1. Разметка положения бетонируемой конструкции.	-	4
2. То же, закладных деталей.	-	4
3. Подноска элементов опалубки.	-	1
4. Сборка каркаса из несущих балок или щитов.	балки, щиты	2
5. Установка и закрепление схваток ленточного фундамента.	схватки, подкосы	3

Окончание табл. 16

1	2	3
6. Сборка каркаса для фундамента под технологическое оборудование.	-схватки, подкосы, крепления	3;4
7. Установка раскрепления телескопических стоек.	телескопические стойки, крепления, связи	3
8. Сборка опор из телескопических стоек.	телескопические стойки, крепления, связи	3;4
9. Установка прогонов (балок) на стойках.	схватки, балки, брусья	3
10. Установка струбцин и хомутов для опалубки балок и ригелей.	струбцины, хомуты	3
11. Установка раздвижных ригелей.	раздвижные ригели	2;3
12. Выверка опалубки перекрытий и балок.	раздвижные ригели	4;5
13. Установка ригелей и балок наклонных перекрытий и бункеров.	схватки, раздвижные ригели, балки	4;5
14. Выверка опор наклонных перекрытий.	схватки, раздвижные ригели, балки	5
15. Навеска щитов на каркас.	щиты, крепления	2
16. Установка щитов опалубки, перекрытий, балок, бункеров.	щиты, балки, стойки	3

Ниже изложена технология устройства наиболее часто применяемых в практике строительства опалубочных систем, среди которых лидирующее место, как было отмечено выше, принадлежит разборно-переставным.

Разборно-переставные инвентарные опалубки универсальны и могут использоваться для бетонирования различных конструкций.

Опалубку ленточных фундаментов устанавливают до начала бетонирования, за исключением опалубки выступов и углублений по верху фундамента, которую устанавливают в процессе бетонирования. В начале, как правило, устанавливают и раскрепляют инвентарными подкосами маячные стойки и щиты по наружному периметру фундамента через каждые 3-4 метра по углам и местам пересечения. Расстояние между маячными щитами кратно ширине или длине щитов. Одновременно устанавливают подмости. Затем схватками и скрутками крепят остальные щиты. После этого монтируют опалубку по внутреннему периметру. Начиная с высоты 1,6 м от основания фундамента, работы ведут с инвентарных лесов и настилов, сооружаемых снаружи и внутри фундамента.

Технологическая последовательность устройства ленточного фундамента представлена на рис. 7.

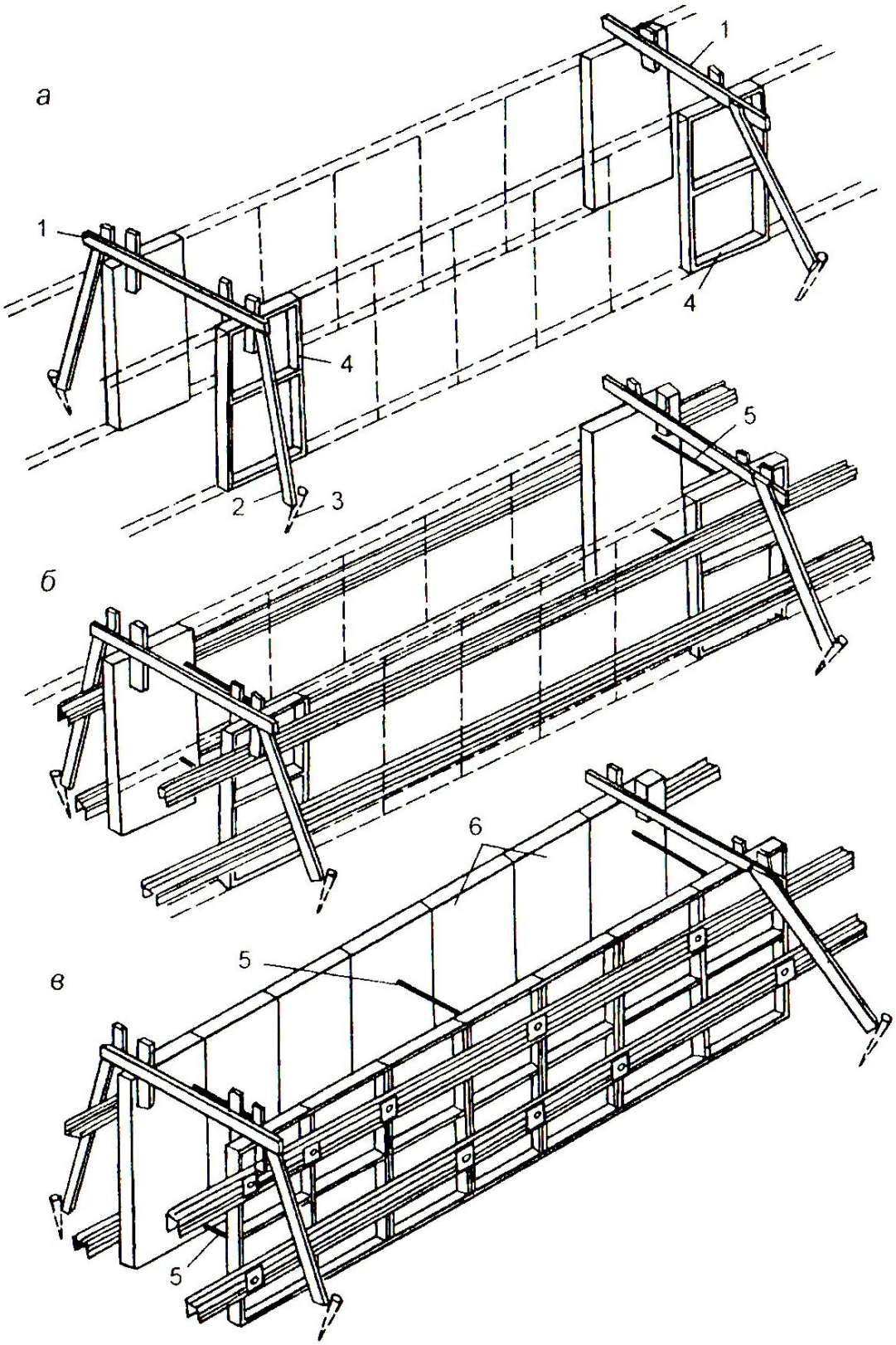


Рис 7. Схема установки опалубки ленточного фундамента:
а-маячных щитов; б – схваток; в – остальных элементов опалубки: 1 – временные распорки; 2 – подкос; 3 – якорь; 4 – маячные щиты; 5 – стяжки; 6 – инвентарные щиты

Опалубку ступенчатых фундаментов стаканного типа устанавливают из пар закладных и накладных щитов (рис. 8). В каждом ярусе закладные щиты вставляют между накладными (накрывными) и полученный короб стягивают тяжами или скруткой, которые воспринимают боковое давление бетонной смеси. Стакан образуют с помощью специальной опалубки – пустотообразователя в форме усеченной пирамиды, который устанавливают на верхний короб, с помощью опорных брусьев.

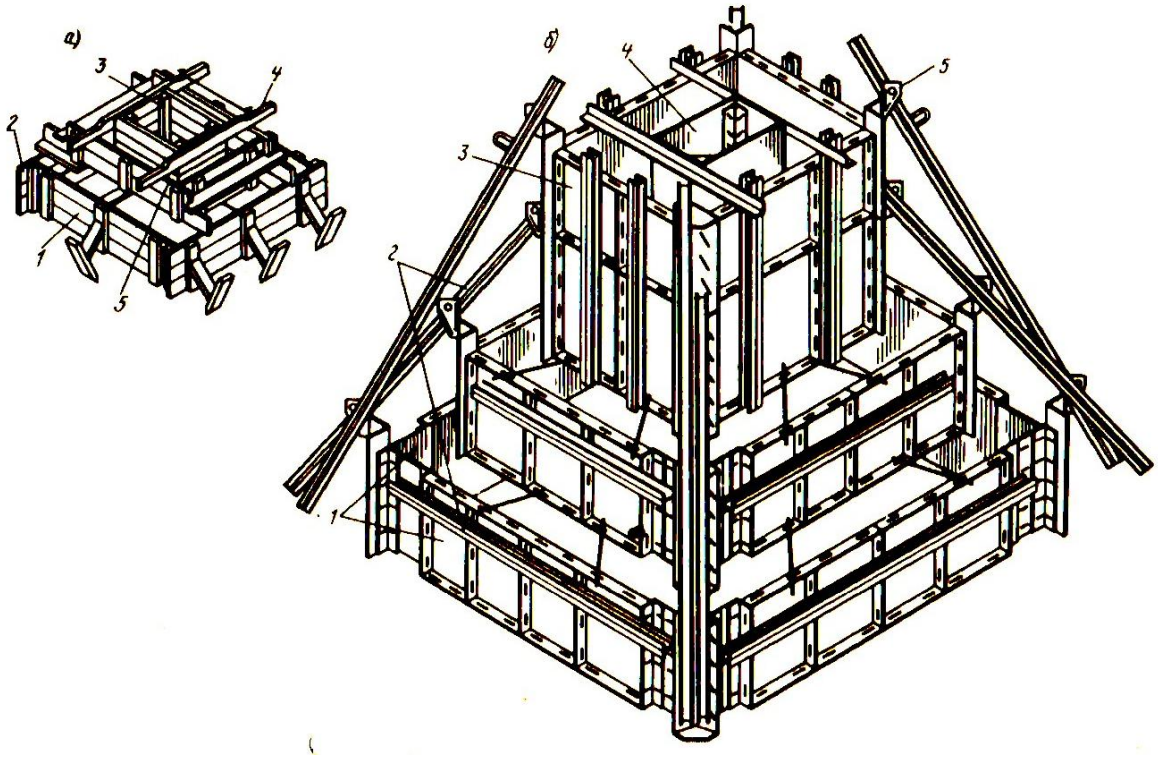


Рис.8. Опалубка ступенчатых фундаментов стаканного типа под колонны:
а – из щитов на сшивных планках: 1 –закладной щит; 2 – накладной щит; 3 – опалубка-пустотообразователь; 4 – опорный брус; 5 – тяж (скрутка); б – из инвентарных щитов: 1 – угловые щиты опалубки; 2 – схватки; 3 – опалубка верха ступени; 4 – стаканообразователь; 5 - флажки

Монтаж инвентарной опалубки начинают с установки монтажных уголков и угловых щитов. К нижним схваткам щиты крепят натяжными струбцинами, а между собой – скобами. После установки опалубки подколонника навешивают схватки второго яруса и устанавливают опалубку второго яруса аналогично.

В обоих случаях опалубка может быть деревянной, металлической, комбинированной (металлический каркас и щит из бакелизированной фанеры) .

Монолитные колонны и перекрытия, в том числе и в монолитном домостроении, сегодня возводят так же в основном в разборно-переставной мелкощитовой опалубке (ЦНИИОМТП, Мева, Дока, НОЕ, Утикор, Далли, Пери, Тиссен, Каплок и др.). Такие системы, как правило, состоят из опалубочных листов или щитов многослойной фанеры, крепежных элементов и поддерживающих (несущих) устройств в виде стоек и балок. (рис. 9-13)

Рис. 9. VARIOGT 24 Опалубка для колонн балочно-ригельная

Непрерывно изменяющиеся прямоугольные и квадратные пересечения, непрерывно регулируемые до 80 см.х 120 см.

Стандартизированная каждая линия горизонтального крепления имеет только две стягиваемые детали, взятые из стандартной программы VARIO

Прочная, спроектированная для давления свежеприготовленной бетонной смеси 100 кН/м², пригодная для более высокого давления бетона

Рис. 10. LICO Опалубка для колонн на универсальных щитах

Практичная, эргономичные детали облегчают использование и снижают время опалубливания

Гибкая - высота трех различных элементов

Сочетается с квадратными и прямоугольными пересечениями колонны в 5 см.шагами от 20 см. х 20 см. до 60 см.х 60 см.; свыше 60 см. с дополнительными стяжками

Рис. 11. MULTIFLEX Балочная опалубка для перекрытия

Высокая несущая способность, большие пролеты уменьшают количество деталей

Экономичная, зависит от толщины стены, необходимо несколько балок и стоек

Рис. 12. SKYDECK панельно-щитовая опалубка из алюминия

Быстрая, ранняя распалубка с системой падающей головки позволяет снять опалубку уже через сутки (в зависимости от толщины перекрытия и класса бетона).

Легковесная, все детали сделаны из алюминия; вес рам и балок менее 16 кг.

Эффективная с систематической последовательной сборкой, необходимы стойки для перекрытия

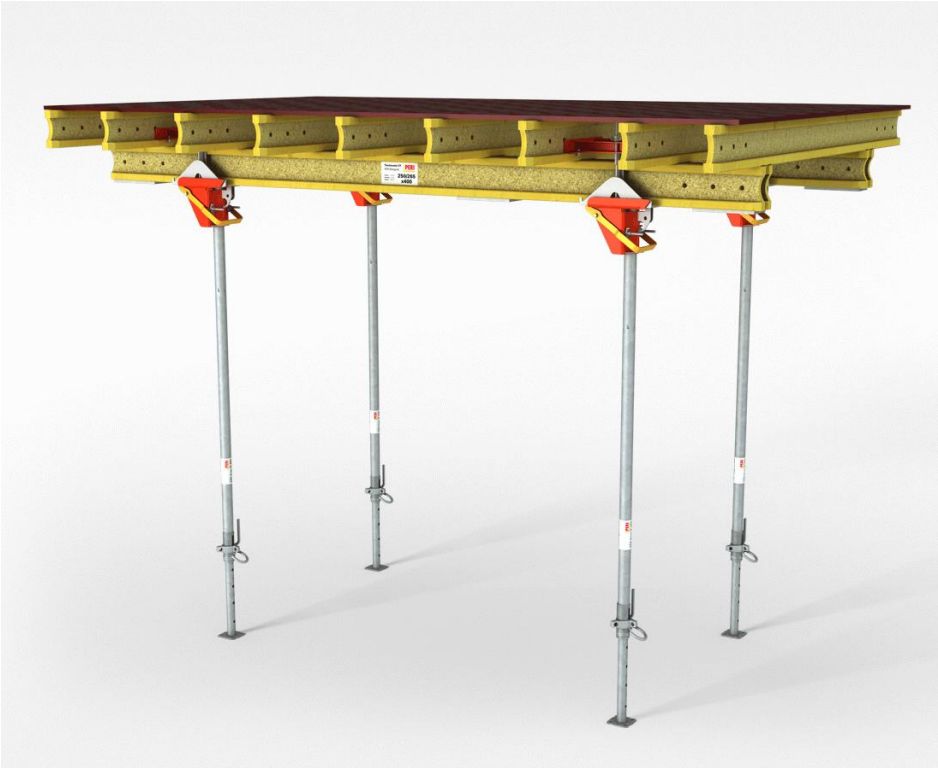


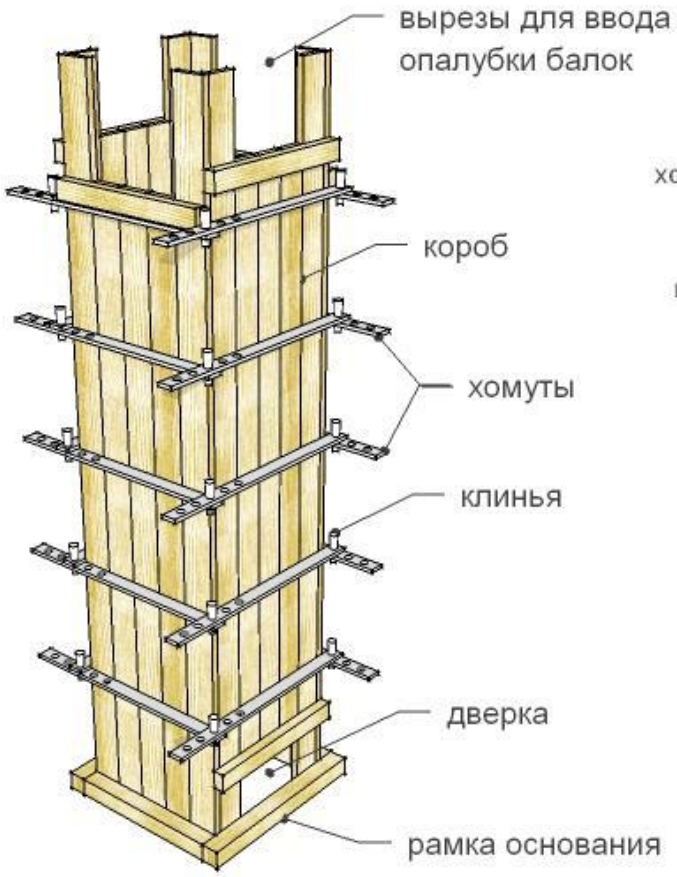
Рис.13. Опалубка перекрытия, система модульных столов

Готовая к использованию, предварительно собранная потолочная опалубка с длиной от 4,00 м. до 5,00 м., шириной 2,15 м. или 2,65 м.

Быстродвижущаяся- от яруса к ярусу в горизонтальном положении с вилкой механизма подъема

Практичная, складные стойки перекрытий для движения под балками

Опалубку колонн собирают из деревянных, металлических и комбинированных щитов (рис. 9, 10,14,15,)



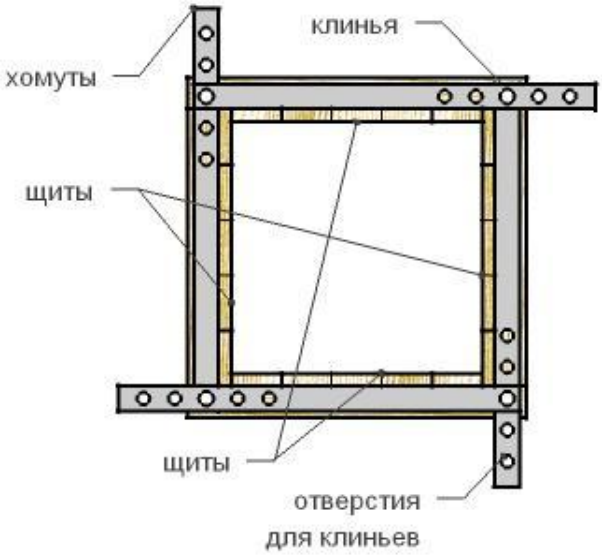


Рис. 14. Опалубка колонн из деревянных щитов на сшивных планках

Деревянную опалубку, как правило, собирают из щитов на сшивных планках. Короб, образованный щитами, охватывают деревянными или металлическими хомутами, скрепленными клиньями. Металлические инвентарные щиты или панели обычно навешиваются на арматурные каркасы, прикрепляемыми к арматуре и стягиваются так же тяжами или хомутами. При высоте колонн до 3 метров целесообразно использовать опалубочный щит на полную высоту с поперечными ребрами. При высоте более 3 метров, густом армировании или небольшом поперечном сечении один из щитов верхних ярусов устанавливают только после окончания бетонирования нижних ярусов.

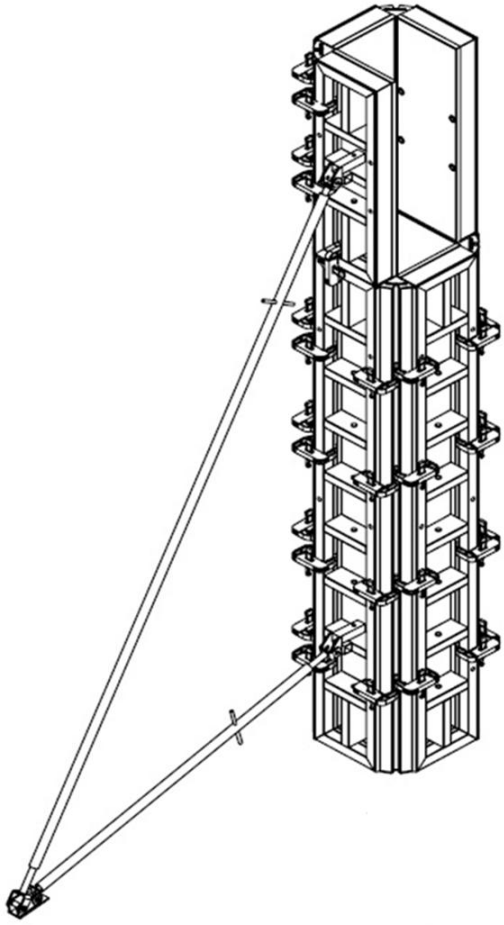


Рис. 15. Опалубка колонн на угловых элементах

Для точной установки опалубки и простоты ее разборки нижний короб можно опереть на деревянную раму. Через каждые 2-3 метра по высоте колонны (при ее высоте более 5 метров) устраивают подмости или рабочие площадки, на уровне которых в опалубке устраивают отверстия (окна) размеров 50х50 см для подачи и уплотнения бетонной смеси.

После выверки вертикальности положения опалубки и регулировки отметки низа ее закрепляют растяжками или другими приспособлениями для обеспечения пространственной устойчивости.

Опалубка балок обычно состоит из 2-х боковых щитов и днища, вставляемого между ними. Боковые щиты снизу крепят прижимными элементами (досками в деревянной опалубке), сверху боковые щиты удерживают поперечными схватками или опалубкой перекрытия при высоте балок до 45 см, при большей высоте – боковые щиты дополнительно скрепляют стяжками (рис. 16).

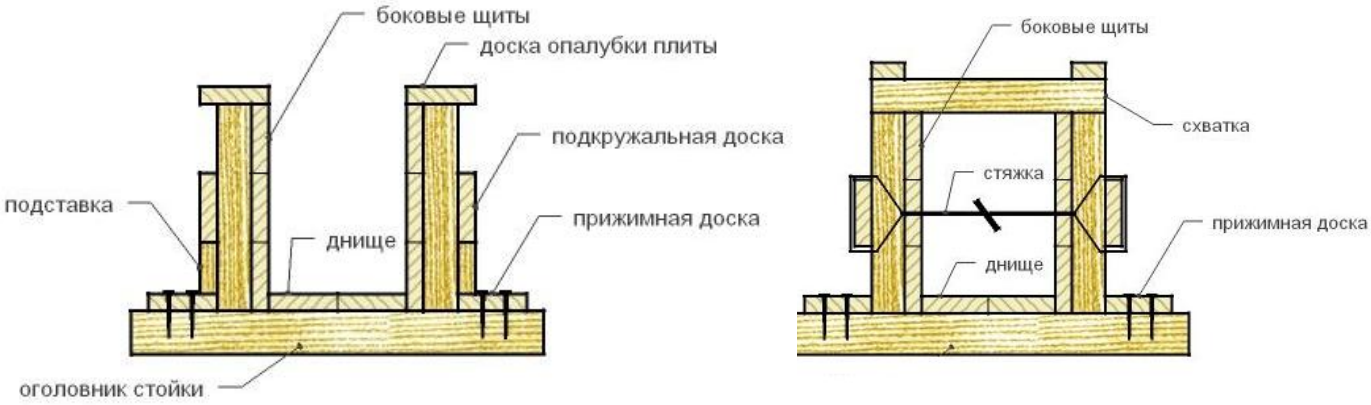
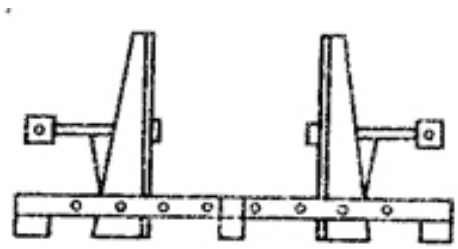


Рис. 16. Поперечное сечение короба балок при наличии и при отсутствии плиты над балкой

Металлическая опалубка включает раздвижные струбцины (рис. 17), которые позволяют изменять размеры поперечного сечения прогонов и балок.

а ***б***



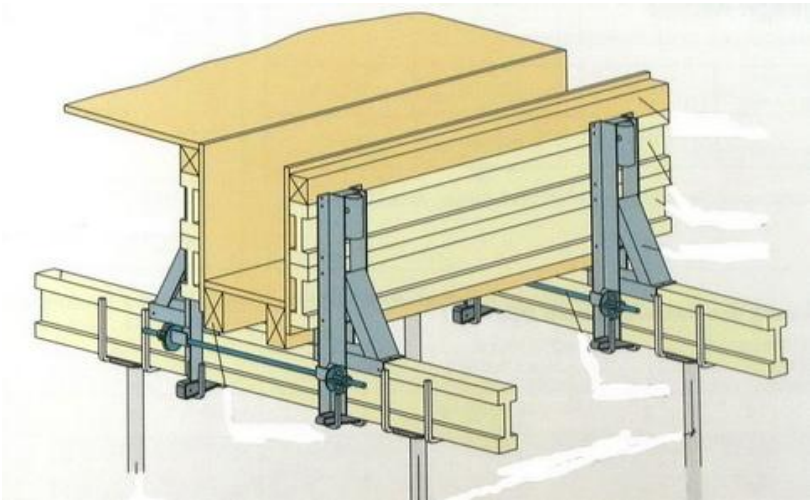


Рис. 17. Конструкция опалубки ригельной балки*:*
а - балочная раздвижная струбцина;
б - .Опалубка на базе элементов системы NOE H20

На высоте опалубка балок, прогонов и перекрытий поддерживается в проектном положении конструкцией стоек и балок, называемой ***лесами***.

Поддерживающие леса состоят из стоек, прогонов, раскосов и лаг, бывают *поэтажными и сквозными*. Первые чаще применяются при высоте этажа до 6 м. Инвентарные стойки (рис.18,19) могут быть цельными, телескопическими (Мева Дек, NOE, Утинор и др.) сборными. Для обеспечения пространственной жесткости стойки устанавливаются на треноги (рис. 18д) или объединяются горизонтальными связями в пространственные конструкции (рис.19).

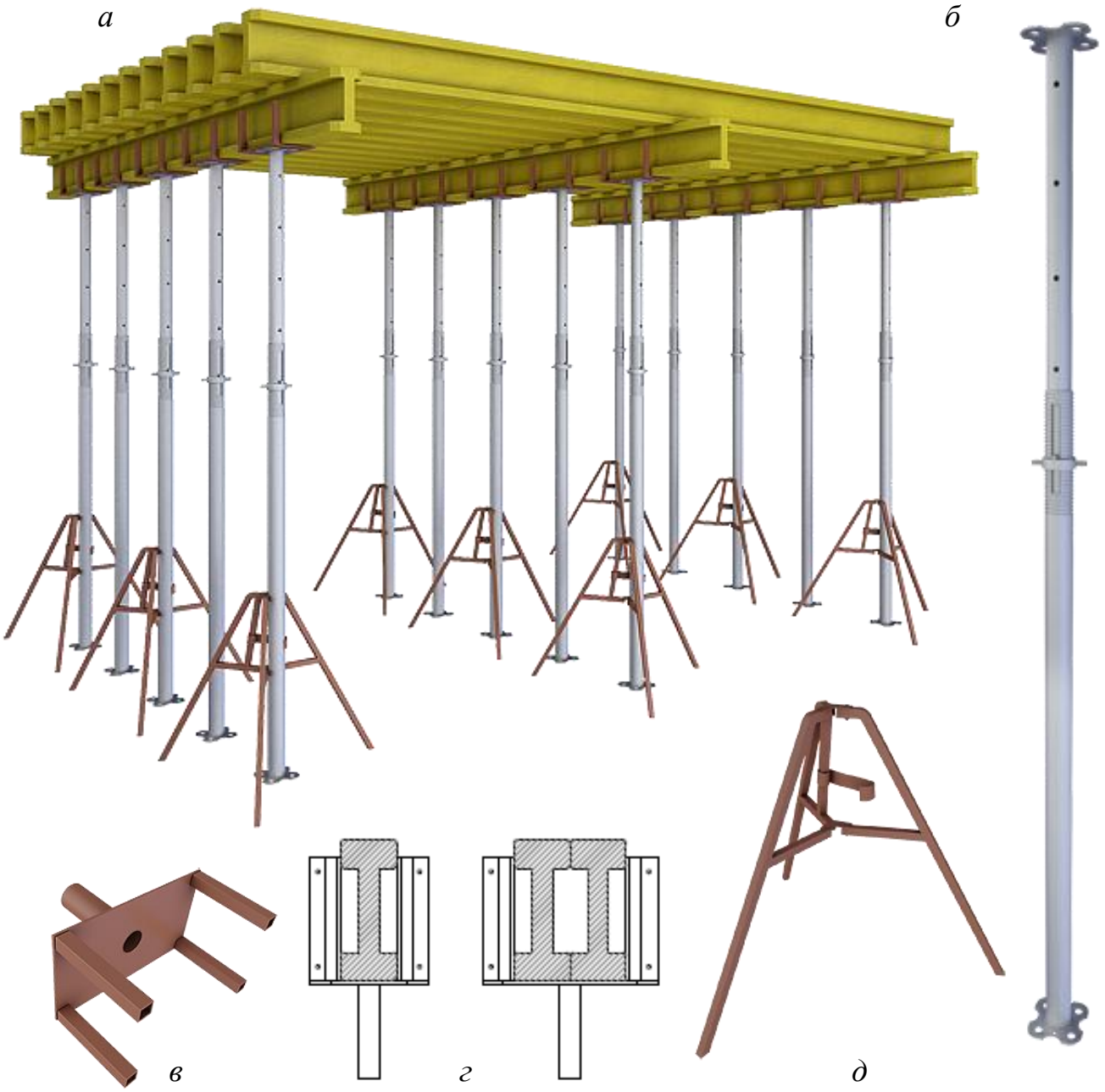


Рис. 18. Элементы балочной опалубки перекрытия:
а – общий вид; б – стойка; в – четырехходовая головка (унивилка); г. – фиксация балок в головке; д - тренога

Рис. 19. Телескопические стойки, рама для крепления стоек

Инвентарные стойки для регулировки опорной системы имеет винтовые домкраты и, как правило, три вида съемных головок: вильчатая головка (рис. 20 а), падающая головка (рис. 20 б), опорная головка.(рис. 20 в)

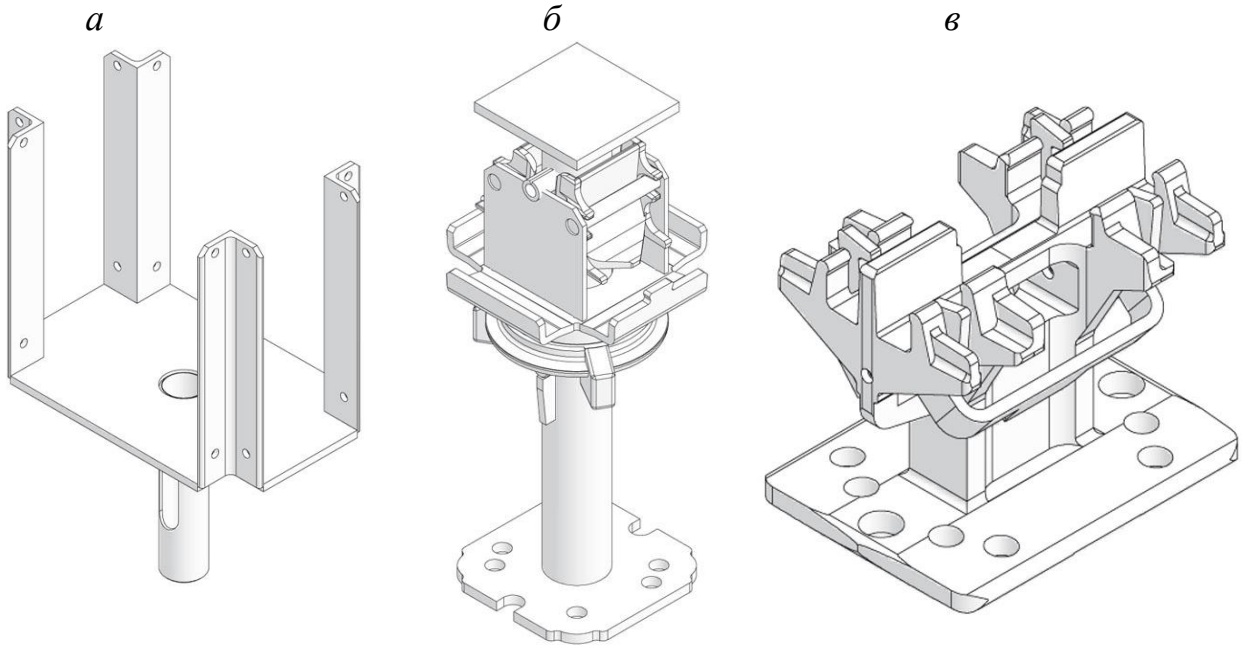


Рис.20. Виды съемных головок: *а – вильчатая; б – падающая; в - опорная*

Вильчатая позволяет установить в ней одну или (и) две главные несущие балки. ***Падающая*** позволяет убрать часть стоек и балок при наборе бетоном достаточной прочности. Падающая головка при нажатии на специальный рычаг опускается до 10 см, при этом другие стойки и балки не убираются. ***Опорные*** головки поддерживают опалубочную систему до разпалубливания. Их можно опустить на 1-2 см, что дает возможность сначала оценить состояние опалубки, а потом достаточно легко произвести разпалубливание.

Возможно так же применение телескопических стоек, состоящих из 2-х труб, входящих одна в другую. Во внутренней имеются сквозные отверстия, в которые вставляется стальной штырь (рис. 19).

В комплекте лесов могут быть раздвижные ригели (доборные балки) для обеспечения необходимого строительного подъема (рис. 21)

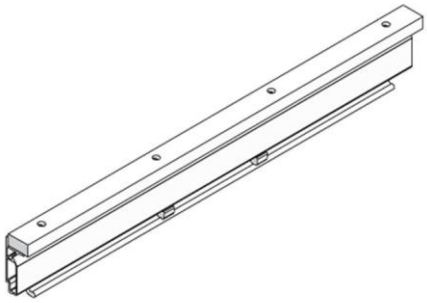


Рис. 21. MD-Доборная балка опалубки перекрытий MevaDek

Несущие балки современных опалубочных систем могут быть деревянными (ЦНИИОМТП, Тиссен, Мева Дек, НОЕ, Далли, Пери) или металлическими (Утинор, Каплок, NOE). Наибольшее распространение нашла деревянная клееная балка Н20 (рис.22а-г), в виде двутавра с выпуклой стенкой и достаточно широкими поясами. Металлические балки выполняются из алюминиевых сплавов (рис. 22д).

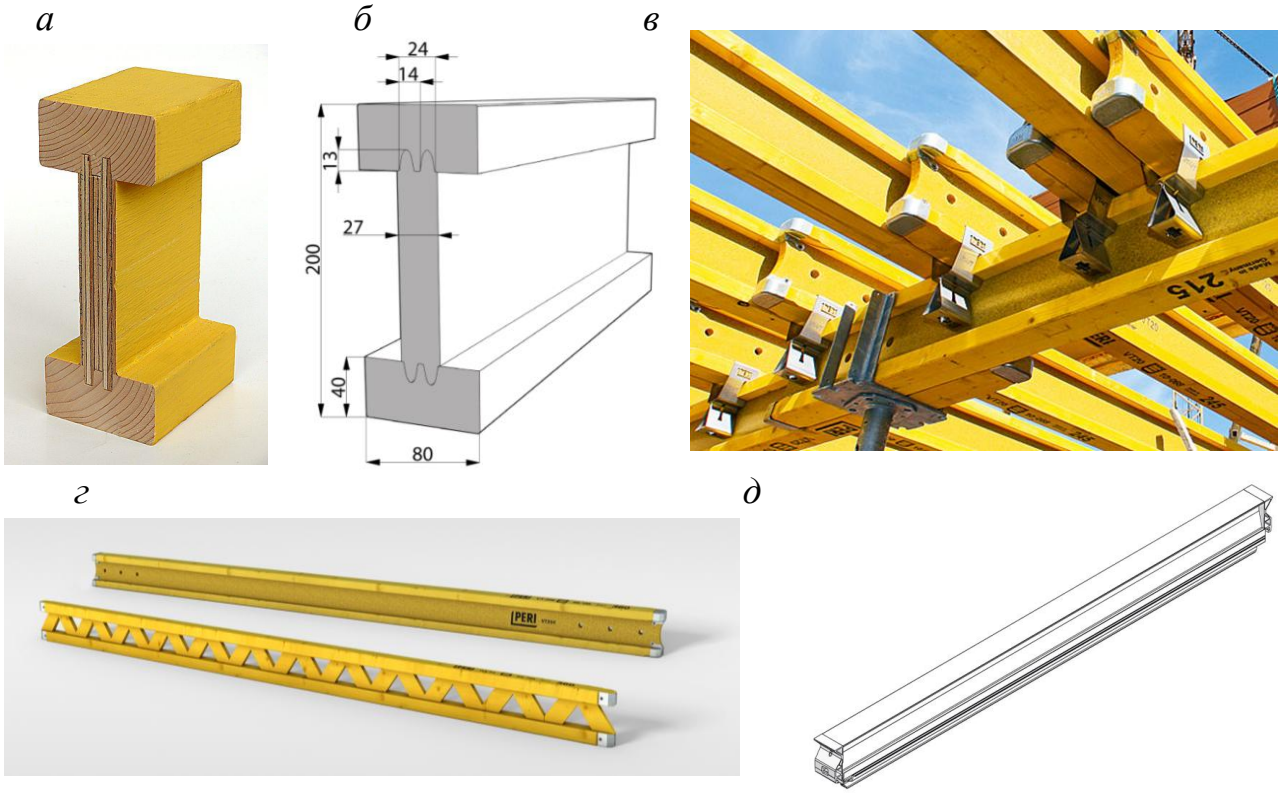


Рис. 22. Виды балок перекрытия:
а – сечение балки Н20; б – Размеры балки ; в – крепление балок; г – деревянные балка системы Пери (VT 20K со сплошной стенкой с прочными металлическими защитными колпачками на концах и GT 24 Решетчатая); д – алюминиевая балка MD-Главная балка MevaDek

Опалубку плоских перекрытий собирают на стоечных или (реже) сплошных лесах (рис. 23,24). При стоечных лесах используют инвентарные щиты, укладываемые по балкам и прогонам (деревянная опалубка- см. рис 19 а) или раздвижным ригелям (стальная опалубка – рис.25). Шаг стоек обычно равен 1200-1500 мм. Интервал между балками и раздвижными ригелями от 500 мм до 1200 мм.

Для устройства перекрытий применяют и крупнощитовую столовую опалубку фирмы Пери (см рис. 13).

Рис. 23. Опалубка перекрытий на объемных стойках

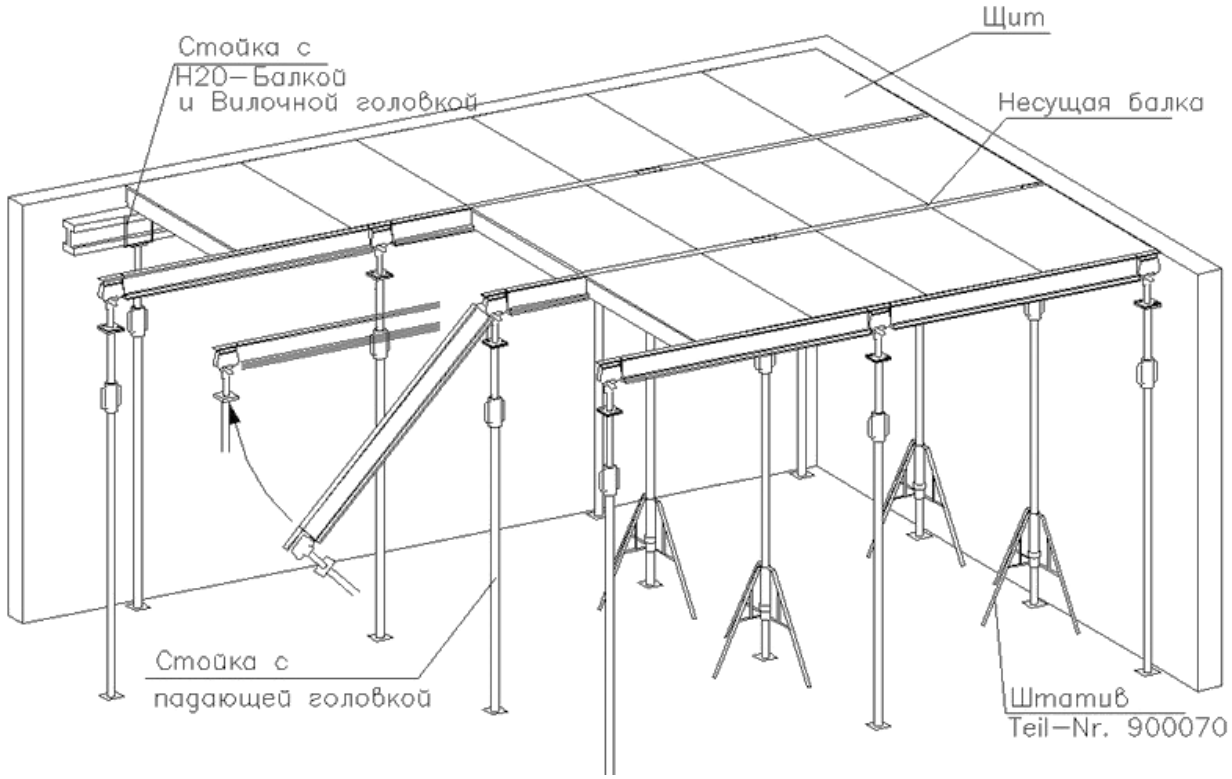


Рис. 24. Модульная система NOEdeck с падающей головкой.
Система состоит из оцинкованных опорных стоек, стальных оцинкованных падающих головок, продольных балок из алюминиевого сплава и алюминиевых щитов с интегрированной ламинированной фанерой

Опалубку ребристых перекрытий начинают с установки днища прогонов и балок в вырезы колонн и их крепления. Под опалубку днища подставляют инвентарные стойки и раскрепляют их. После выверки проектного положения днища балок в вырезы опалубки колонн устанавливают боковые щиты опалубки балок. После установки опалубки балок окончательно раскрепляют поддерживающие стойки в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Разновидностью ребристого перекрытия является *кессонная конструкция*, у которой ребра, расположенные в нижней части, взаимно перпендикулярны (рис. 25а) и о*днонаправленные перекрытия* (рис. 25б). Монолитную структуру формируют с помощью опалубки из пластмассы. Это формы размером 74х80 см и высотой 20-40 см. Их располагают на небольшом расстоянии друг от друга (по осям 80х80 см), для того чтобы образовались полости для бетонирования монолитных балок, прошедших армирование и расположенных взаимно перпендикулярно друг к другу.

а *б*

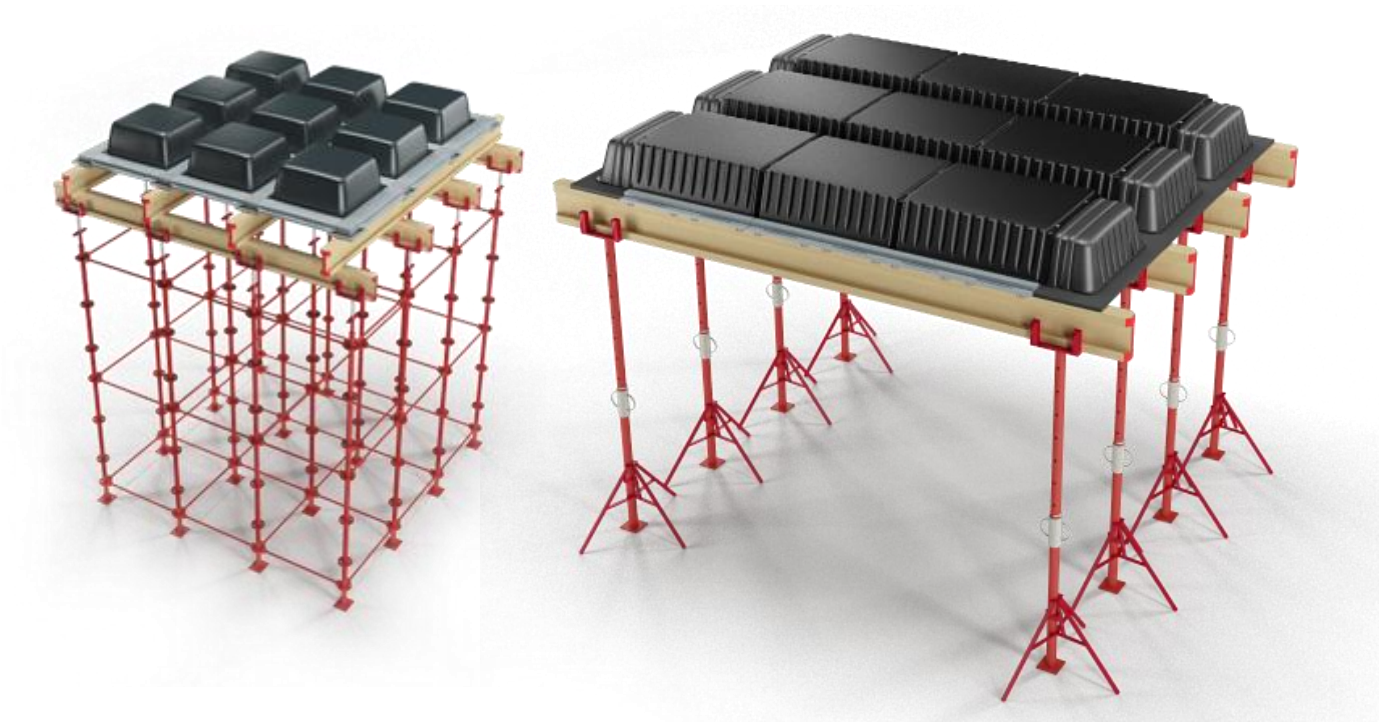


Рис. 25. Пустотообразующая съемная опалубка*:*
а - кессонных перекрытий; б - однонаправленных перекрытий

Опалубку стен и перегородок собирают, как правило, из крупноразмерных щитов, которые поставляются в комплекте со стяжными болтами, схватками, регулируемыми подкосами или растяжками (рис. 26).

Сначала устанавливают опалубку с одной стороны, а затем - после монтажа арматуры и закладных деталей - с другой (возможен первоначальный монтаж арматуры, а затем установка опалубки). При стенах (перегородках) толщиной менее 250 мм опалубку второй стороны, как правило, монтируют в процессе бетонирования поярусно, с высотой каждого яруса не более 1,5 м. Иногда

опалубку предварительно собирают в панель на всю ширину стены. Подают такие панели краном. Первоначально устанавливают внутреннюю панель и фиксируют ее положение подкосами и распорками. Затем закрепляют наружную панель. При высоте стен более 3,6 м опалубку устанавливают в несколько ярусов, опирая каждый следующий ярус либо на нижележащий, либо на специальные анкеры, забетонированные в стене. .

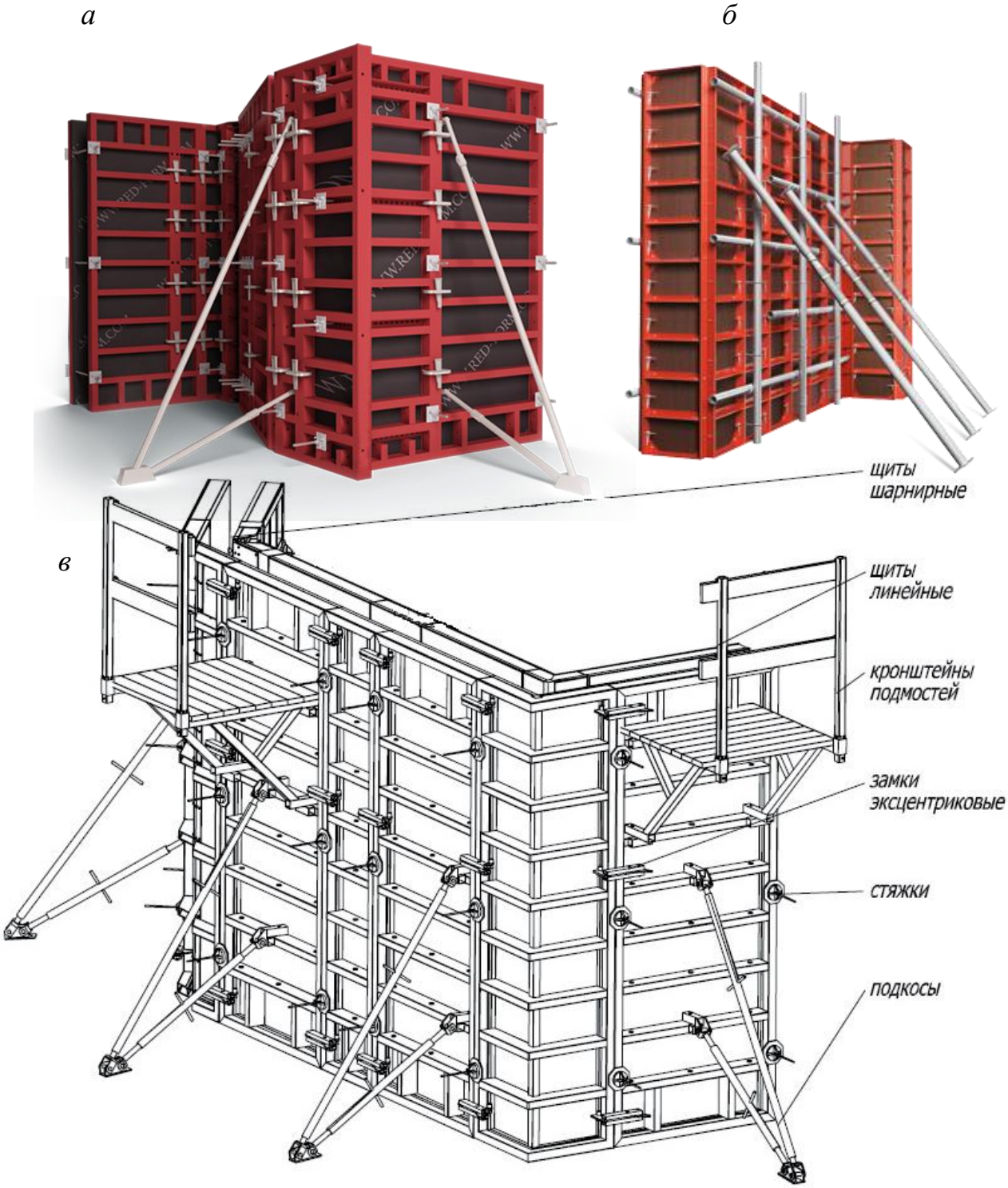


Рис. 26. Модульные опалубки стен:
а – крупнощитовая; б – мелкощитовая; в – элементы опалубки

Сегодня для бетонирования стен большой высоты (до 9,6 м) применяют высокопрочные модульные рамные опалубки, балочно-ригельные системы (PERI) позволяют возводить стены высотой до 12 м (рис.27а,б); достаточно протяженные тоннели так же можно возводить при помощи модульной опалубки VARIOKIT (рис.27в)

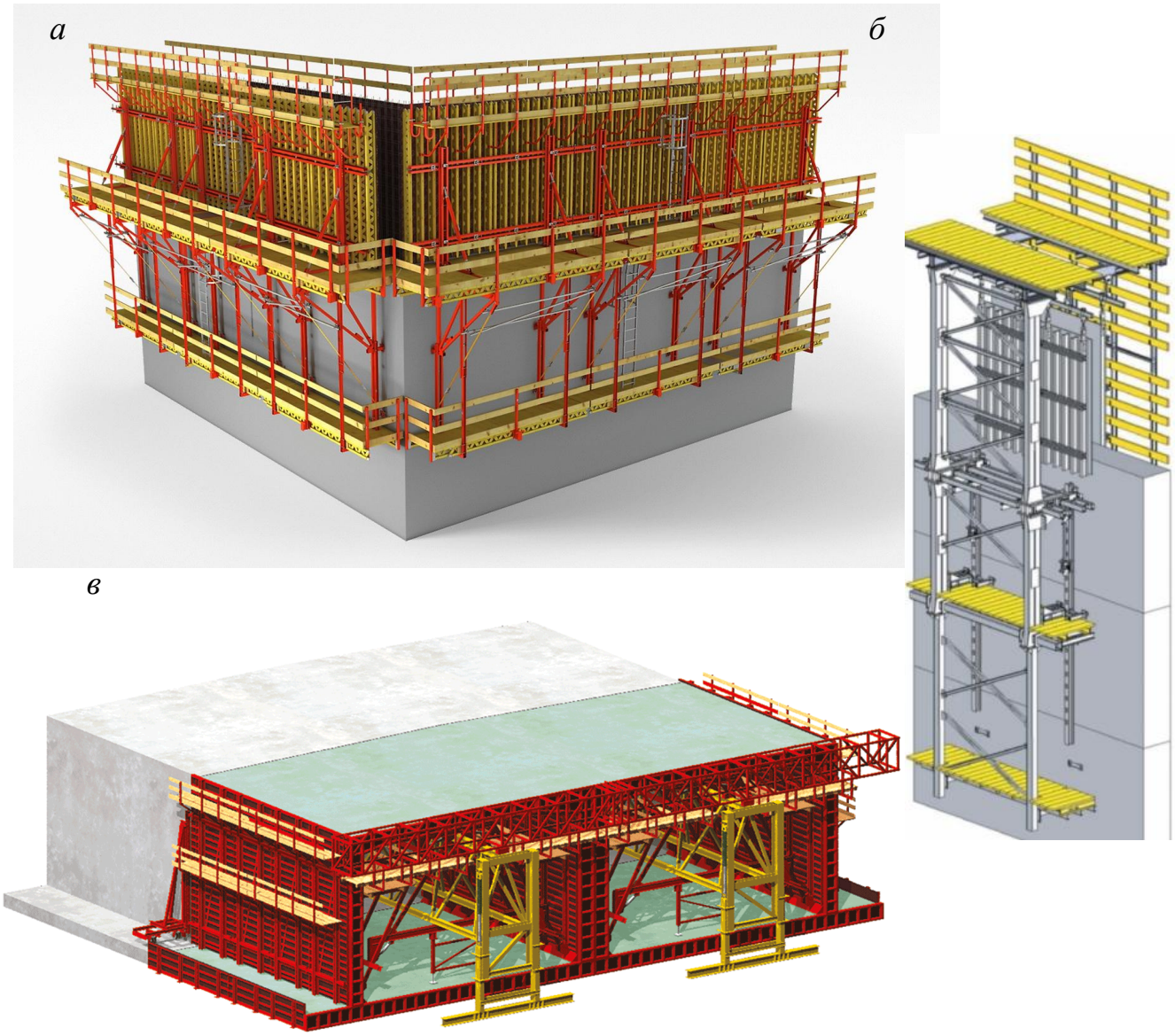


Рис. 27. Подъемно-переставные системы вертикально-перемещаемые:
а – система PERI CB 240 / CB 160; б - Самоподъемная гидравлическая опалубка для ядер жесткости зданий от ГК "ПромСтройКонтракт"; **горизонтально-перемещаемые:** *в - опалубка для тоннелей PERI - VARIOKIT*

Подъемно-переставная гидравлическая опалубка (рис. 27) состоит из вертикально закрепленных к стене направляющих, по которым опалубка передвигается вверх с помощью гидроцилиндров. После подъема опалубки и ее расклинивания направляющая подтягивается вверх и процесс подъема опалубки можно повторить. Формообразующая поверхность – стандартная опалубка.

Объемно-переставная опалубка (рис. 28) применяется для одновременного бетонирования поперечных несущих стен и перекрытий. Такая опалубка состоит из П-образных или Г-образных секций, которые при соединении образуют тоннели в поперечном (*объемно-переставная*) или продольном (*тоннельная*) направлениях.

а *б*

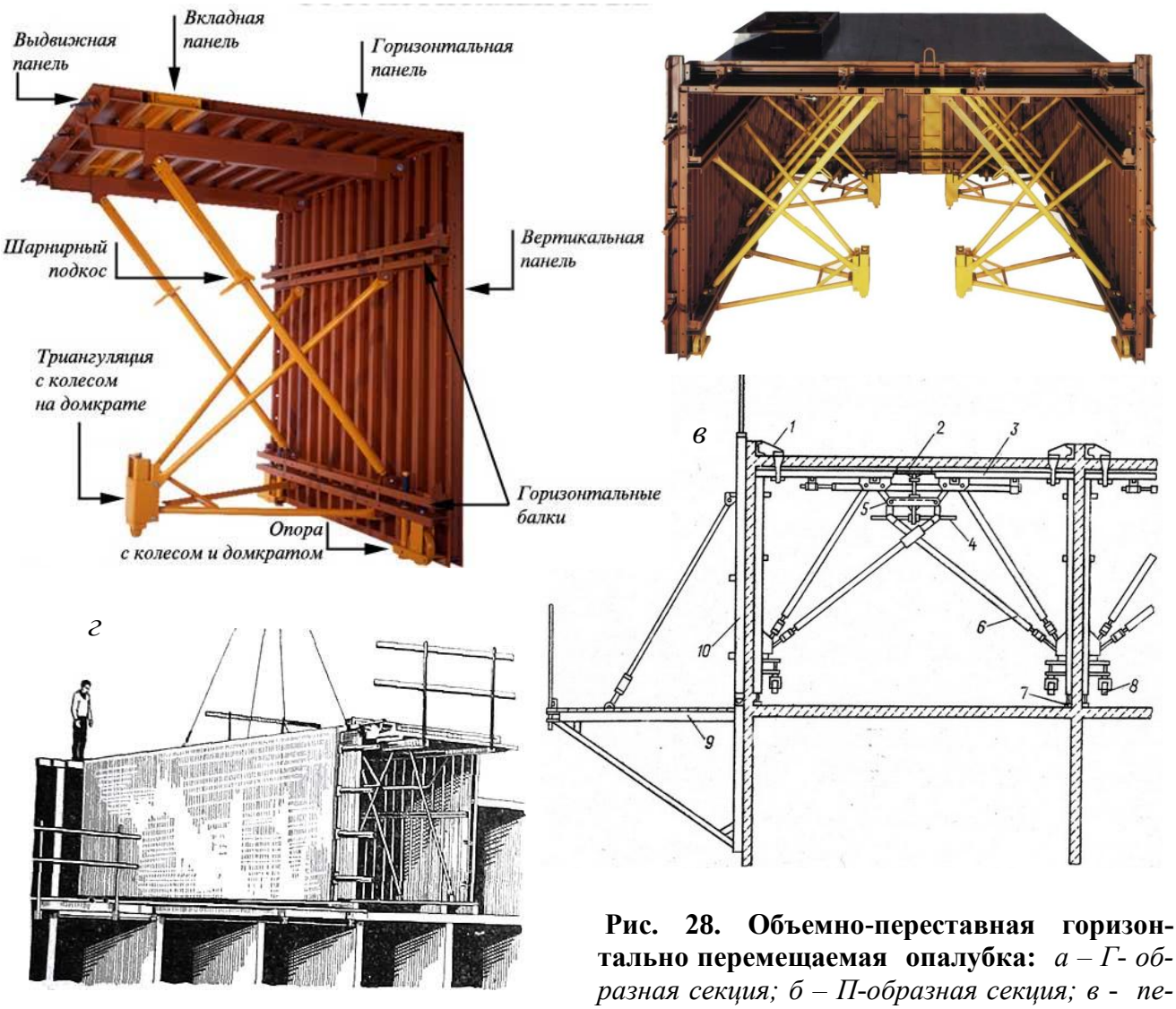


Рис. 28. Объемно-переставная горизонтально перемещаемая опалубка: *а – Г- образная секция; б – П-образная секция; в - переставная секция (разрез;) г – общий вид в процессе монтажа: 1 – опалубка маяков; 2 – центральная вставка; 3 – Г-образный щит; 4 - распалубочный винт; 5 – шарнирный распалубочный механизм; 6 – регулируемый подкос; 7 - винтовой домкрат; 8 – катки; 9 – подмости торцевых стен; 10 – щит торцевой стены*

Объемно-переставная опалубка снабжена системой механических (реже гидравлических) домкратов (для установки, выверки и распалубливания), катучими опорами (для перемещения секций при монтаже и демонтаже) и системой раскосов и механизмов (для обеспечения пространственной жесткости и легкого отрыва опалубки от бетона). Для извлечения опалубки предусматриваются отверстия в перекрытиях, открытые фасады, позже заполняемые энергоэффек-

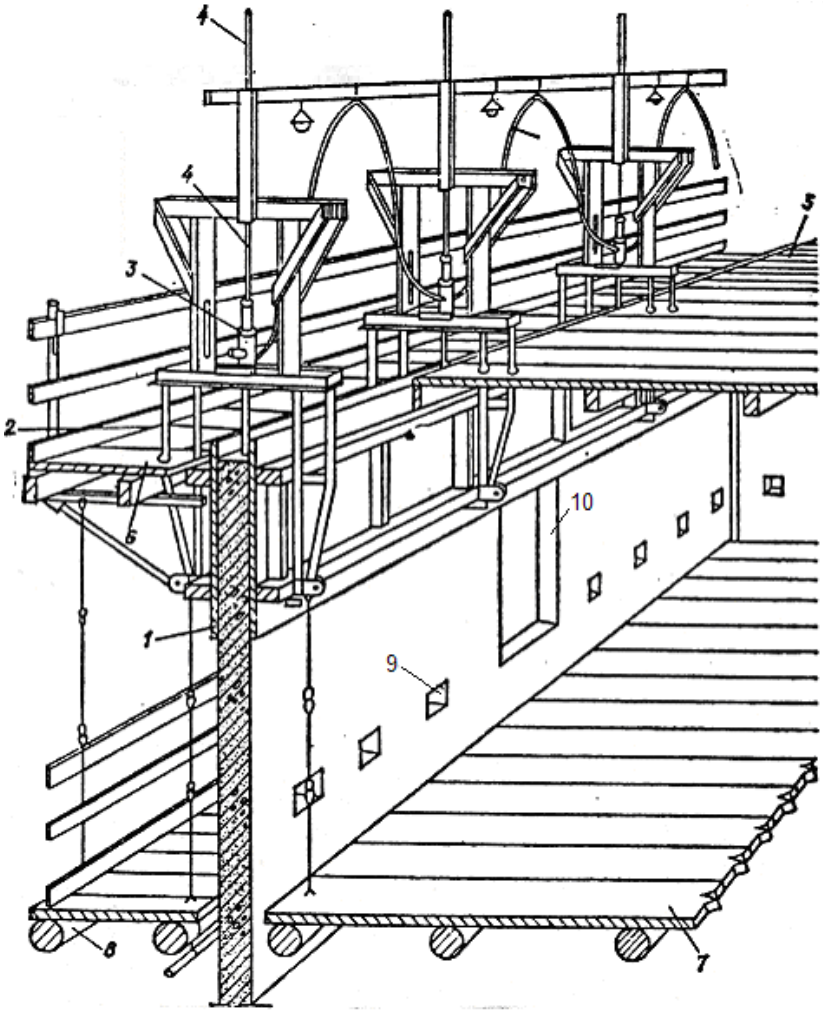
тивными материалами или бетонируемые поперечные стены после перемещения опалубки на следующую ячейку.

Опалубочный блок из готовых секций устанавливается на направляющие из швеллеров, по которым их можно перемещать. В качестве маяков используются цоколи стен высотой 150-200 мм и выпуски арматуры на 300-400 мм из предыдущего этажа. Домкратами выверяют горизонтальность верхней палубы, а подкосами и струбцинами – вертикальность боковых панелей.

После установки тоннеля армируют каркасами стены на всю высоту этажа и устанавливают торцевые наружные щиты на специальные консольные подмости и крепят щиты телескопическими наклонными стойками. Оконные и дверные проемы образуют проемообразователями. Затем арматурные каркасы укладывают на перекрытия, соединяя их с арматурой стен и производят бетонирование.

Скользящая опалубка (рис. 29,30, 31) при перемещении по высоте не отделяется от бетонируемой поверхности, а скользит по ней, перемещаясь в процессе бетонирования при помощи подъемных устройств (гидродомкратов).

а



б

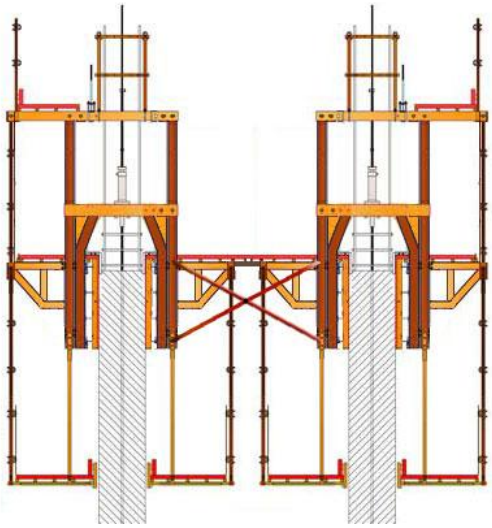


Рис. 29. Конструктивная схема скользящей опалубки: *а- общий вид; б- сечение: 1 – щит скользящей опалубки; 2 – домкратная рама; 3 – домкрат; 4 – домкратный стержень; 5 – верхняя внутренняя рабочая площадка; 6 – верхняя наружная рабочая площадка; 7 – нижняя внутренняя рабочая площадка; 8 – нижняя наружная рабочая площадка; 9 – проем в монолитной железобетонной стене для опирания перекрытия; 10 – дверной или оконный проем в монолитной железобетонной стене*

Есть много типов скользящей опалубки, но во всех случаях ее основными элементами являются домкратные стержни, домкратные рамы, опирающиеся на стержни, опалубочные щиты, прикрепленные, как правило, в 2 яруса к домкратным рамам, рабочий пол, подвесные подмости.

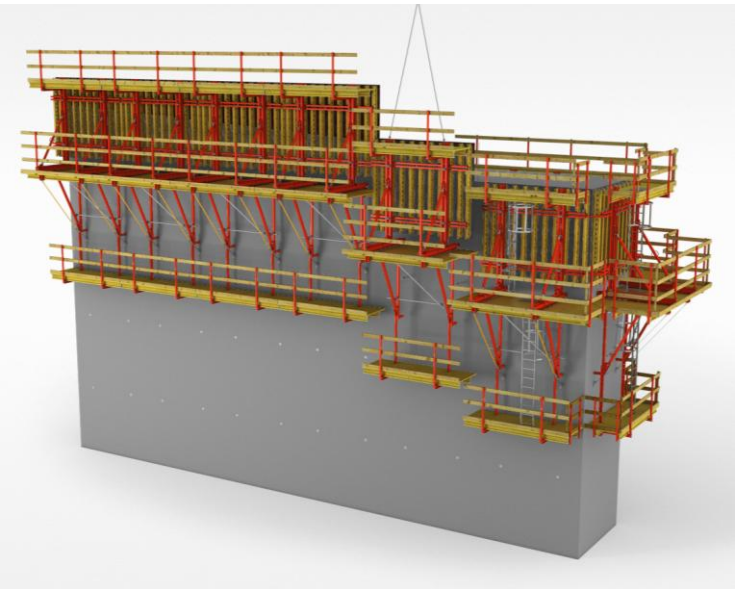


Рис. 30. Односторонняя скользящая система SCS

Опалубочные щиты имеют высоту 1,1-1,2 м, охватывают бетонируемое сооружение по наружному и внутреннему контурам. Для уменьшения сил трения щитам придают конусность 1/500-1/700 высоты щита (уширение книзу; расстояние вверху между щитами на 10-12 мм меньше, чем внизу)

Домкратные рамы с опорными (домкратными) стержнями из стали диаметром 22-28 мм и длиной до 6 м устанавливают с шагом 1,2-2 м (при бетонировании стен, например).

Для подъема скользящей опалубки применяют гидравлические и электромеханические домкраты. Для предотвращения сцепления домкратного стержня с бетоном к основанию домкрата присоединяется специальная защитная трубка, обнимающая домкратный стержень. За один цикл работы домкрат поднимается на 20-30мм.

При технологических и других перерывах в бетонировании для предотвращения сцепления бетона с опалубкой домкраты включают в режиме «шаг на месте».

Одним из основных условий качественного бетонирования является строгое соблюдение горизонтальности рабочего пола опалубки, что достигается равномерным и синхронным перемещением домкратов.

Скорость бетонирования в скользящей опалубке достигает 3м/сут при непрерывном 3-х сменном режиме работы.

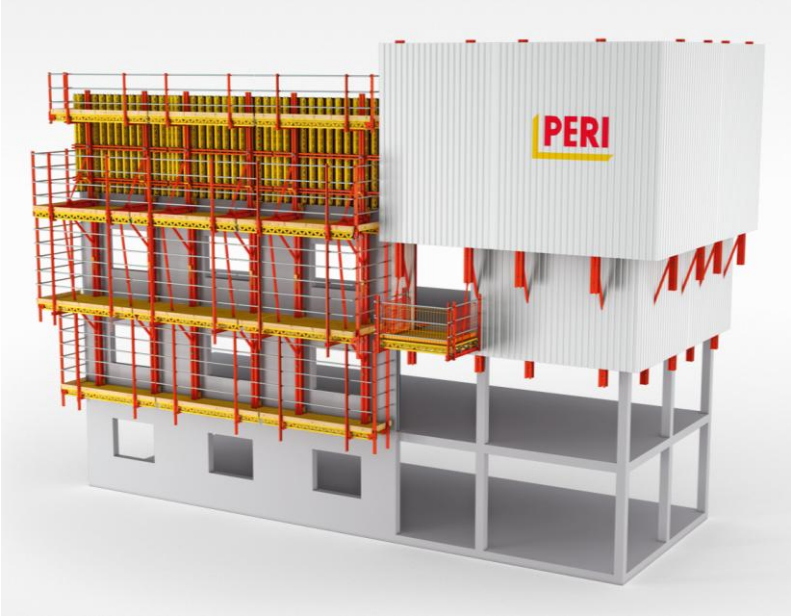


Рис. 31. Рельсовая скользящая опалубка RCS

Катучая опалубка (горизонтально перемещаемая) служит для бетонирования цилиндрических сводов, перекрытий, тоннелей. Если бетонируемые поверхности гладкие, она делается с опорами постоянной высоты и перекатывается на тележках с одной позиции бетонирования к другой, при наличии ребер, диафрагм, выступающих поясов опоры делаются подъемно-опускными (рис. 32,33).

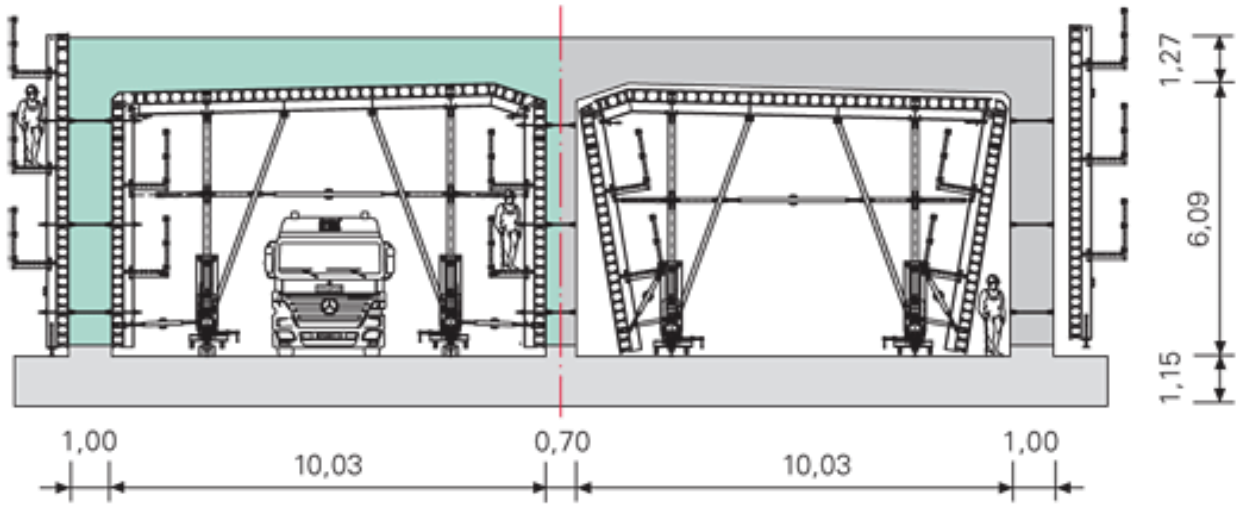


Рис. 32**. Туннель Лимерик, Ирландия :**
слева - опалубка в положении при бетонировании; справа- опалубка отодвинута и готова для перемещения.

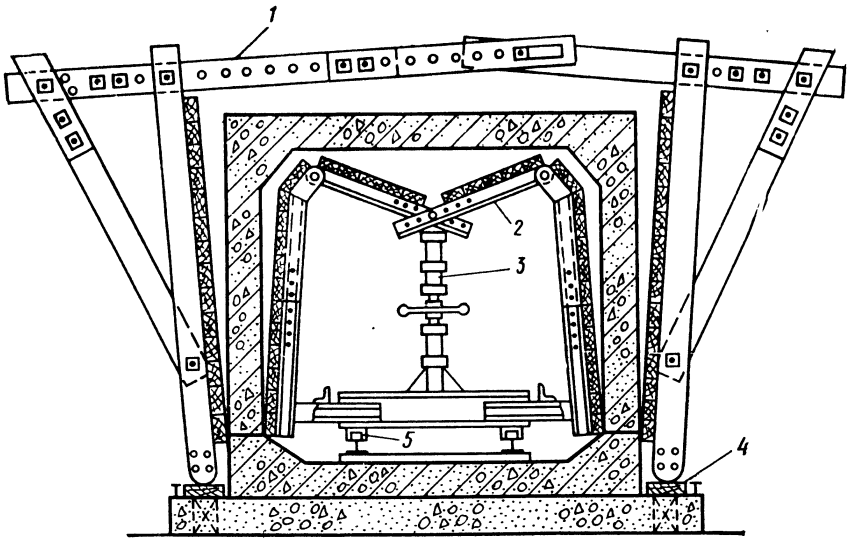
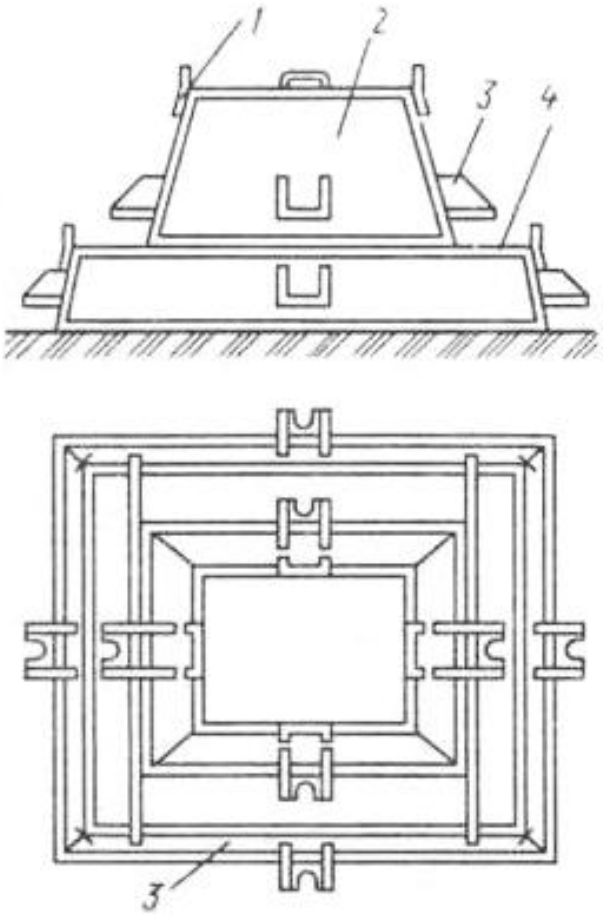


Рис. 33. Катучая опалубка для бетонирования проходных каналов:
1 – рама наружной опалубки; 2 – складывающаяся металлическая рама внутренней опалубки; 3 – механизм для распалубки и приведения опалубки в транспортное положение; 4 – опорная доска; 5 – каток

Блочная неразъемная опалубка (рис. 34) применяется для возведения унифицированных фундаментов, ростверков и других отдельно-стоящих конструкций. Работы по устройству фундаментов под колонны выполняются в следующей последовательности:



1. на подготовленное основание укладывают арматурные элементы подколонной части фундамента и готовят поверхности блок-формы;
2. механизированным способом устанавливают блок-форму и выверяют ее;
3. устанавливают и закрепляют регулировочными винтами вкладыш (в зависимости от высоты подколонника – до или после бетонирования нижней его плиты);
4. укладывают бетонную смесь;
5. через 1,5-2 часа после бетонирования вкладыш удаляют с помощью крана;
6. домкраты переставляют под угловые упоры формы и включают попарно по диагонали. Когда форма приподнята на 60-100 мм, ее снимают кранами.

Рис. 34. Неразъемная блок-форма фундаментов*:*
1 — монтажные петли, 2 — форма подколонника, 3— кронштейны для упора домкратов, 4 — форма ступени

Разъемную блочную опалубку (рис. 35) монтируют из щитов разборно-переставной опалубки с применением кранов. Бетон в форме выдерживают от 2-х до 8-ми часов.

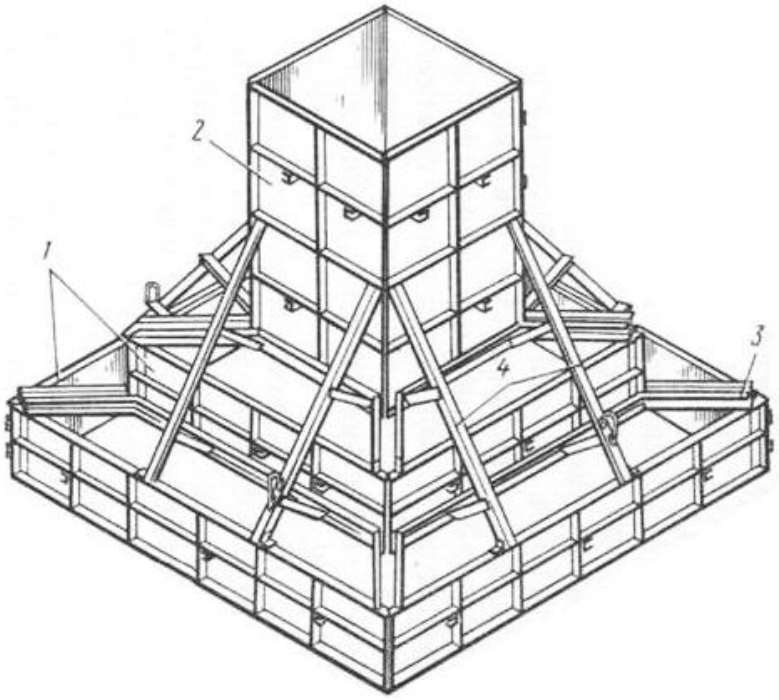


Рис. 35. Общий вид разъемной блок-формы:
1 — щиты опалубки ступеней, 2 — панели подколонника, 3 — крепежные элементы, 4 — схваты,

Пневматическая опалубка изготавливается из резинотканевых или других прочных материалов и является разновидностью разборно-переставных опалубочных систем.

В практике строительства известны пневматические опалубки ***воздухоопорного типа*** и ***пневмокаркасные.*** Схемы и принцип действия представлены на рис. 36

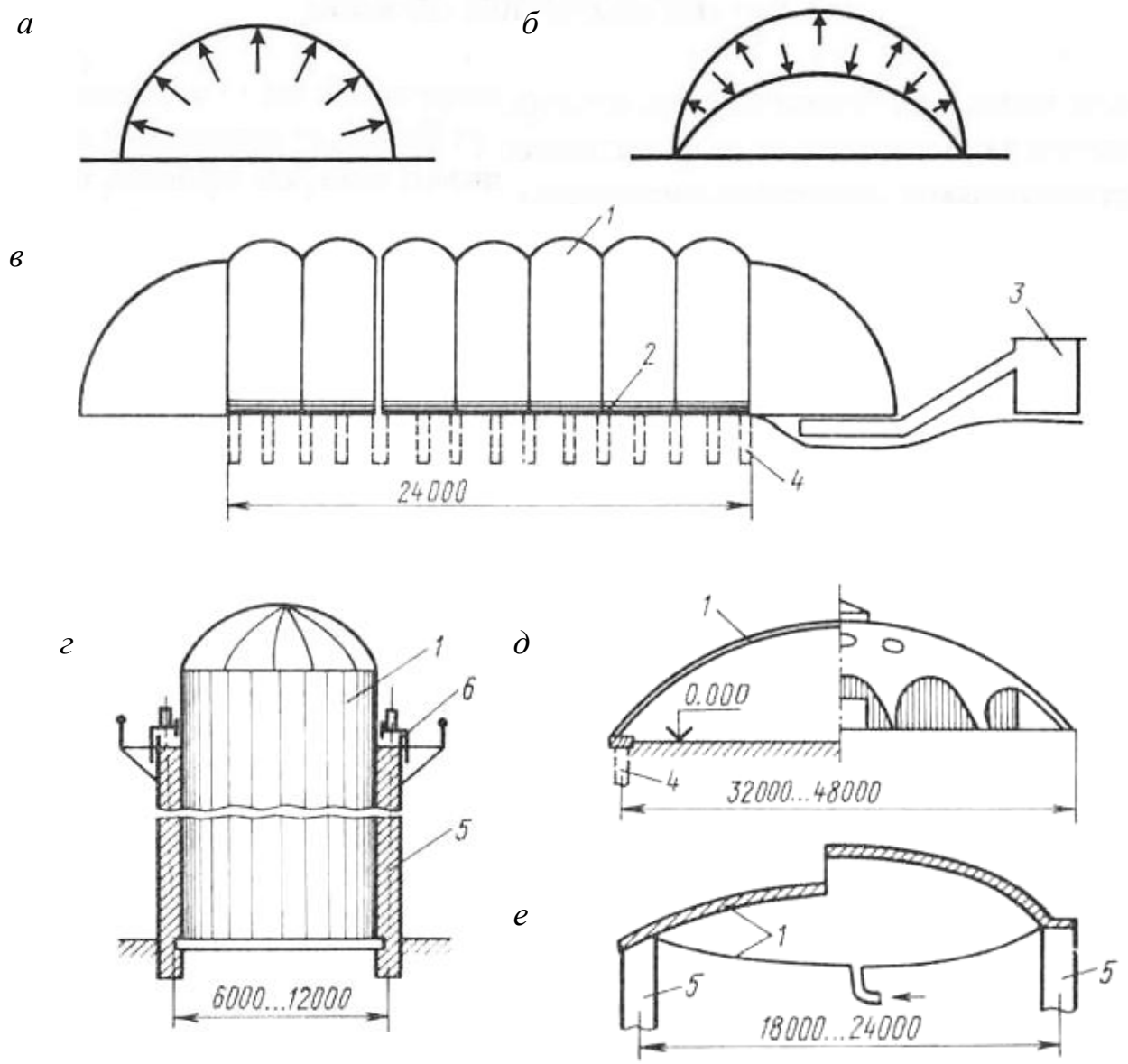


Рис. 36. Принцип действия и конструктивные схемы пневматических опалубок для возведения:
а - воздухоопорных; б - пневмокаркасных; в - оболочек складчатого типа, г - цилиндрических емкостей, д - купольных покрытий, е - покрытий шедового типа; 1 — пневмоопалубка, 2 — цоколь фундамента, 3—воздухонагнетатель, 4— свайные фундаменты, 5 — стены, 6 — скользящая опалубка

Первые применяют для возведения куполов, сводов, оболочек, цилиндрических емкостей, линейно-протяженных сооружений большого диаметра и т.п.

конструкций. (рис. 36в-е). В этом случае пневмоопалубка повторяет форму будущего бетонного, армо-стеклоцементного сооружения. Проектные габариты пневмоопалубки обеспечиваются сжатым воздухом, подаваемым в ее внутренний объем в течение всего периода возведения сооружений.

Вторые, имеющие различную форму (цилиндры, торы ит.п.), напрягаются сжатым воздухом единожды и могут применяться не только как опалубочные формы, но и в качестве пустотообразователей для устройства монолитных энергоэффективных конструкций.

Полотнища воздухоопорной опалубки герметично закрепляют к основанию, напрягают сжатым воздухом, армируют и наносят мелкозернистую бетонную (песчаную) смесь. По достижении бетоном проектной прочности производится распалубливание конструкции путем отключения воздухоподающих агрегатов. Примерное конструктивно-технологическое решение купола, возводимого на пневмоопалубке представлено на рис.37.

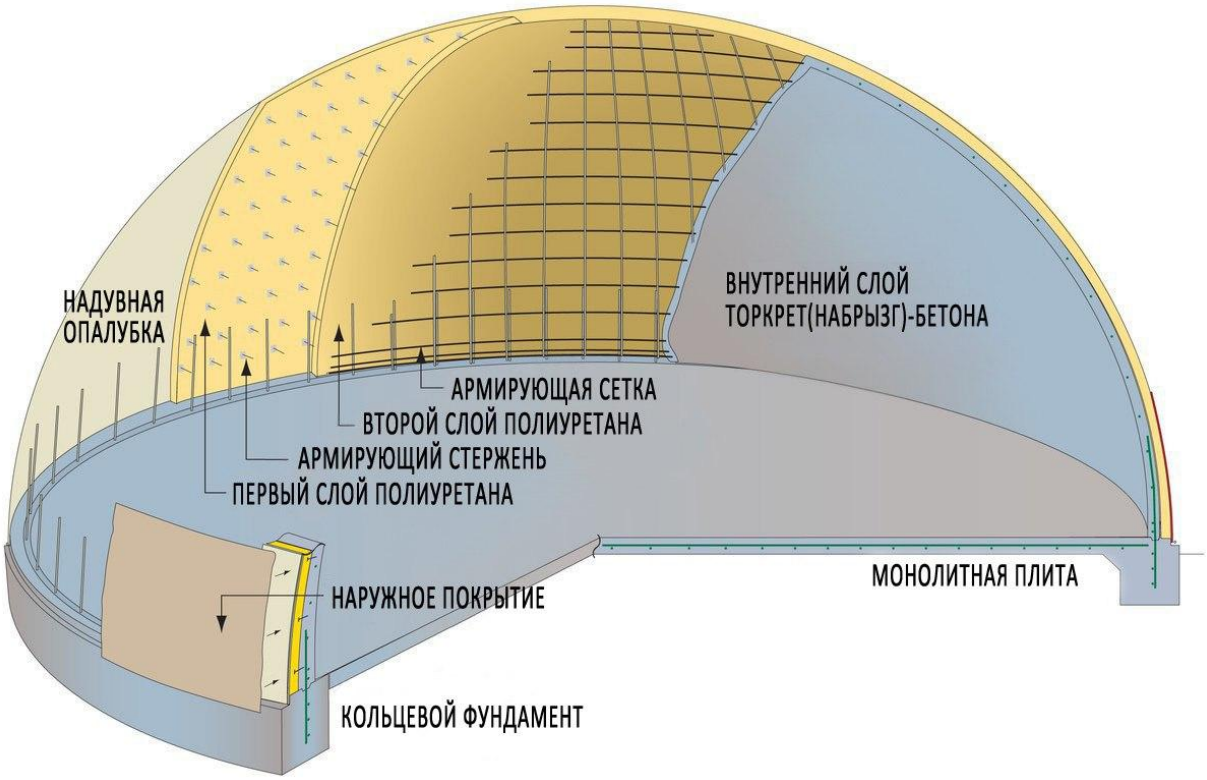


Рис. 37. Схема устройства монолитного купола на пневмоопалубке

Известны два способа возведения сооружений с применением воздухоопорных опалубок: **статический** и **динамический**.

При статическом способе песчано-бетонная смесь наносится на приведенную в проектное положение пневмоопалубку.

Динамический характеризуется подъемом опалубки в проектное положение вместе с уложенными арматурой и бетонном. Более подробно технология возведения монолитных зданий и сооружений рассмотрена в учебном пособии [22].

<u>Распалубка конструкций</u> (рис 38) выполняется после достижения бетоном прочности, обеспечивающей сохранность поверхности, кромок, углов при снятии опалубки. Сроки набора прочности зависят от режима твердения и класса бетона, вида цемента и конструктивных особенностей бетонируемых элементов.

Рис. 38. Распалубливание колонны

Несущие элементы опалубки снимают по достижении бетоном прочности, обеспечивающей необходимую несущую способность конструкции. Если фактическая нагрузка не элементы конструкции будет менее 70 % от расчетной, то распалубочная прочность (в % от проектной) должна быть:

- для элементов пролетом до 2 м – 50%;
- для элементов пролетом до 6 м – 70%;
- для элементов пролетом более 6 м и конструкций с напрягаемой арматурой – 80%.

Если фактическая нагрузка составляет более 70%, то несущие элементы опалубки удаляют по достижении бетоном 100% проектной прочности.

При наличии несущих сварных армокаркасов опалубку снимают при достижении 25% прочности.

При снятии опалубки междуэтажных перекрытий под балками и прогонами оставляют так называемые стойки безопасности на расстоянии не более трех метров друг от друга.

Опускание (раскружаливание) лесов, поддерживающих опалубку сводов, арок, бункеров, перекрытий и т.п., а также балочных конструкций пролетом более 8 м должно предшествовать разборке опалубки и производиться постепенно. Раскружаливание осуществляют ослаблением клиньев, выпуском песка из цилиндра, опускание домкратных винтов или иным способом в зависимости от конструктивных особенностей опалубки.

Для демонтажа опалубки используют комплект ломиков, гаечные и специальные ключи.

Крупнощитовая опалубка снимается кранами.

Распалубливание следует вести аккуратно и тщательно, чтобы исключить повреждений опалубки и забетонированной поверхности, в последовательности, обратной сборке опалубки.

После снятия опалубки возможны некоторые дефекты монолитной конструкции (раковины, неровности, наплывы), которые рекомендуют исправлять в раннем возрасте бетона. Мелкие дефекты устраняют затиркой цементным раствором; большие заделывают мелкозернистой бетонной смесью того же класса, что и бетон конструкции. Предварительно срубают вручную или с использованием пневматических инструментов наплывы и неровности.

Скрытые раковины и пустоты, резко снижающие водонепроницаемость конструкций устраняют инъецированием в них цементных или полимерноцементных растворов. Для этого в местах дефектов бурят шпуры, вставляют в них стальные трубки и под давлением закачивают раствор.

При грубых нарушениях (недостаточное уплотнение, неправильный подбор состава, нарушение технологии производства работ и т.п.) возможна замена изготовляемой конструкции.

В последнее время в монолитном домостроении стали широко использоваться ***энергоэффективные несъемные опалубки***. Основными материалами для них стали вспененный экструдированный пенополистерол, фибробетон, прессованные щепоцементные плиты, высокопрочный пенополиуретан.

На строительном рынке сегодня присутствуют два вида несъемной опалубки. Первый состоит из специальных щитов для бетонирования стен и перекрытий (рис.39). Пространство между щитами заполняется арматурными элементами и бетонной смесью. Наиболее известны несъемные опалубки под маркой PLASTBAU (Пластбау) – Швейцария, VELOX (Велокс) – Австрия, Eltomation (Эльтоматьон)– Голландия, система Фортмастер – Италия и ряд других. Такие опалубки устанавливаются по технологии, аналогичной разборно-переставным опалубкам [21, 24].

а

б

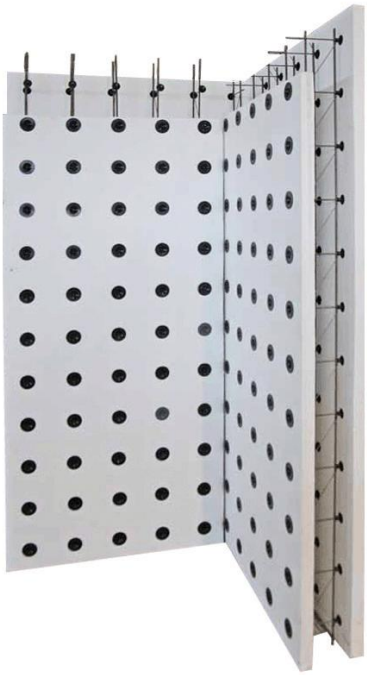


Рис. 39. Несъемные панели и плиты перекрытий:
а-щепоцементная плита VELOX; б - панели и плиты перекрытий Plastbau

Ко второму виду несъёмных опалубок относятся довольно крупные пустотелые блоки, из которых собираются стены и перекрытия (рис.40). После монтажа блоков яруса или участка они армируются и заполняются бетонной сме-

сью. В этом случае бетонное ядро обеспечивает прочность конструкции, а лёгкая оболочка блоков – необходимую теплоизоляцию. К таким опалубкам относятся блоки Дюрисол из щепы хвойных деревьев и портландцемента (рис. 40а), Изодом 2000 (Россия) из специального строительного пенополистирола (рис. 40б), YTONG- газобетонные блоки (рис. 40г), бетонные блоки Lammi (рис 40в,д), блоки из высокопрочного полиуретана и др.

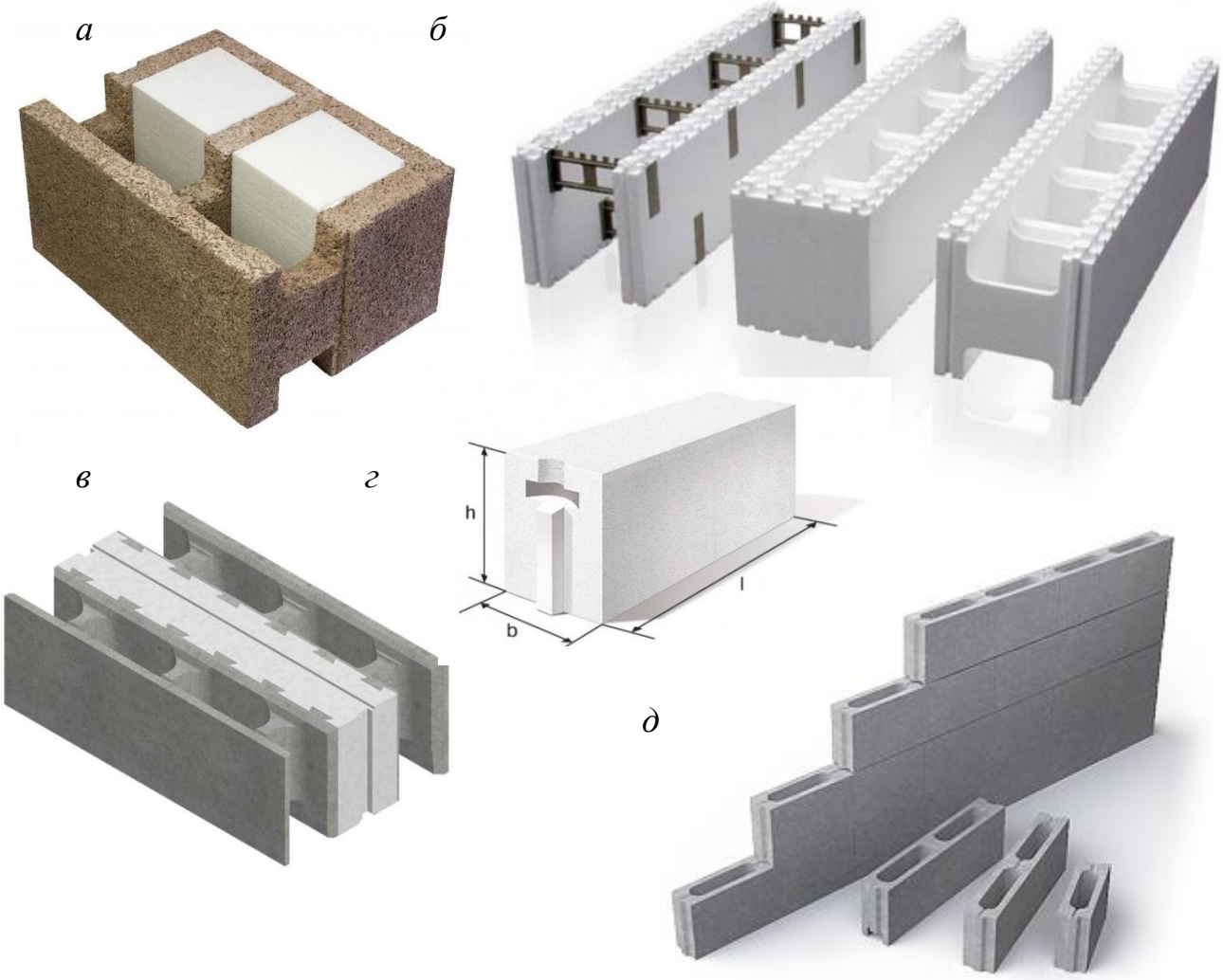


Рис. 40. Блочная несъемная опалубка:
а - строительные блоки Durisol; б – пенополистирольные стеновые блоки Изодом; в – теплоизоляционные блоки Lammi; г - газобетонные блоки пазогребневые D500 Ytong; д – формующие блоки перегородок Lammi

Стеновая несъемная опалубка PLASTBAU (рис. 39б,41,42) состоит из двух пенополистирольных плит, объединённых между собой внутренним арматурным каркасом. Конструкция опалубки позволяет изготавливать монолитные железобетонные стены с любой степенью армирования. Есть плиты для устройства перекрытий (рис. 41б) и перегородок (рис.42)

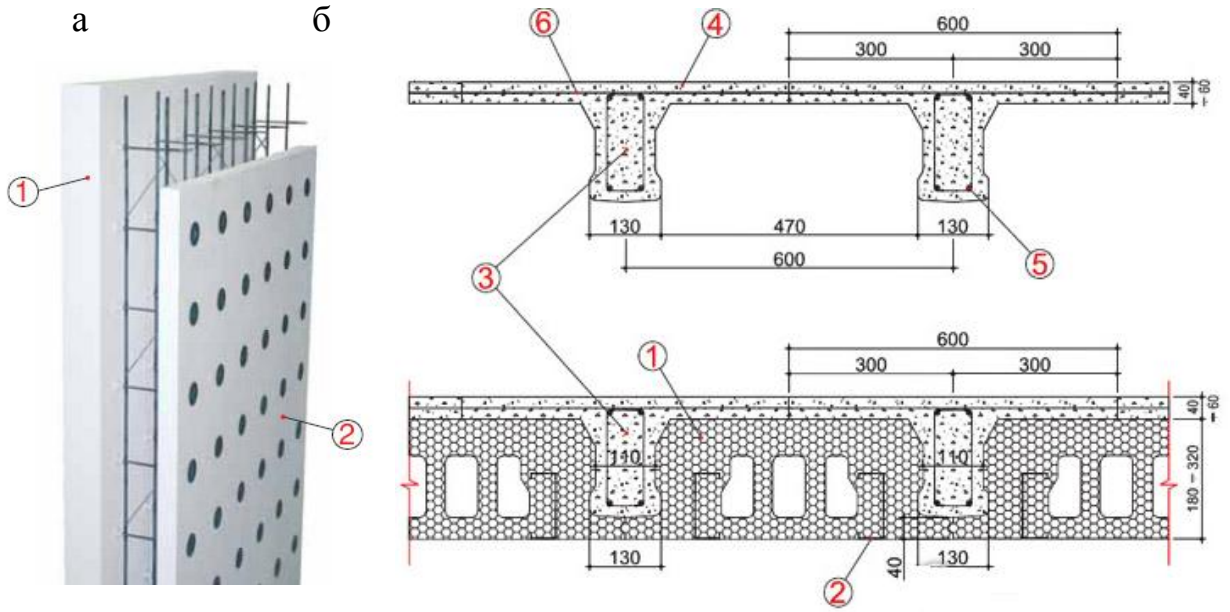


Рис. 41. Несъемная опалубка PLASTBAU: а - для несущих стен: 1. *наружная пенополистирольная плита; 2. внутренняя пенополистирольная плита*. **б – для перекрытий:** *ребристое перекрытие, созданное с использованием несъемной опалубки: 1 - несъемная опалубка перекрытия; 2 - оцинкованный стальной U-профиль; 3 - железобетонные ребра перекрытия; 4 - железобетонная плита перекрытия; 5 - рабочая арматура ребер; 6 - арматура плиты.*

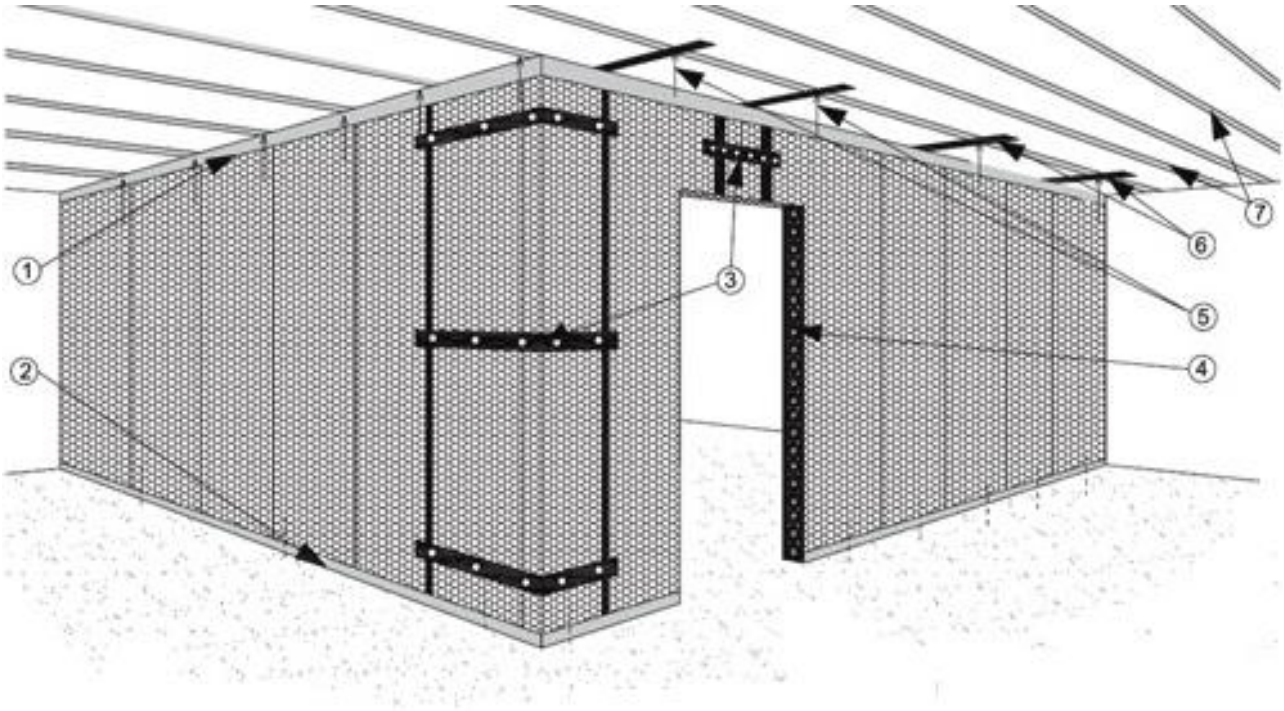


Рис. 42. Конструкция перегородок системы PLASTBAU (ПЛАСТБАУ): *1 -направляющая на потолке; 2 - направляющая на полу; 3 - стальные полосы усиления угла и дверного проема перегородок; 4 - перфорированный U-профиль; 5 - стальные полосы для крепления направляющей на потолке; 6 - винты крепления; 7 - стальные профили, размещенные в элементах перекрытия.*

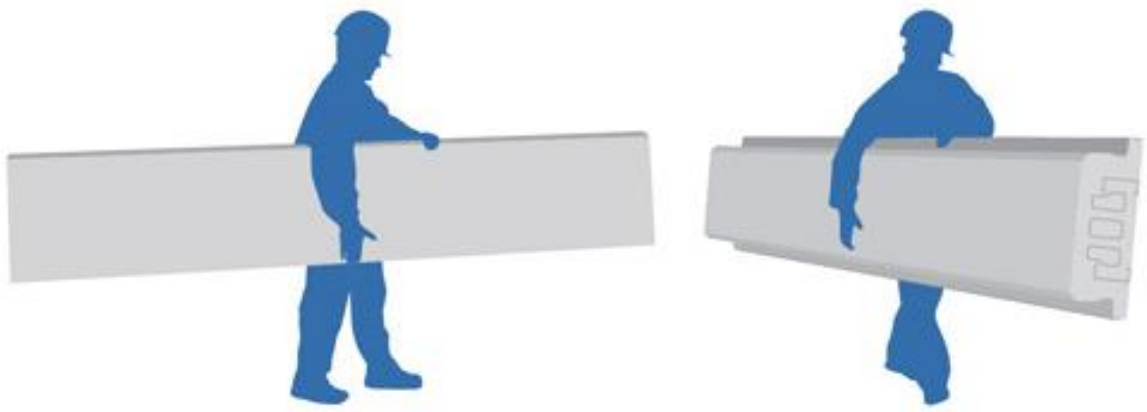


Рис. 43. Перемещение элементов опалубки стен и перекрытий вручную;

Перемещение и установка щитов и блоков несъёмной пенополистирольной опалубки выполняется вручную (рис.43). Так, например, стандартная панель PLASTBAU выпускается шириной 1200 мм, а высотой 2850 мм (до пяты перекрытия) и 3150 мм или 4200 (до бетонного защитного ребра обвязочного пояса), её вес равен 22 кг. Крепление панелей между собой осуществляется за счёт пазов в панелях с помощью металлической проволоки. Сами панели вяжутся к арматурным выпускам.

Технические характеристики опалубок **PLASTBAU** приведены в табл. 49.

Стандартные размеры щепоцементных плит VELOX (Велокс) 2000х500 мм при толщине 25, 35, 50 и 75 мм (основная плита 2000х500х35 мм, вес 28 кг) (рис.39.а, 44). В качестве наружного элемента используется плита VELOX с приклеенным на цементном растворе эффективным утеплителем (пенополистиролом). Причем слой утеплителя находится внутри – между наружной плитой опалубки и бетоном. Размеры плиты 2000х500х135 мм.

Рис. 44. Виды щепоцементных плит VELOX

Между собой плиты крепятся проволочными хомутами. Проектные размеры обеспечиваются стяжками. Плиты необходимо устанавливать так, чтобы стяжки внешних и внутренних плит взаимно не совпадали (монтаж начинают с одной целой и одной половинной плиты). Стяжки устанавливают сверху и сни-

зу плит. Первоначально выставляются и закрепляются внутренние плиты, затем наружные (рис. 45). Обычно устанавливают ярус опалубки по всем внешним и внутренним стенам и заполняют его бетоном на высоту 400-450 мм. Утеплитель монтируется с наружной плитой (рис. 46).

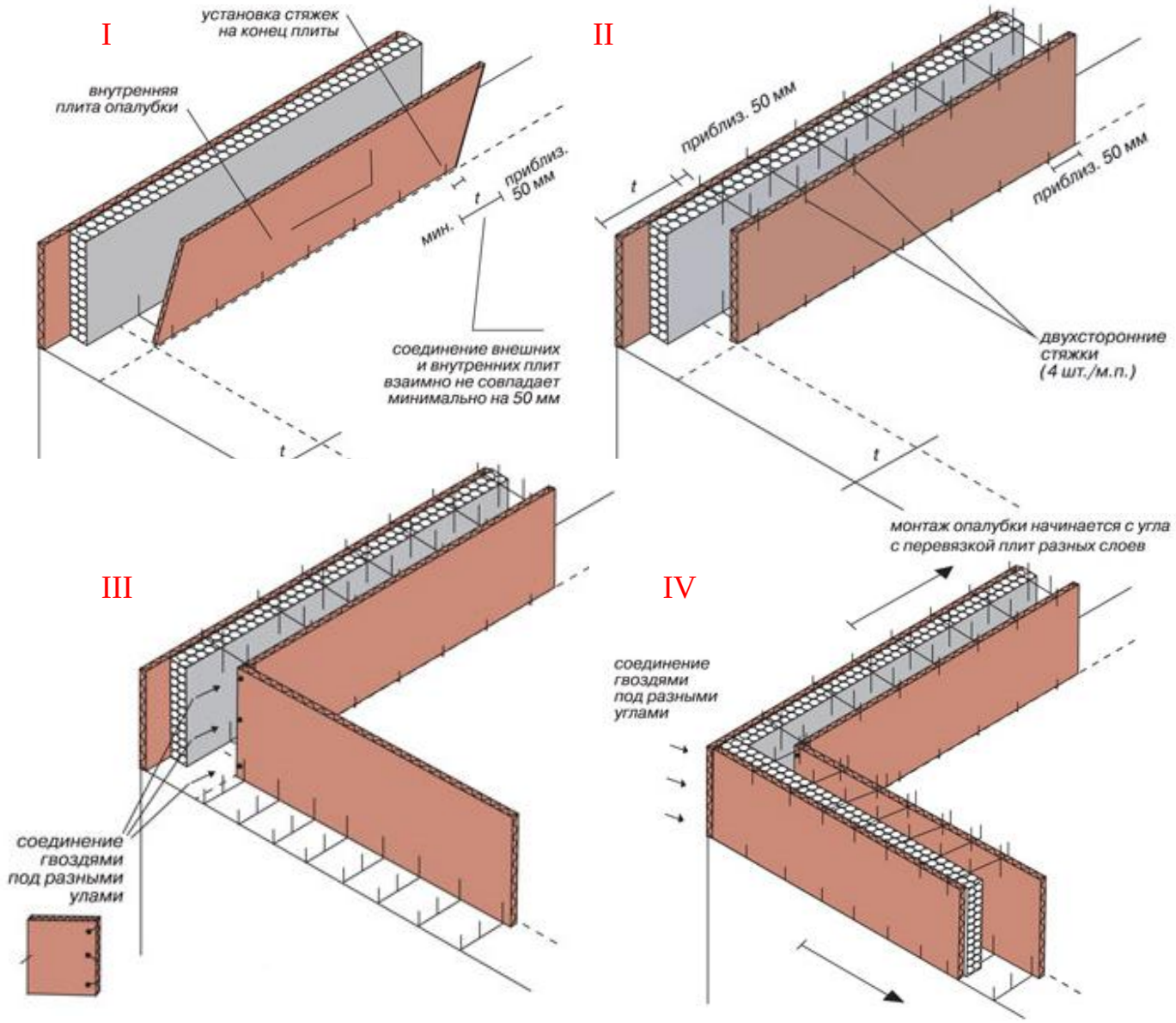


Рис. 45. Технологическая последовательность установки первого яруса плит VELOX

- *Опалубка серии WS* - однослойная плита для наружных и внутренних стен
- *Опалубка серии WSD* – однослойная плита повышенной прочности для наружных и внутренних стен
- *Опалубка серии WSL* - однослойная плита, усиленная деревянными рейками, для монолитной плиты перекрытия (*WSL- 25*) и полос откосов оконных проемов (*WSL-50*)
- *Опалубка серии WSL-75* – однослойная плита, усиленная деревянными рейками, для возведения самонесущих перегородок.

Основные технические характеристики опалубок **VELOX** приведены в табл. 47, 48.

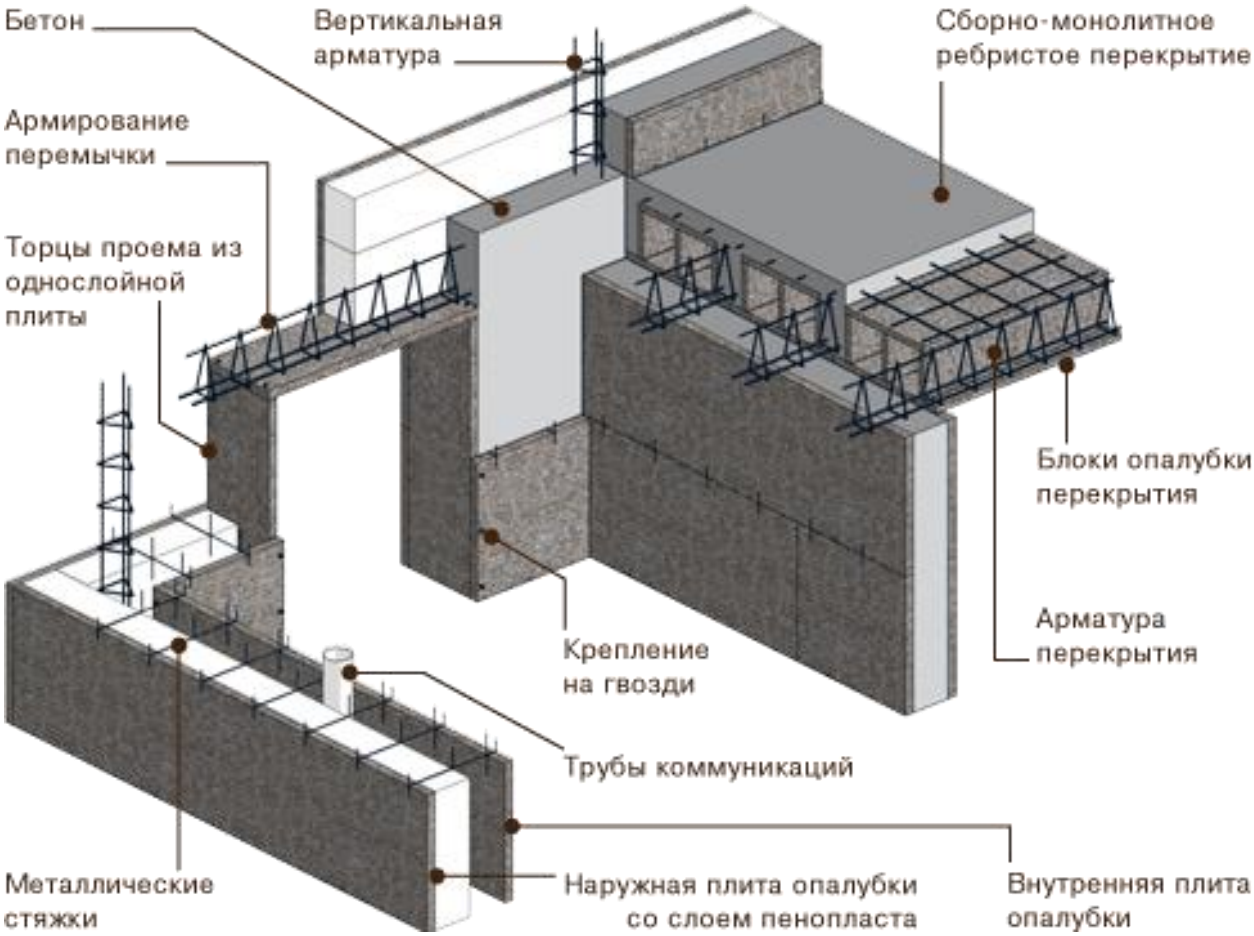


Рис. 46. Конструкция стены в несъемной опалубке из щепоцементных плит

Плиты "Green Board" (фирма Eltomation) состоят из древесной шерсти (65%), портландцемента (29%) минерализатора – силиката натрия (1%) и воды (5%). В составе фибролита древесная шерсть придаёт плитам качества древесины с достаточно хорошей теплоизоляцией, а портландцемент водостоек и морозоустойчив, что позволяет говорить о прочности и долговечности плит (рис. 47.).

Рис. 47. Внешний вид плит Green Board

Работы по устройству конструкций в несъёмной опалубке начинаются с установки и крепления анкерными болтами горизонтальных направляющих на

ширину заливки бетона. Затем к горизонтальным направляющим саморезами устанавливаются вертикальные стойки, которые между собой крепятся вставками. В первую очередь устанавливаются наружные плиты, далее – внутренние. Бетонирование может выполняться тяжёлым и лёгким бетоном (кроме пенополистиролбетона из-за низкой адгезии плит к бетону). Укладку бетонной смеси производят по периметру стен послойно на высоту 500 мм, что на 100 м ниже верхней грани плиты (при стандартной высоте 600 мм).

Основные технические характеристики опалубок **“Green Board”** приведены в табл. 50.

Популярной системой монолитного строительства из **пенополистирола является «Изодом», из полистиролбетона — «Симпролит»**. В основу обеих технологий положено использование стеновых блоков со сквозными полостями. Из блоков монтируется ограждающая конструкция, заполняется арматурой и бетоном. В итоге внутри стены образуется каркас из колонн и перемычек, несущая способность которого определяется маркой бетона и сечением арматуры.

«Изодом» – это несъёмная опалубка в виде блоков, каждый из которых представляет собой две пластины из специального строительного пенополистирола, соединенного перемычками из того же материала, устанавливаются вручную, имеют полости (пазы) для армирования (рис.40б, 48).

Верхняя и нижняя полости блоков снабжены специальными замками сложной формы, подобно сборке в «Лего» (рис. 49).

На внутренней поверхности все блоки имеют пазы в форме «Ласточкин хвост», что обеспечивает надёжность соединения бетонной смеси с опалубкой.

Толщина возводимых конструкций:

- *блок 25МСО* – 25 см, из которых 15 см – бетон, 10 (5+5) см пенополистерол;
- *блок 25СМР* – 25 см, из которых 15 см – бетон, 10 (5+5) см пенополистерол;
- *блоки 30 и 35МСР* – 25 см, из которых 15 или 20 см – бетон, 10 (5+5) и 15 (5+5) см – пенополистерол.

Основные технические характеристики опалубки **«Изодом 2000»** приведены в табл. 52.

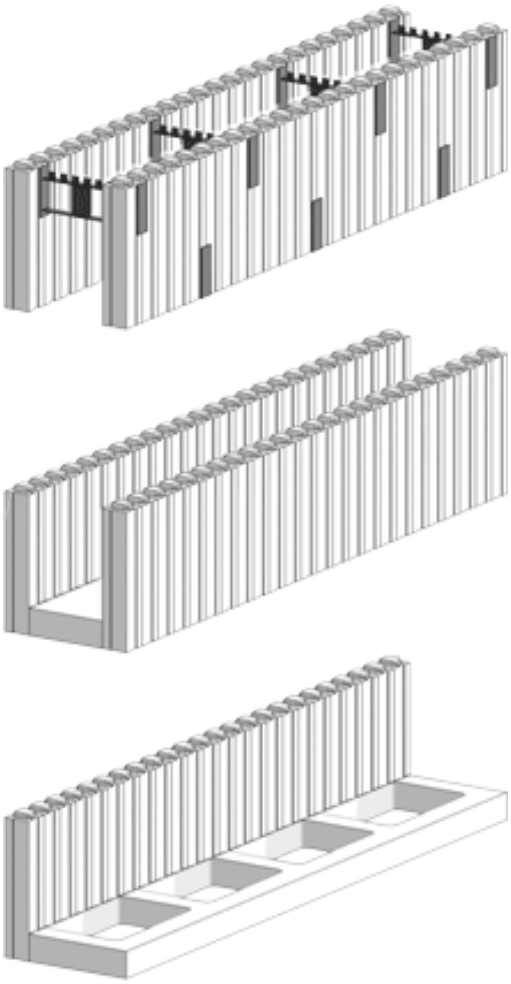


Рис. 48. Блоки из пенополистирола

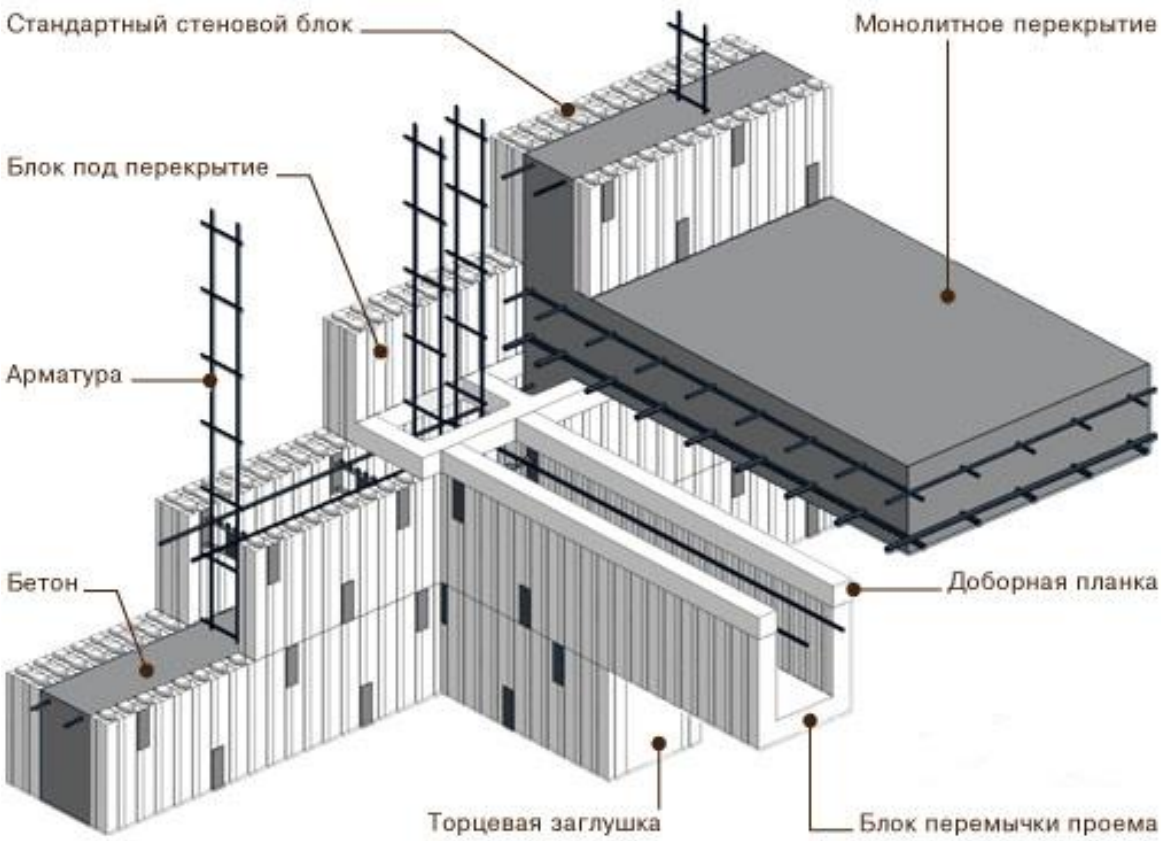


Рис. 49. Конструкция стены в несъемной опалубке из элементов типа «Изодом»

Несъемная опалубка «Симпролит» (рис.50) из пенополистиролбетона позволяет получить теплые и одновременно паропроницаемые стены. В составе пенополистиролбетон, кроме цемента, воды и пенополистирольных гранул, присутствуют также и гидрофобизаторы, благодаря которым материал практически не впитывает воду.

Марка бетона «Симпролит» может быть от D150 до D1000. Для возведения стен по данной технологии применяются марки D200 и D300. В строительстве используются стеновые блоки размером 600×300×190 мм и перегородочные блоки размером 600×190×120 мм. У стеновых блоков имеются сквозные вертикальные отверстия, одно из которых по центру.

Рис. 50. Легкие стеновые Симпролит-блоки (не более 7 кг)

В эти отверстия для увеличения теплоизоляционных свойств блока вставляются вкладыши из пенополистирола.

При укладке блоки укладываются на цементное молочко. В соответствие с проектом в опалубку устанавливается горизонтальная и вертикальная арматура. Оставшиеся пустоты заполняются бетоном так, чтобы холодные швы оставались внутри блока. Сборно-монолитное перекрытие сооружают на предварительно выполненном армированном поясе.

Достоинством технологии «Симпролит» является паропроницаемость стен и их огнестойкость

Основные технические характеристики опалубки «***Симпролит***» приведены в табл. 54.

Щепоцементные блоки Durisol *(*Дюрисол) являются несъемной опалубкой вертикальных строительных конструкций: несущих наружных стен, внутренних несущих стен, перегородок.

Строительные блоки (рис.40а) устанавливают друг на друга со смещением в половину блока на предварительно выравненный фундамент без применения связующих строительных растворов в четыре ряда, после чего полости блоков заполняют бетонной смесью, предварительно установив металлические стержни диаметром 8 мм. Затем устанавливают следующие четыре ряда и процесс повторяется. Каждый ряд блоков устанавливается на торчащую из нижнего ряда вертикальную арматуру и вновь укладывают продольную арматуру. В результате внутри щепоцементной стены получается монолитная бетонная решетка с мощными вертикальными несущими столбами и горизонтальными рядными перемычками (рис.52).

Стандартные рядные блоки (N) имеют длину 500 мм и высоту 250 мм, вес от 6 до 15 кг. Толщина, в зависимости от назначения, для различных серий равна 100,150, 220, 250, 300 и 375 мм. Помимо стандартных блоков, в типоразмер каждой серии входят универсальные (U) (для формирования углов и проёмов) и дополнительные (EA) (доборные) – для дополнения размера, длины с целью обеспечения перевязки швов. Есть блоки для внешних стен с уже встроенными утеплительными вкладышами из пенополистирола (рис. 51).

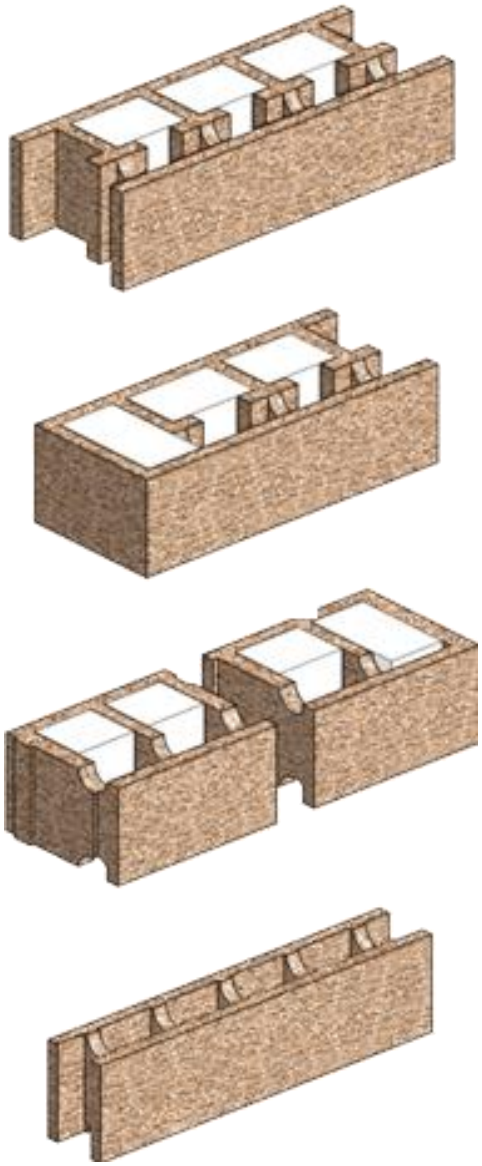


Рис. 51. Внешний вид блоков Durisol

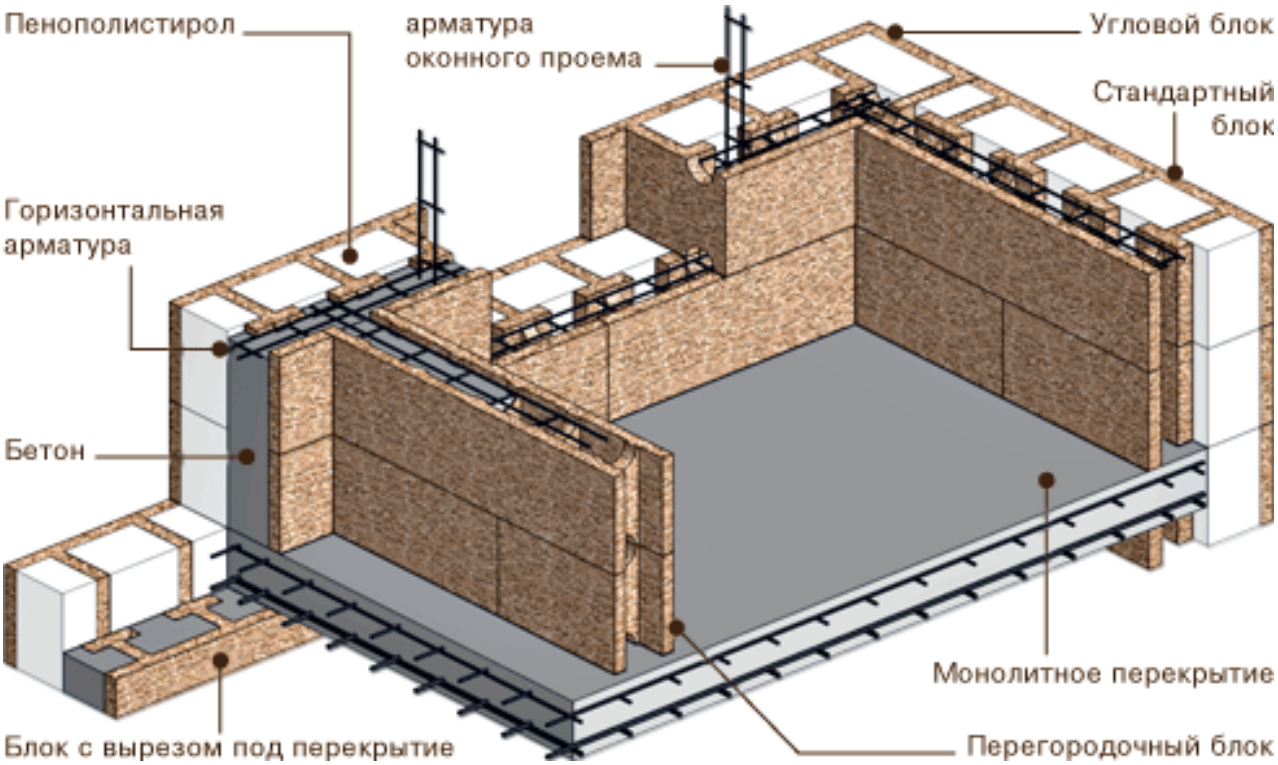


Рис. 52. Конструкция стены в несъемной опалубке из щепоцементных блоков

В наименовании блоков цифры, следующие за буквенным обозначении серии, указывают соответственно: габаритную толщину блока, ширину внутренней полости блока (толщину внутреннего каркаса после укладки бетонной смеси).

Например, тип ***DM 15/9*** означает, что габаритная толщина блока 15 см, ширина внутренней полости бетонирования – 9 см; тип ***DM 22/15*** – габаритная толщина 22 см, внутренняя полость под бетонирование – 15 см.

Опалубка серии:

- *DM* – для возведения внутренних несущих стен и перегородок
- *DSs* – для наружных стен со встроенными теплоизоляционными вкладышами;
- *DMi* – с повышенной плотностью материала для внутренних несущих и наружных стен;
- *DSi* – с высокими акустическими характеристиками для шумоизоляционных конструкций.

Основные технические характеристики опалубки **Durisol** представлены в табл.4751.

Теплоизоляционные блоки «Lammi» (рис. 53) состоят из полых бетонных оболочек и закреплённого штифтами между ними слоя пенополистирола. Блоки укладываются без применения раствора, конструкция армируется, теплоизоляционные стыки уплотняются полиуретановой пеной. В конце процесса полости конструкции полностью заполняются бетонной массой.

Также имеются блоки формовые (рис. 53б) и блоки для перегородок (рис. 40д)

а

б

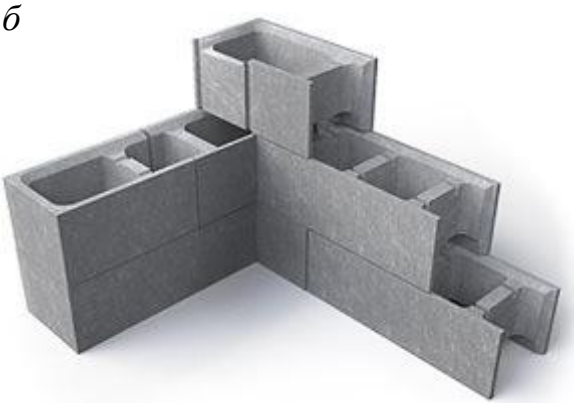


Рис. 53. Блоки системы «Lammi»:
а – теплоизоляционные блоки;
б – формовые блоки

Технические характеристики опалубки из блоков **«Lammi»** приведены в табл. 54.

4.1.5. Контроль качества при производстве опалубочных работ

Установленную опалубку принимает мастер или прораб. Проверяют соответствие форм и геометрических размеров опалубки рабочим чертежам, соответствие осей опалубки разбивочным осям конструкций, вертикальность и горизонтальность опалубки, плотность стыковых соединений элементов опалубки между собой и с ранее уложенным бетоном, качество установки поддерживающих элементов, элементов крепления и т.п.

Положение осей объёмно-переставной, крупнощитовой и катучей опалубок проверяют после каждой их перестановки или перемещения.

При использовании термоактивной опалубки перед каждым оборотом контролируют сохранность утеплителя, надёжность изоляции нагревателей, работоспособность токоприёмников и систем электроснабжения.

Точность монтажа опалубки принимают в соответствии с ГОСТ 21778-81; 21779-82; ГОСТ 21780-2006. Класс точности изготовления опалубки должен быть на 1-2 класса выше необходимого класса точности монтажа опалубки или назначаться с учётом технологических допусков, регламентируемых СП 7013330.2012. Необходимые допуски представлены в табл. 17, 18.

Таблица 17

Технологические отклонения,
допустимые в процессе производства опалубочных работ

Отклонения в размерах и положении опалубки	**Значения, мм**
1	**2**
I. Скользящая и переставная опалубки	
1. Смещение осей стенок опалубки относительно проектных осей бетонируемой в ней конструкции: - фундаментов - стен и колонн - балок, прогонов, арок	 15 8 10
2. Наибольшая разность отметок поверхностей верхних кружал или поверхности рабочего пола на расстоянии: - до 3 м - от 3 м и более	 +/- 10 +/- 15
3. Отклонения от вертикали стоек домкратных рам и осей домкратов скользящей опалубки	не допускается
4. Наибольшая разность в отметках ригелей однотипных домкратных рам	+/- 4-10
5. Изменение конусности скользящей опалубки на одну сторону	+4; - 2
6. Отклонение расстояния между щитами опалубки	+/- 5
7. Смещение осей домкратов от оси конструкции	2
8. Отклонение расстояний между домкратами	10
9. Перепады поверхностей инвентарной опалубки, в т.ч. стыковых - для конструкций под окраску - для конструкций под оклейку обоями	 +/- 2 +/- 1
10. Смещение осей перемещаемой или переставной опалубки относительно осей сооружения	10
11. Строительный подъем: - арок и сводов - перекрытий пролетом более 4 м	 5 мм на 1 м 3
12. Расстояние между опорами изгибаемых элементов опалубки и связевыми вертикальных поддерживающих конструкций: - на 1 м длины - на весь пролет, не более	 25 75
13. Расстояние от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений: - на 1 м - на всю высоту: ▪ фундаментов ▪ стен и колонн высотой до 5 м ▪ то же, более 5 м ▪ балок и арок	 5 20 10 15 5

Окончание табл. 17

1	2
II. Разборно-переставные опалубки.	
Деревянная и фанерная опалубка	
1. Отклонение от проектных размеров по длин и ширине щита	+5
2. Разница в тощине смежных досок нестроганой опалубки	+/- 2
3. То же, строганой	+/- 0,5
Стальная и деревометаллическая опалубка	
4. Отклонения от минимальных размеров по длине и ширине щитов и каркасов для них	+/- 1
5. Отклонение кромок щитов от прямых линий	+/- 2
6. Отклонения в расположении отверстий для соединительных элементов (клиньев, ботов, урюков, скоб и т.п.)	+/- 2
7. Отклонения от номинальных размеров по длине стальных схваток	+/- 4
8. Отклонения кромок схваток	+/- 2 - +/-4
9. Уменьшение высоты поперечных сечений изгибаемых элементов	не допускается

Таблица 18

Точность изготовления и установки опалубки (СП 70.13330.2012)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	2	3
Точность изготовления опалубки: - инвентарной - пневматической	По рабочим чертежам и техническим условиям (ТУ) По ТУ	Технический осмотр, регистрационный
Уровень дефектности	Не более 1,5 %	Измерительный
Точность установки инвентарной опалубки: - для конструкций под окраску без шпатлевки - для конструкций под оклейку обоями - для конструкций, к поверхности не предъявляются требования точности	Перепады поверхностей: не более 2 мм не более 1 мм по проекту	Измерительный; Всех элементов; Журнал работ
Точность установки и качество поверхности несъемной опалубки	Определяется качеством поверхности облицовки	То же
Точность установки несъемной опалубки, выполняющей функции внешнего армирования	По проекту	То же

Окончание табл. 18

1	2	3
Прогиб собранной опалубки: - вертикальных поверхностей - перекрытий	 1/400 пролета 1/500 пролета	Измерительный
Минимальная прочность бетона		
Ненагруженных монолитных конструкций при распалубке поверхностей: - вертикальных при условии сохранения формы - горизонтальных и наклонных при пролете: ▪ до 6 м ▪ более 6 м	 0,2-0,3 МПа 70% проектной 80% проектной	Измерительный по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»; не менее одного раза на весь объем распалубки; журнал работ
Загруженных конструкций в т.ч. от вышележащей бетонной смеси	Определяется расчетом и согласовывается с проектной организацией	То же
Конструкций из бетона на пористых заполнителях: - теплоизоляционного - конструкционно-теплоизоляционного - армированного - предварительно-напряженного	 0,5 МПа 1,5 МПа 3,5 МПа, но не менее 50% проектной прочности 14 МПа, но не менее 70% проектной прочности	 То же То же То же То же

4.1.6. Техника безопасности при производстве опалубочных работ

Опалубку для устройства монолитных конструкций изготавливают и эксплуатируют в строгом соответствии с Проектом производства работ (ППР).

При установке и разборке опалубки на строительной площадке следует руководствоваться следующими правилами [1, 2]:

- опалубки должны осматриваться, устанавливаться и разбираться под наблюдением бригадира, мастера или прораба;
- должна быть обеспечена надёжность поддерживающих устройств, настилов, ограждений, трапов;
- не допускается размещение на опалубке оборудования и материалов, не предусмотренных ППР, а также пребывание людей, не участвующих в производстве работ;

- при установке опалубки в несколько ярусов каждый последующий ярус устанавливают только после закрепления предыдущего;
- должно быть исключено одновременное производство работ на двух и более ярусах по одной вертикали без соответствующих защитных устройств (настилов, козырьков, навесов и т.п.);
- при работе на высоте более 1,3 метра необходимо устройство ограждений или обеспечение рабочих предохранительными поясами с карабинами;
- высота ограждений лесов, подмостей, стремянок не менее 1м;
- высота проходов на лесах должна быть не менее 1,8 м. Опалубка перекрытий ограждается по всему периметру;
- устанавливать крупнопанельные опалубки механизированным способом разрешается лишь в том случае, если все элементы составляют жёсткую систему;
- приготовление и нанесение смазок на поверхность опалубки необходимо выполнять с соблюдением всех требований санитарии и охраны труда;
- в местах складирования элементов опалубки ширина проходов должна быть не менее 1 м;
- опалубочные щиты, элементы лесов и других приспособлений подают к месту установки в пакетах или специальных контейнерах. Пакеты охватывают стропами не менее чем в двух местах;
- разборка опалубки должна производиться после достижения бетоном заданной прочности по разрешению производителя работ (в особо ответственных конструкциях – главного инженера);
- распалубку следует производить в последовательности, предусмотренной ППР, приняв меры против случайного падения или обрушения элементов опалубки;
- разборку лесов следует начинать с верхних ярусов. При силе ветра более 6 баллов работы не производят;
- на время бетонирования назначают дежурного рабочего, который периодически (один-два раза в час) осматривает опалубку на предмет установления дефектов, которые можно устранить в течение одного-двух часов после укладки бетонной смеси.

4.2. Арматурные работы

4.2.1. Общие положения

Арматурные работы включают в себя изготовление арматурных элементов, их укрупнение и установку в проектное положение.

Арматурой называют стальные и неметаллические (стеклопластик, углепластик) стержни круглого или профильного сечений, прокатные профили, проволоки и изделия из них, предназначенные для восприятия в железобетонных конструкциях растягивающих, знакопеременных, а иногда и сжимающих усилий (рис. 54, 55).

Рис. 54. Арматурные изделия

Арматура подразделяется:

1) *по материалу* - на стальную и неметаллическую
2) *по принципу изготовления* – на стержневую, получаемую горячей прокаткой стали диаметром от 10 до 80-90 мм, и проволочную, изготавливаемую волочением в холодном состоянии диаметром до 6-8 мм;
3) *по профилю* - на круглую гладкую и периодического профиля (с фигурной поверхностью, что обеспечивает лучшее защемление её в бетоне). Стержневая и проволочная может быть гладкой и профильной;
4) *по принципу работы* в железобетонной конструкции – на ненапрягаемую и напрягаемую;
5) *по назначению* – на рабочую, распределительную, монтажную и хомуты.

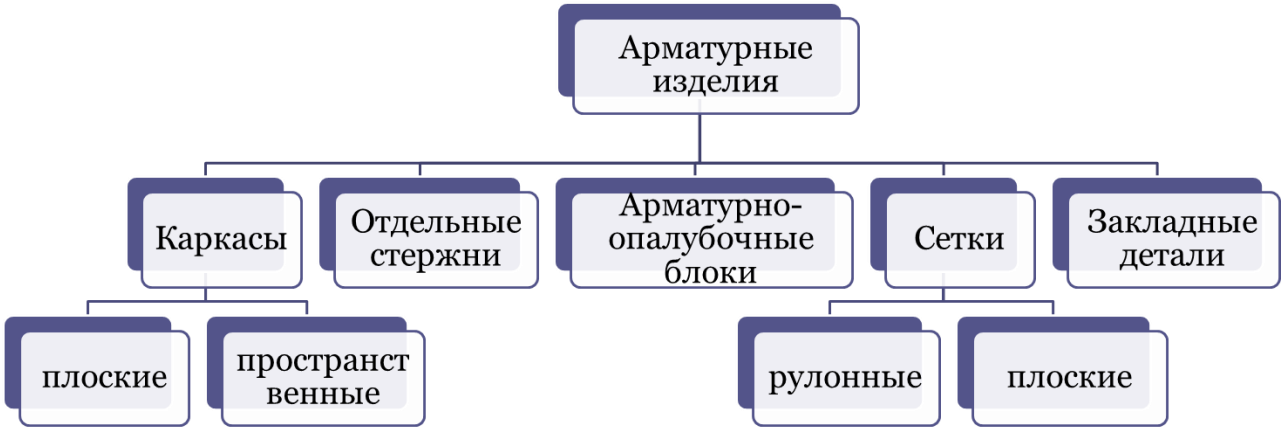


Рис. 55. Классификация арматурных изделий

Рабочая арматура предназначена для восприятия в основном растягивающих усилий от внешних нагрузок, собственного веса и т.п.

Распределительная служит для равномерного распределения нагрузок между стержнями рабочей арматуры.

Монтажная арматура служит для сборки каркасов и удержания всей установленной арматуры в проектном положении.

Хомуты в отдельных конструкциях играют роль распределительной арматуры. Имеют форму замкнутых или открытых с верхней стороны прямоугольников или трапеций и охватывают рабочую арматуру снаружи.

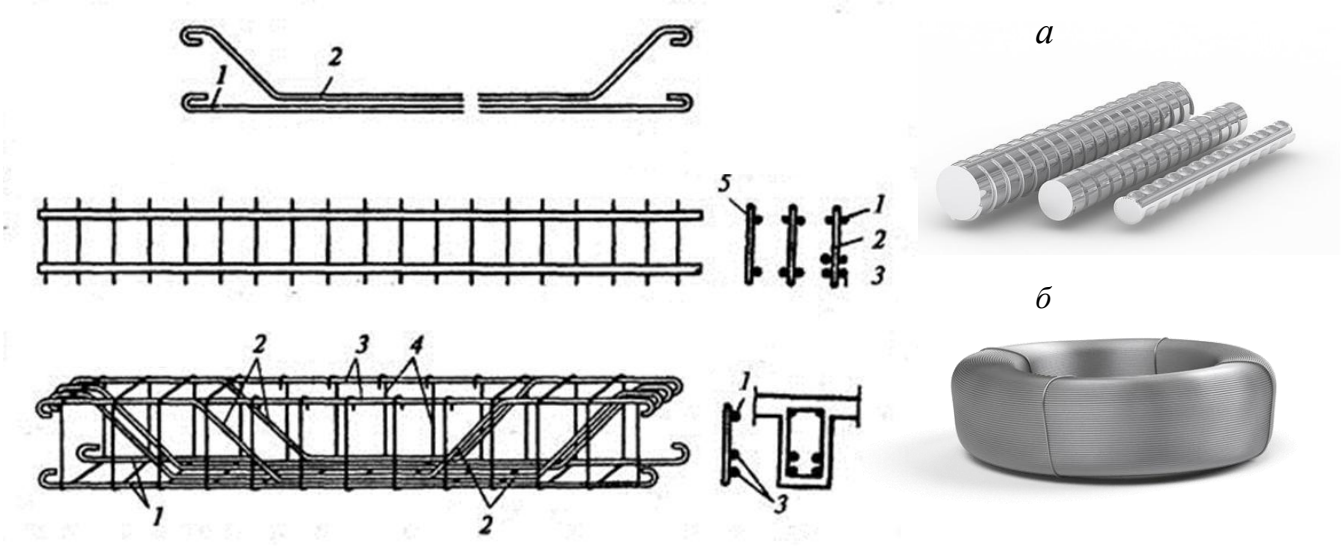


Рис. 56. Виды арматуры: *1 - рабочие стержни прямые; 2 - то же, отогнутые; 3 -монтажные стержни; 4 - хомуты; 5 - распределительные стержни; а - арматура; б - проволока*

Ненапрягаемые конструкции армируют укрупнёнными арматурными элементами в виде сварных сеток, плоских и пространственных каркасов, изготовленных, как правило, на заранее специализированных предприятиях, или отдельными стержнями, устанавливаемыми в проектное положение непосредственно на строительной площадке.

Отдельные виды арматурной стали и арматурных элементов и изделий представлены на рисунках 56-58.

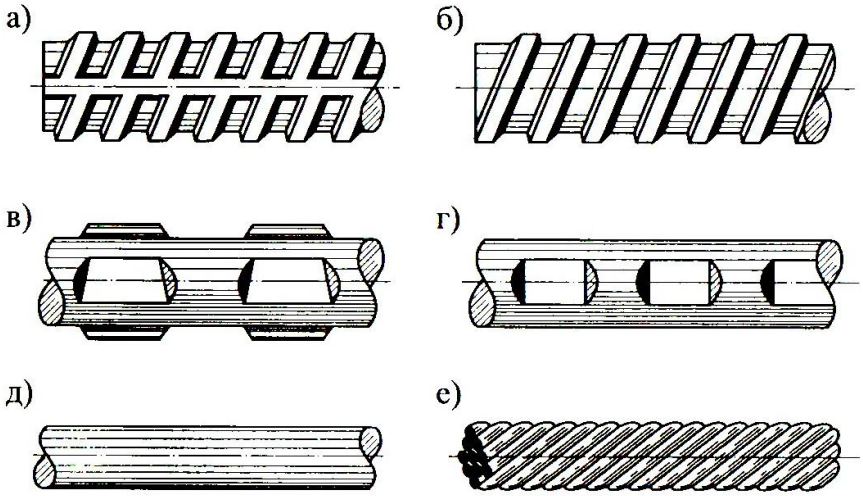


Рис. 57. Виды стальной арматуры: *а. б — горячекатаная арматура периодического профиля; в — холоднообработанная проволочная, сплющенная в двух плоскостях; г — холоднообработанная проволочная, сплющенная в одной плоскости; д — гладкая горячекатаная стержневая и холоднообработанная проволочная; е — канатная*

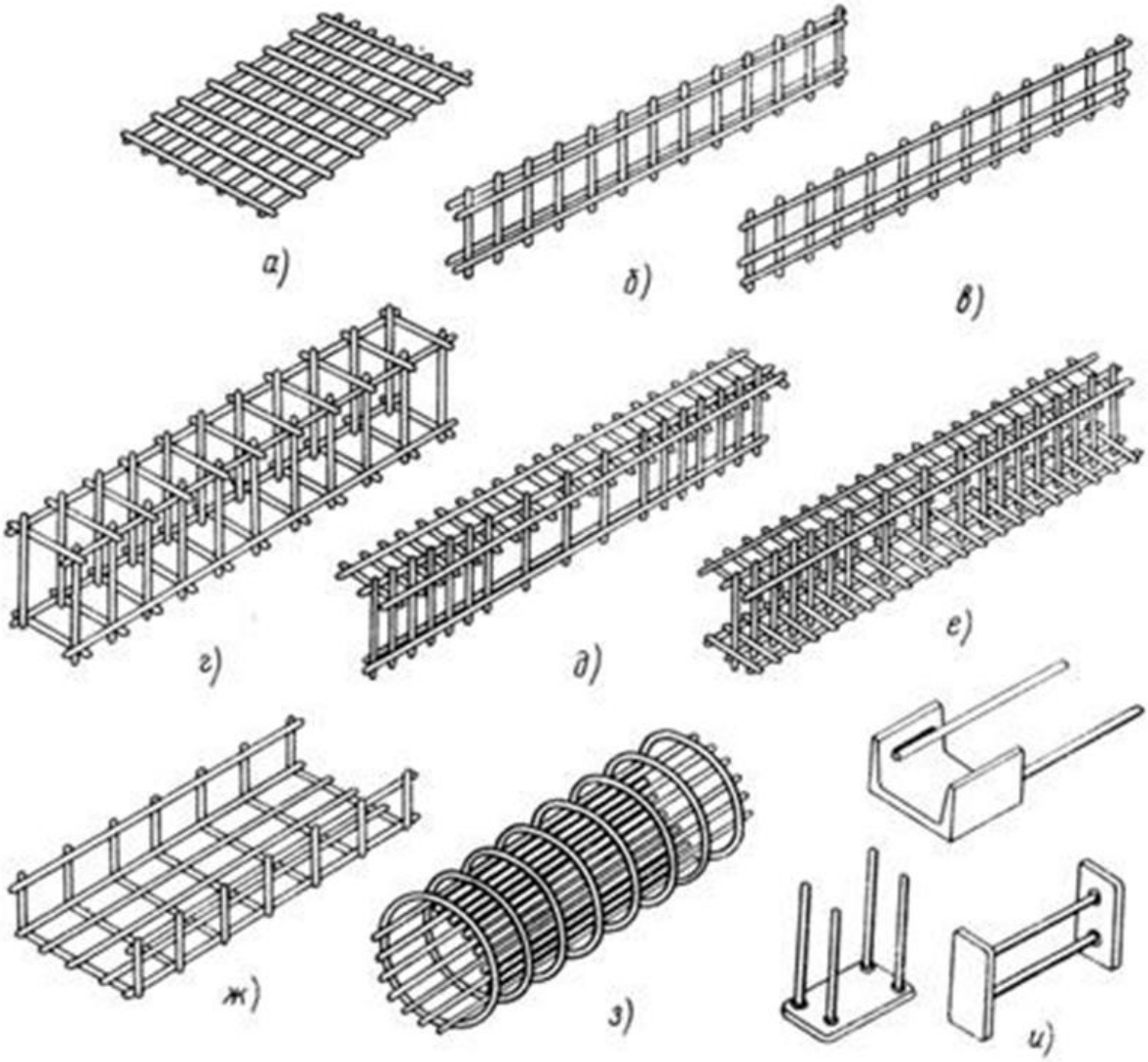


Рис. 58. Виды арматурных изделий:
а – плоская сетка; б, в – плоские каркасы; г – пространственный каркас; д - пространственный каркас таврового сечения; е - то же, двутаврового сечения; ж - гнутая сетка; з - то же, криволинейного сечения; и - закладные детали.

Наиболее применяемыми арматурными элементами являются арматурные сетки и каркасы.

Сетка представляет собой взаимно перекрещивающиеся стержни, соединённые в основном сваркой в местах пересечения (рис. 58а). Сетки из арматурной стали диаметром от 3 до 10 мм называют *лёгкими*, а большего диаметра – *тяжёлыми*. Ширина лёгких сеток от 65 до 380 см, тяжёлых – от 65 до 305 см. длина сеток обычно не превышает 9 м. Рулонные сетки изготавливают из проволоки диаметром 3-5 мм с продольными стержнями и до 10 мм – с поперечными стержнями.

Плоские каркасы (рис. 58б,в) состоят из двух, трёх, четырёх продольных стержней, соединенных поперечными, перпендикулярными или непрерывными стержнями. ***Пространственные каркасы*** состоят из собранных в один элемент плоских сеток и каркасов, отдельных стержней и т.п. деталей (рис. 58г-е).

4.2.2. Технология выполнения арматурных работ

Арматуру из вязанных сеток и каркасов или отдельных стержней следует устанавливать с соблюдением основных правил действующих технических условий:

- сварные стыки стержней арматуры из стали с холодной обработкой располагают так, чтобы площадь стержней, стыкуемых в одном сечении, не превышала 25% общей площади рабочей арматуры;
- стержни арматуры в местах пересечения сваривают или скрепляют проволокой;
- хомуты каркасов колонн и балок располагают перпендикулярно рабочей арматуре;
- пересечения стержней с углами хомутов сваривают или связывают полностью, пересечения с прямыми участками – полностью или в шахматном порядке;
- крюки угловых стержней при стыковании продольной арматуры колон внахлестку устанавливают под углом 45° к опалубке, крюки промежуточных стержней – под углом 90°;
- концы хомутов каркаса колонн должны быть загнуты внутрь колонн; длина крюков не менее 60 мм для стали диаметром до 8 мм и не менее 80 мм для стали диаметром более 8 мм;
- стыки (замки) хомутов колонн располагают вразбежку;
- расстояния в свету между стержнями рабочей арматуры горизонтальных и наклонных элементов должны быть не меньше диаметра стержней, но больше 25 мм для нижней арматуры и 30 мм – для верхней.

Стыкование сваркой рабочих стержней из горячекатаной стали гладкого и периодического профиля производят встык (реже), внахлестку или с накладками (рис. 59).

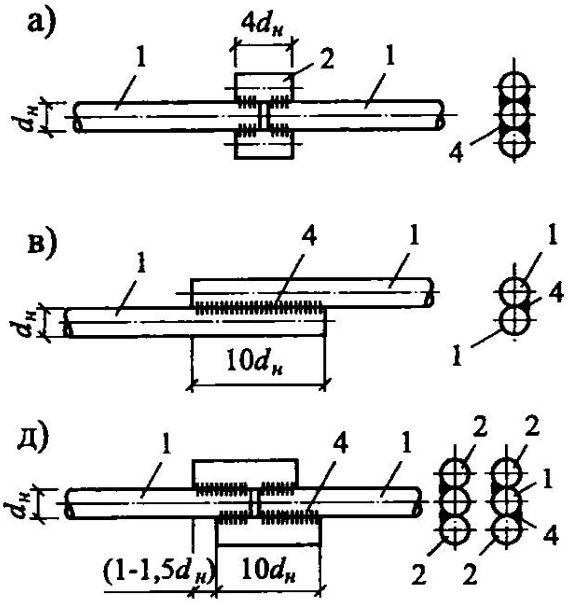


Рис. 59. Стыковка арматурных стержней с помощью сварки: *а, б, г, д - с накладками; в - внахлестку; 1 - стыкуемые стержни; 2 - накладки из арматурных стержней того же диаметра; 3 - накладки из уголка; 4 - сварной шов*

Нас стыковании сварных сеток из гладких стержней на длине стыка должно быть расположено не менее 3-х стержней распределительной арматуры. При стыковании сеток из стержней периодического профиля в рабочем направлении (в растянутой зоне) приварка стержней в пределах стыка не обязательна, но требует увеличения длины нахлестки на 5 диаметров.

Стыки сварных сеток в нерабочем направлении выполняют внахлестку, причем расстояние между осями крайних рабочих стержней должно быть не менее 50 мм, при диаметре распределительной арматуры до 4 мм, и не менее 100 мм – при больших диаметрах.

Сетки, оканчивающиеся на свободном поле, должны иметь хотя бы один поперечный стержень, расположенный за гранью поля.

Примеры стыковки арматурных сеток внахлестку без сварки представлены на рис. 60.

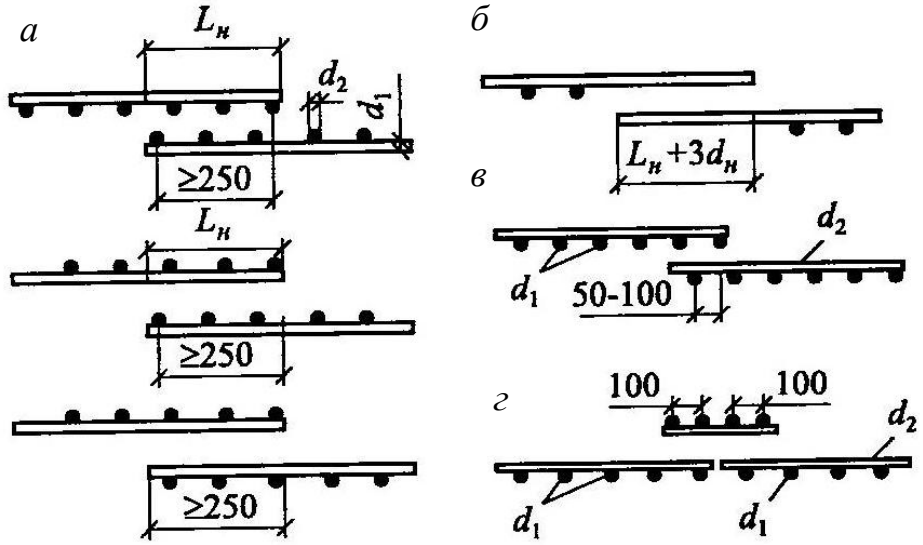


Рис. 60. Стыковка арматурных сеток внахлестку без сварки: *а - из сеток гладких стержней; б - сеток из стержней периодического профиля; в - в нерабочем направлении перепуском; г -в рабочем направлении с дополнительной сеткой*

Вязка стержней арматуры осуществляется внахлестку в 3-х местах отожженной вязальной проволокой диаметром 1,6-1,8 мм или с помощью пластмассовых фиксаторов. Для ручной вязки арматуры применяют различные приспособления: кусачки, специальные крючки и т.п. (рис. 61).

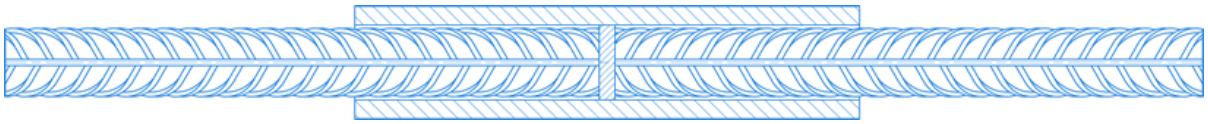
Рис. 61. Приспособления для вязки арматуры: *крючок, кусачки и пистолет для вязки*

В современном строительстве в дополнение к широко применяемым методам соединений арматуры (электросваркой и/или вязкой проволокой) добавился метод с использованием ***механических соединений*** арматурных стержней.

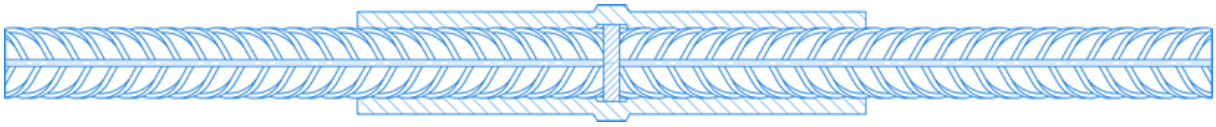
Механические соединения арматурных стержней подразделяются на два основных вида:

- Соединения с применением обжимных муфт (рис. 62);
- С применением резьбовых муфт (рис. 63):
    - с цилиндрической резьбой;
    - с конической резьбой

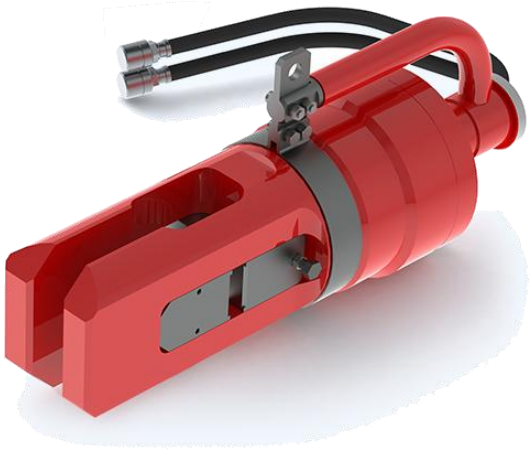
а



б



в



г

д

Рис. 62. Стыковка арматуры с помощью обжимных муфт:
а, б -схема соединения до и после обжатия; в - пресс арматурный; г - толстостенные обжимные муфты для арматуры; д - внешний вид соединения

Резьбовые муфт для соединения арматуры дают возможность обеспечения дополнительной прочности конструкции, а также экономия материала (до 20%). Технология также повышает сейсмостойкость и долговечность ЖБИ, одновременно уменьшая нагрузку на фундамент. Качественные соединительные муфты для арматуры позволяют сократить время монтажа, заметно снизив общие сроки строительства.

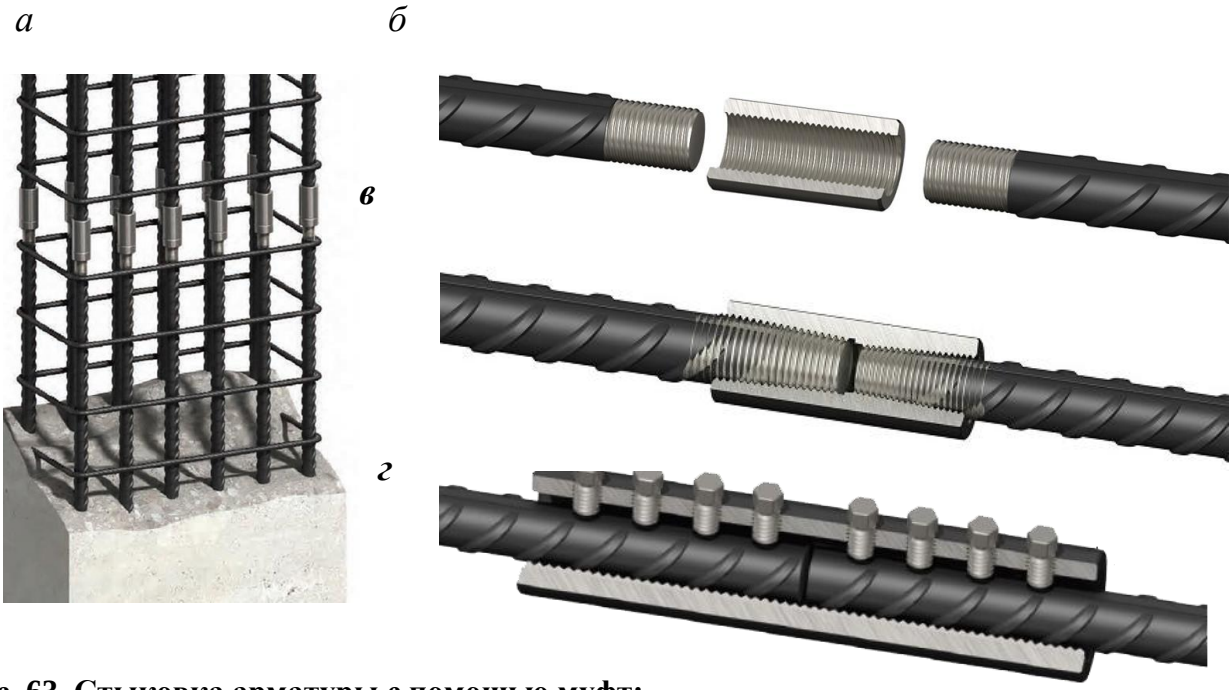


Рис. 63. Стыковка арматуры с помощью муфт:
а - внешний вид резьбового муфтового соединения; б -муфта соединительная для арматуры с параллельной резьбой; в- муфта для соединения арматуры мс конической резьбой; г - безрезьбовые механические муфты

При армировании и в процессе бетонирования конструкций необходимо строго соблюдать толщину защитного слоя, которая, прежде всего, зависит от вида конструкции. Для обеспечения защитного слоя между арматурой и опалубкой устанавливают прокладки из бетона, пластмассы и других материалов (рис. 64). Крепление арматуры к опалубке показано на рисунке 65.

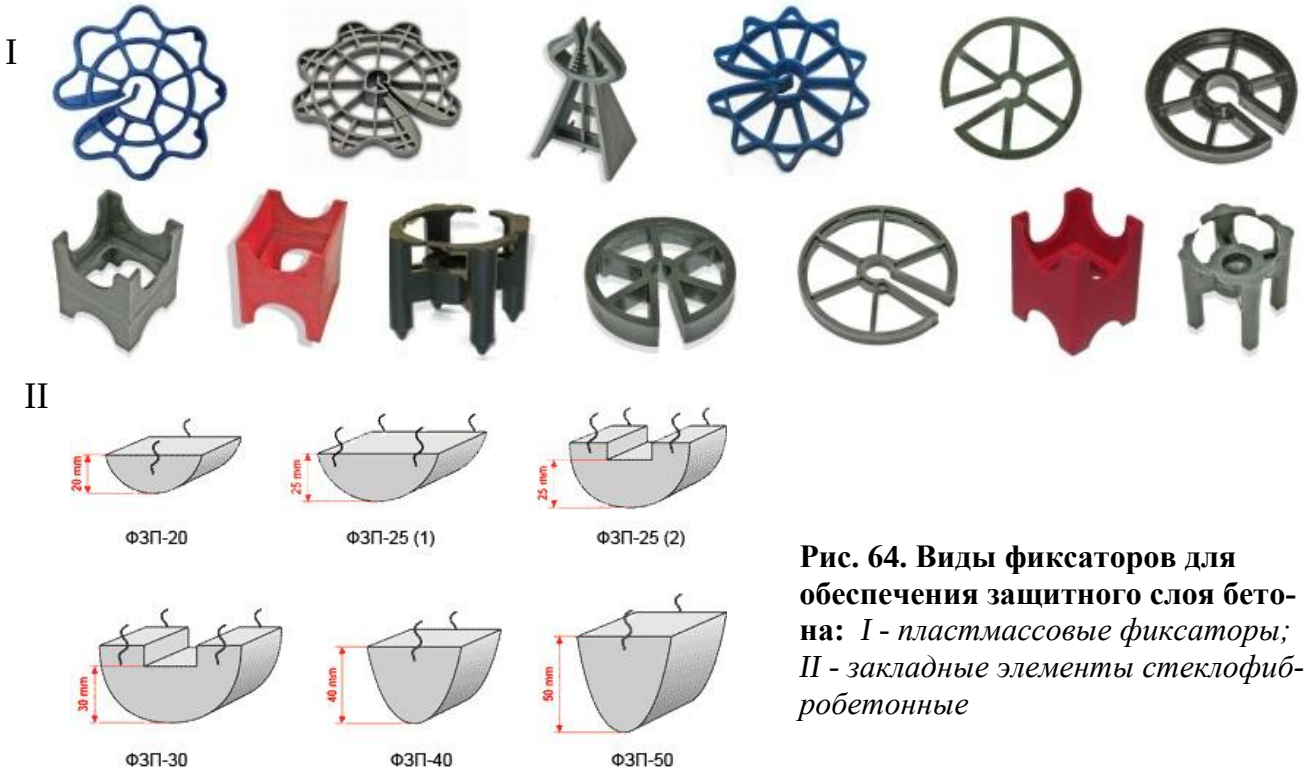
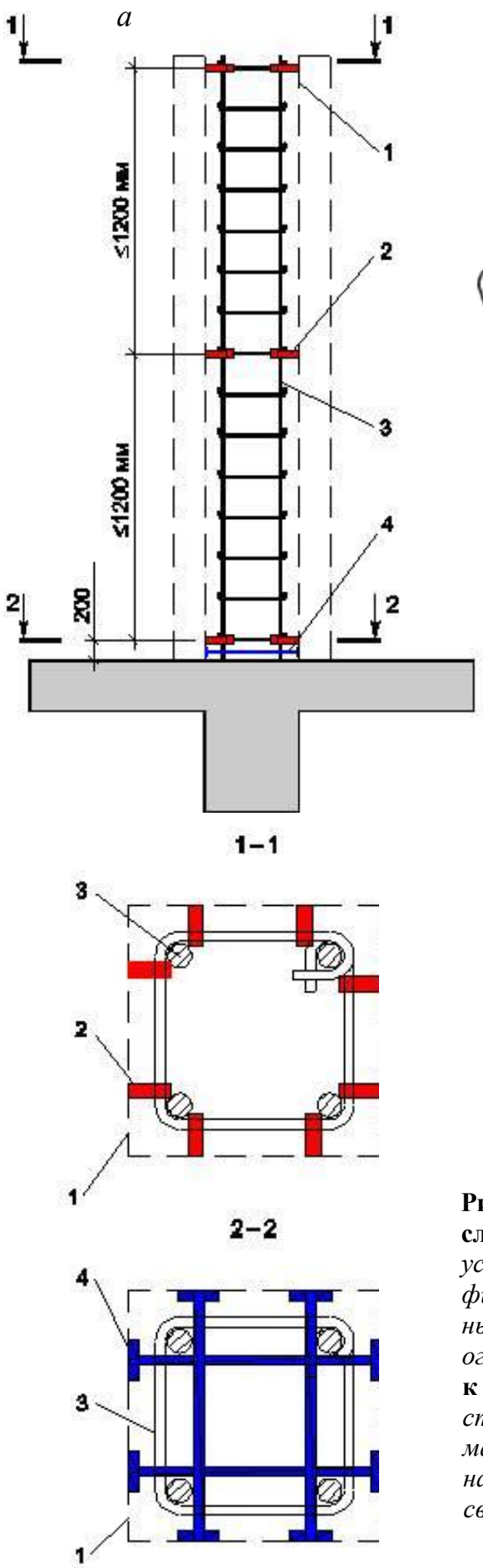


Рис. 64. Виды фиксаторов для обеспечения защитного слоя бетона: *I - пластмассовые фиксаторы; II - закладные элементы стеклофибробетонные*



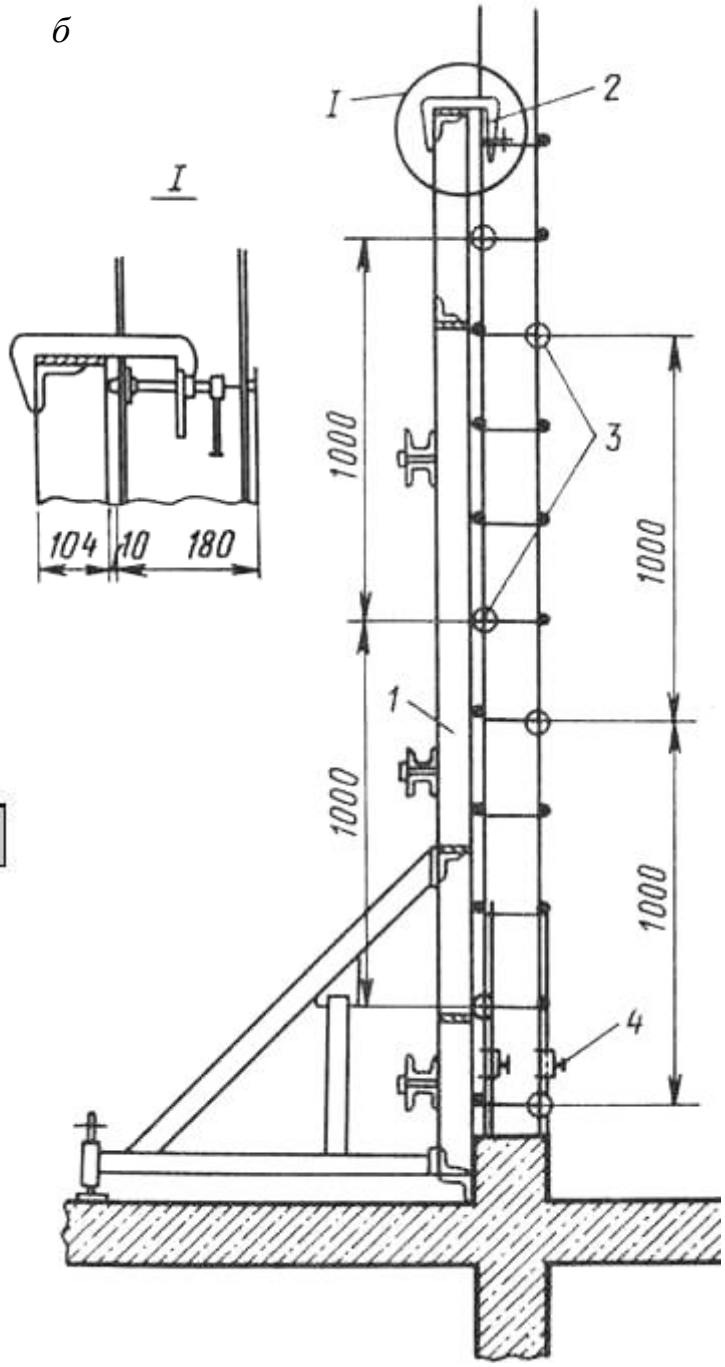


Рис. 65. Схема установки фиксаторов защитного слоя арматуры к опалубке колонн (а): *1 — контур устанавливаемой опалубки; 2 — пластмассовый фиксатор защитного слоя арматуры;3 — арматурный каркас; 4 — арматурный фиксатор-ограничитель;*

к опалубке стен (б): *1 — опалубочный щит, 2— струбцина, 3 — фиксаторы, установленные в шахматном порядке для создания защитного слоя бетона, 4 — струбцина для устранения осевого смещения свариваемых стержней*

Толщину защитного слоя бетона для арматуры при отсутствии указаний в проекте следует принимать по данным табл. 19

Таблица 19

Толщина защитного слоя бетона

Наименование армируемых конструкций	Наименьшая толщина защитного слоя, мм
1. Плиты, стены и перегородки из тяжелого бетона толщиной , мм:	
- до 100	10
- более 100	15
2. То же, из легкого	15
3. Ребра часторебристых перекрытий	15
4. Балки и колонны при диаметре продольной арматуры, мм:	
- до 20	20
- до 35	25
- более 35	30
- при арматуре из проката	50
5. Хомуты и поперечные стержни	15
6. Монолитные фундаменты	
- при наличии подготовки	35
- при отсутствии подготовки	70
7. Фундаментные балки	25-36
8. Набивные сваи	70

Доставку арматурных элементов и заготовок на строительные объекты осуществляют специализированным автотранспортом с соблюдением мер против деформации и порчи арматуры. Если длина заготовок на 1.5 – 2 м превышают длину кузова автомобиля, то применяют специализированные прицепы.

Арматурную сталь следует хранить в закрытых складах по профилям, классам, диаметрам на стеллажах (рис. 66), кассетах, бункерах, штабелях со свободными проходами Допускается хранение под навесом и не допускается хранение на земляном полу или вблизи агрессивных химических веществ.

Рис. 66. Хранение арматуры

Укрупнительную сборку и монтаж арматуры производят специализированные звенья арматурщиков или реже рабочие комплексных бригад, имеющих смежные профессии (например, арматурщик – бетонщик, арматурщик – слесарь строительный).

Целью укрупнительной сборки является уменьшение затрат труда, в том числе и за счет сборки пространственных каркасов из плоских, на нулевой отметке. Работы в этом случае проводятся в зоне действия монтажного крана.

Строповку арматурных элементов во избежание деформации производят в строго определенных точках (рис. 67).

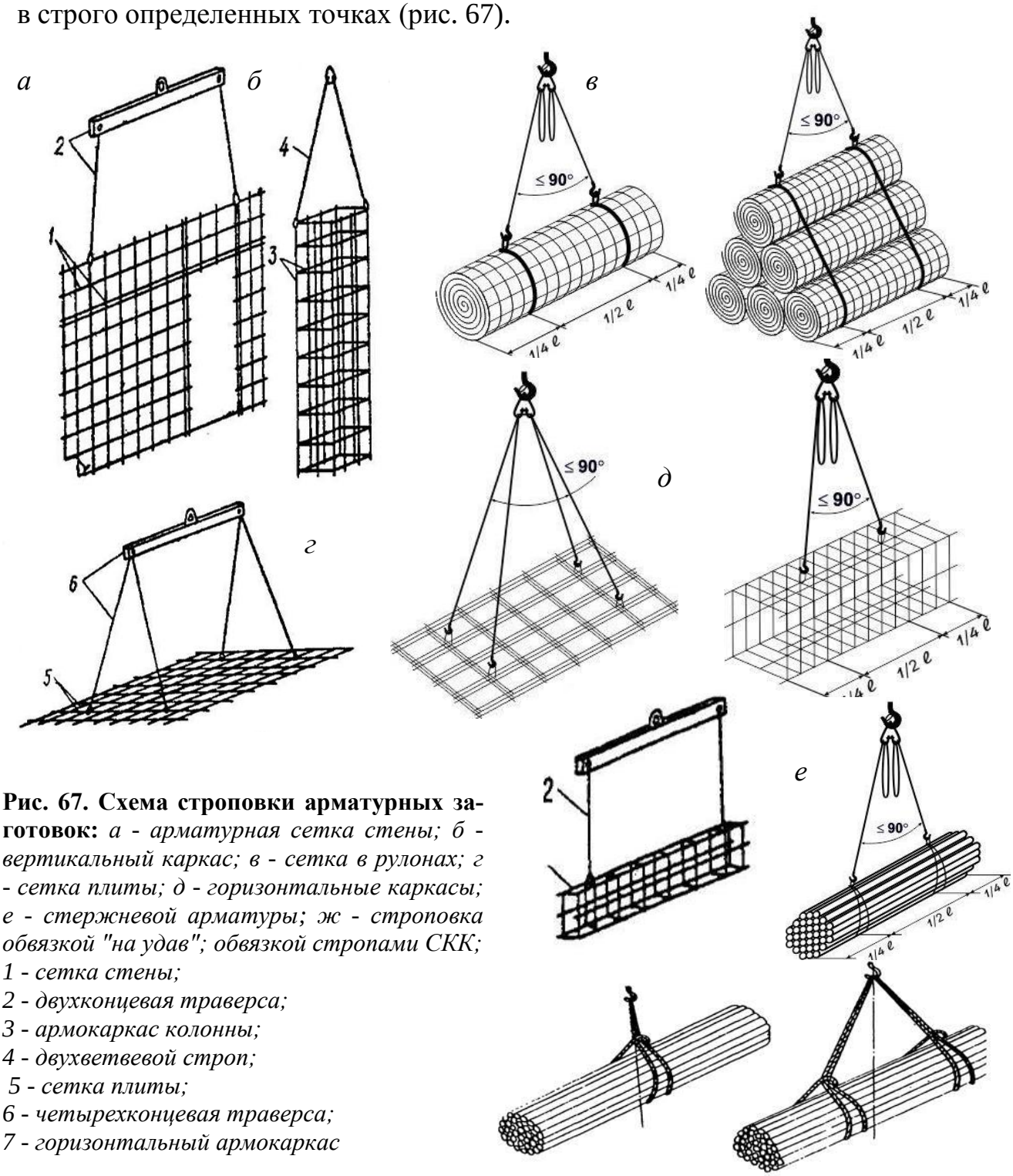
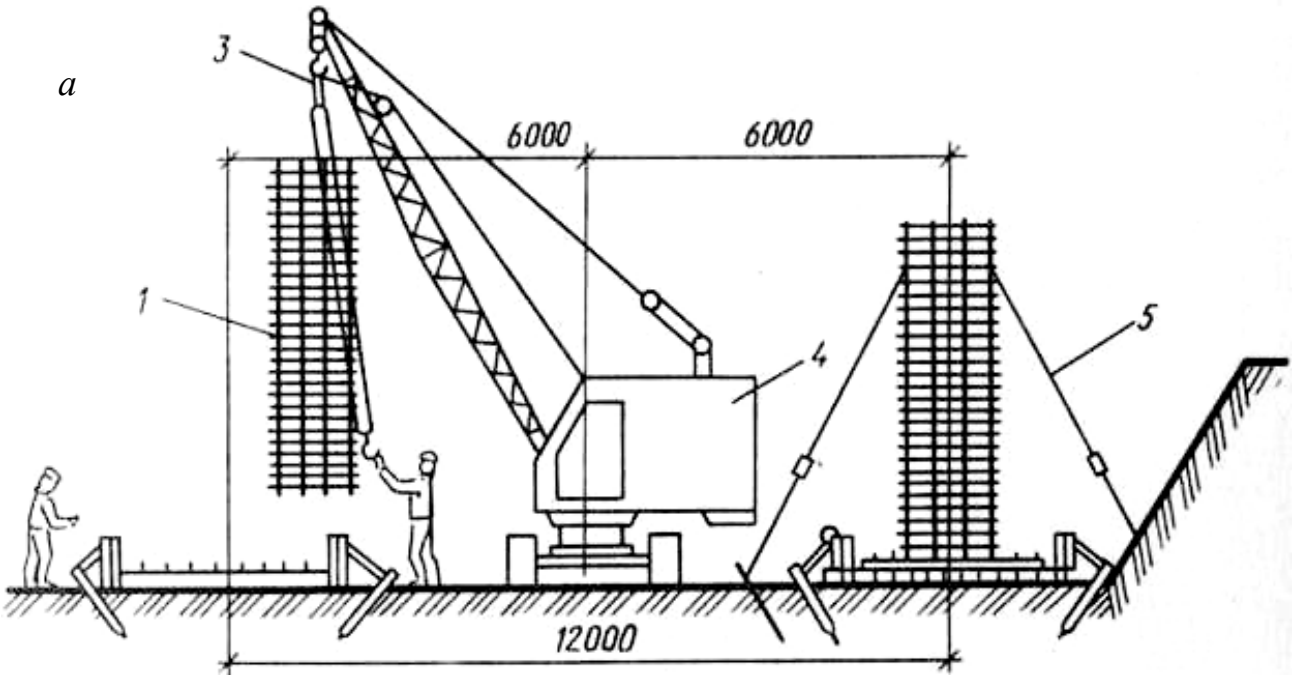


Рис. 67. Схема строповки арматурных заготовок: *а - арматурная сетка стены; б - вертикальный каркас; в - сетка в рулонах; г - сетка плиты; д - горизонтальные каркасы; е - стержневой арматуры; ж - строповка обвязкой "на удав"; обвязкой стропами СКК;*
1 - сетка стены;
2 - двухконцевая траверса;
3 - армокаркас колонны;
4 - двухветвевой строп;
5 - сетка плиты;
6 - четырехконцевая траверса;
7 - горизонтальный армокаркас

Крупноразмерные каркасы ***столбчатых фундаментов*** и подколонников монтируют с помощью кранов самобалансирующимися стропами, которые переводят армокаркас из горизонтального положения в вертикальное без деформаций (рис. 68).



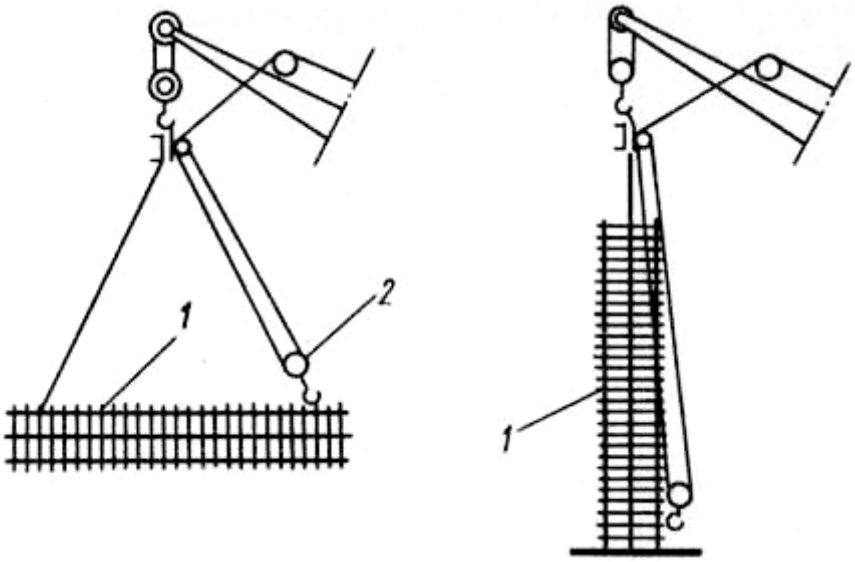


Рис. 68. Технологическая схема установки тяжелых каркасов фундаментов:
а — схема монтажа, б — схема строповки; 1 — каркас, 2 — блок вспомогательного крюка, 3 — самобалансирующаяся траверса, 4 — монтажный кран, 5 — расчалки

Армокаркасы ***колонн*** (рис. 69) монтируют, как правило, до установки опалубки (возможен монтаж нежестких каркасов в некоторых случаях и после установки опалубки). Нижнюю часть рабочих стержней сваривают или связывают со стержнями, выпущенными над фундаментом или нижестоящей колонной. Вязка арматурного каркаса непосредственно на проектной отметке выполняется также до установки опалубки.

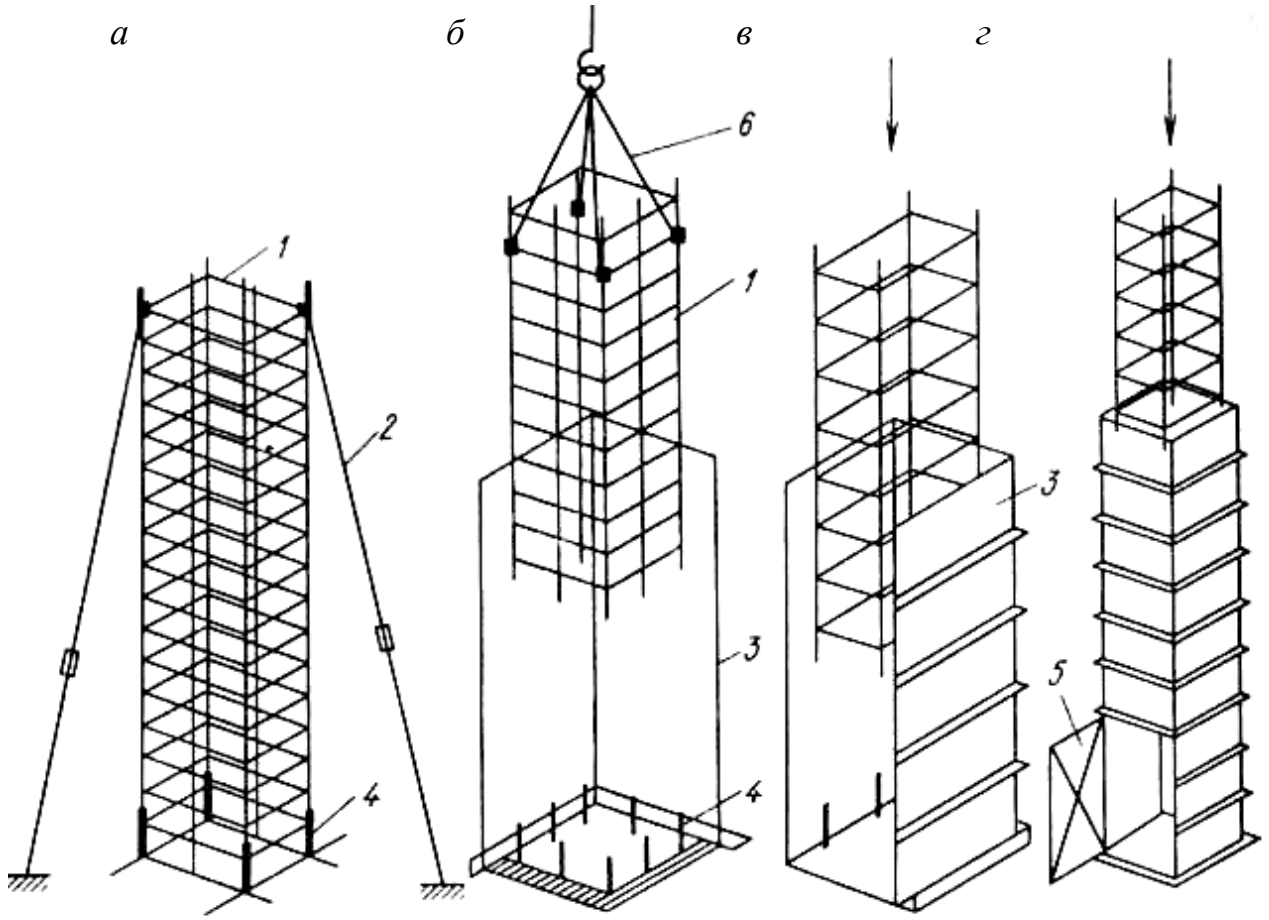


Рис. 69. Технологическая схема монтажа арматурных каркасов колонн:
а — установка каркаса в проектное положение с выверкой раскосами, б — то же, в опалубку из двух щитов; в — то же, в опалубку из трех щитов, г — при полностью смонтированной опалубке; 1 — арматурный каркас, 2 — раскосы для выверки и временного крепления, 3 — щиты опалубки, 4 — выпуски арматуры, 5 — съемный щит для устройства стыков арматуры, 6 — строповочное устройство

Если арматурные сетки для стен жесткие, то их устанавливают до опалубочных работ, если недостаточная жесткость, то сетки можно устанавливать после монтажа опалубки, по крайней мере, с одной стороны стены.

Плиты железобетонных перекрытий армируют, как правило, сварными сетками, которые укладывают по опалубке в направлении, указанном в проекте. На опорах сетку укладывают на верхнюю арматуру балок в пролете - на опалубку.

При армировании ***ребристых перекрытий*** в первую очередь устанавливают армокаркасы балок и ригелей, а затем сетки плит.

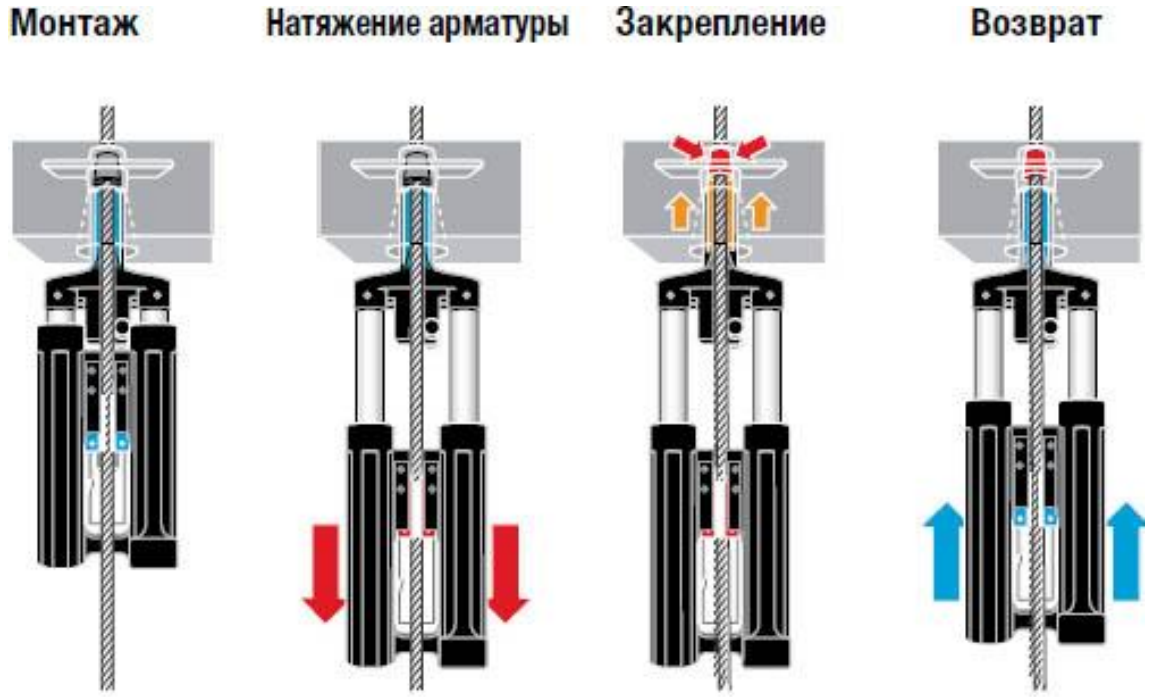
При возведении монолитных многоэтажных зданий сначала армируют стены в пределах этажа, а потом перекрытие. Связь арматуры по этажам осуществляется выпусками вертикальных стержней длиной 20 – 30 см.

При изготовлении предварительно напряженных конструкций производят натяжение арматуры с целью исключения в бетоне растягивающих напряжений.

Существует два метода натяжения арматуры: *«на бетон»* и *«на упоры»*. В зависимости от метода выбирают способы натяжения - механический, электротермический или электротермомеханический. Чаще высокопрочную стержневую арматуру диаметром 8-22 мм натягивают электротермическим способом, а диаметром 25-40 мм - механическим.

Механический способ (рис.70, 71) предполагает применение гидравлических домкратов, лебедок и т.п. механизмов. ***Электротермическое*** натяжение основано на удлинении арматурных элементов при их нагревании за счет пропуска электрического тока. ***Электротермомеханический*** способ – комбинированный, в котором часть натяжения арматуры создается механически, а другая часть – электротермически.

а



б

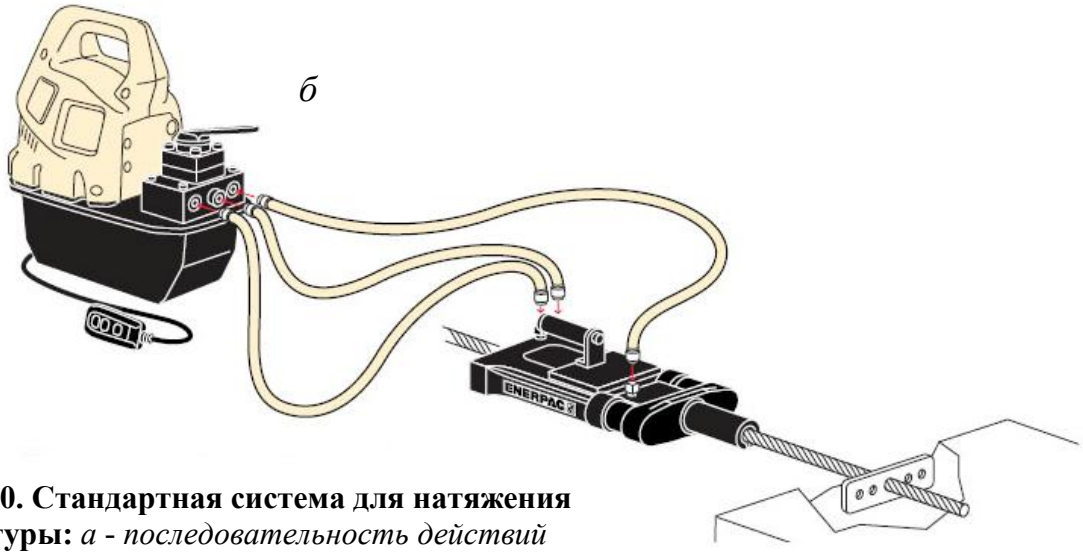


Рис. 70. Стандартная система для натяжения арматуры: *а - последовательность действий*
б - инструменты: электронасос и домкрат

Натяжение осуществляют ступенями по 3– 5 МПа. При достижении в арматуре напряжения на 10 % больше проектного, ее выдерживают в течении 5 мин, а затем напряжение снижают до проектного значения и закрепляют напряженную арматуру.

Для натяжения применяют стержневую арматуру периодического профиля, высокопрочную проволоку в виде прядей, канатов и пучков.

Натяжение арматуры «на бетон» осуществляют, как правило, механическим способом с помощью гидравлических домкратов. Натяжение передается на бетон концевыми групповыми или индивидуальными анкерами. Этот метод используют в основным при изготовлении индивидуальных конструкций большого пролета. При длине напрягаемой арматуры более 10 м ее натягивают с двух концов одновременно. Для создания монолитной конструкции и защиты арматуры от коррозии ее помещают в каналы, устраиваемые при бетонировании конструкций, напрягают и с помощью растворонасоса или пневмонагнетателя нагнетают высокопрочный цементный раствор (инъецируют каналы). Для образования каналов в подготовленную для бетонирования конструкцию устанавливают каналообразователи (стальные трубы, резиновые рукава, стальные тонкостенные гофрированные трубки и т.п.), диаметр которых на 10-15 мм больше диаметра напрягаемой арматуры. Во избежание сцепления с бетоном их проворачивают вокруг оси через каждые 10-15 мин, а через 2-3 часа после окончания бетонирования извлекают из конструкции.

Инъецирование каналов осуществляют высокопрочным раствором не ниже М300 на цементе М400-М500 и чистом песке. Нагнетание ведут непрерывно с начальным давлением около 0,1 МПа и последующим повышением до 0,4 МПа. Прекращают инъецирование, когда раствор начнет вытекать с другой стороны канала.

Натяжение арматуры «на упоры» выполняют до бетонирования конструкции. Упоры располагают вне конструкции. После достижения бетоном необходимой прочности на него передается усилие предварительного напряжения за счет сцепления арматуры с бетоном.

При этом способе возможно использование всех трех вышеназванных способов натяжения, но наиболее предпочтителен электротермический, который заключается в нагревании арматуры электрическим током.

Рис. 71. Оборудование для производства напряженного железобетона

4.2.3. Контроль качества при производстве арматурных работ

Приемочный контроль арматурных элементов включает проверку их установки, величины защитного слоя и допускаемых отклонений.

Установленные арматурные элементы должны соответствовать нормативным параметрам (табл. 20).

Таблица 20

Допускаемые отклонения при устройстве арматурных элементов

Наименование параметра	Величина параметра
1	2
1. Отклонения в расстоянии между отдельно установленными рабочими стержнями для, мм:	
- колонн и балок	+/- 10
- плит и стен фундаментов	+/- 20
- массивных конструкций	+/- 30
2. Отклонение в расстоянии между рядами арматуры для, мм:	
- плит и балок толщиной до 1 м	+/- 10
- конструкций толщиной более 1 м	+/- 20
3. Отклонение в расположении стыков стержней по длине элемента, мм:	
- в каркасах и тонкостенных конструкциях	+/- 25
- в массивных конструкциях	+/- 50
4. Отклонение от проектного положения элементов арматуры массивных конструкций (каркасов, блоков, форм), мм:	
- в плане	+/- 50
- по высоте	+/- 30
5. Отклонения в расстояниях между хомутами балок и колонн и между связями арматурных каркасов и ферм, мм	+/- 10
6. Отклонения в расстояниях между распределительными стержнями в одном ряду, мм:	
- для плит, стен и фундаментов под каркасные конструкции	+/- 25
- для массивных конструкций	+/- 40
- от вертикали или горизонтали в положении хомутов (за исключением случаев, когда отклонения предусмотрены проектом)	+/- 10
7. Отклонение от проектной толщины защитного слоя бетона не должно превышать, мм:	
- при толщине защитного слоя до 15 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм	
до 100	+ 4
от 101 до 200	+ 5
- при толщине защитного слоя от 16 до 20 мм включительно и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм	
до 100	+ 4; - 3
от 101 до 200	+ 8; - 3
от 201 до 300	+ 10; - 3
свыше 300	+ 15; - 5

Окончание табл. 20

1	2
- при толщине защитного слоя 20 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм	
до 100	+ 4; - 5
от 101 до 200	+ 8; - 5
от 201 до 300	+ 10; - 5
свыше 300	+ 15; - 5
- в массивных конструкциях толщиной более 1 м:	+/- 20
- в фундаментах под конструкции и технологическое оборудование	+/- 10
- в колоннах, балках и арках	+/- 5
- в плитах и стенах толщиной до 100 мм при проектной толщине защитного слоя 10 мм.	+/- 3

Стыковые соединения стержней, выполненных ванной или ванно – шовной сваркой, а также тавровые соединения закладных деталей частично или полностью проверяют с помощью ультразвуковой дефектоскопии с возможным последующим просвечиванием сомнительных участков рентгеновскими или гамма–лучами.

В сварных швах допускаются следующие дефекты:

- в соединениях, доступных для сварки с двух сторон - непровары глубиной до 5% толщины металла, но не более 2 мм;
- в соединениях, доступных для сварки с одной стороны без применения подкладок – непровары глубиной до 16% толщины металла, но не более 3 мм;
- шлаковые включения или одиночные и групповые поры размером не более 10% толщины металла и не более 3 мм;
- цепочка шлаковых включений при суммарной длине не более 200 мм на 1 м шва;
- шлаковые включения или одиночные и групповые поры не более 5 шт. на 1 см^2 шва.

Арматурные работы относятся к числу скрытых, поэтому их приемка оформляется актами на скрытые работы.

4.2.4. Техника безопасности при производстве арматурных работ

Заготовка и обработка арматуры должна выполняться в специально оборудованных местах.

При заготовке арматуры необходимо:

- ограждать места, предназначенные для разматывания бухт и выпрямления арматуры;
- складывать заготовленную арматуру в специально отведенных местах;

- закрывать щитами торцевые части арматурных элементов в местах проходов шириной до 1 м;
- при резке арматуры на отрезки длиной до 0,3 м применять приспособления, предупреждающие их разлет;
- ограждать рабочее место при обработке стержней, выступающих за габариты верстака, а если верстак двусторонний, то разделять его посередине продольной металлической сеткой высотой не менее 1 м.

При установке арматуры вертикальных конструкций (колонны, стены и др.) необходимо через каждый 2 м по высоте устраивать подмости с ограждением высотой не менее 0,8 м.

Передвижение по горизонтально уложенным сеткам разрешается только по специальным ходовым доскам, установленным на козелки.

При выполнении работ по натяжению арматуры необходимо:
- устанавливать в местах прохода рабочих защитные ограждения высотой не менее 1,8 м;
- оборудовать устройства для натяжения арматуры сигнализацией;
- не допускать нахождения людей на расстоянии ближе 1 м от арматурных стержней, нагреваемых электрическим током.

При производстве арматурных работ запрещается:
- находиться на незакрепленных окончательно арматурных конструкциях;
- производить какие-либо работы, стоя на арматурных хомутах или стержнях конструкции и перемещаться по ним.

4.3. Бетонные работы

4.3.1. Общие сведения о бетоне и его компонентах

Рис. 72. Бетон

Бетоном (рис. 72) называют искусственный каменный материал, получаемый в результате твердения тщательно перемешанной и уплотненной смеси вяжущего материала, мелкого (песок) и крупного (щебень) заполнителей, воды и специальных добавок (при необходимости в определенных пропорциях). До затвердения такую смесь называют ***бетонной смесью***.

Одно из основных свойств бетона – высокая сопротивляемость сжимающим нагрузкам и низкая – растягивающим. Для повышения сопротивляемости

растяжению в бетонные конструкции укладывают арматуру, которая, в основном, воспринимает растягивающие усилия.

В практике строительства широко применяют предварительно напряженный железобетон. Сущность предварительного напряжения состоит в том, что зона бетона, где возникают растягивающие усилия, обжимается предварительно натянутой арматурой (рис.73).

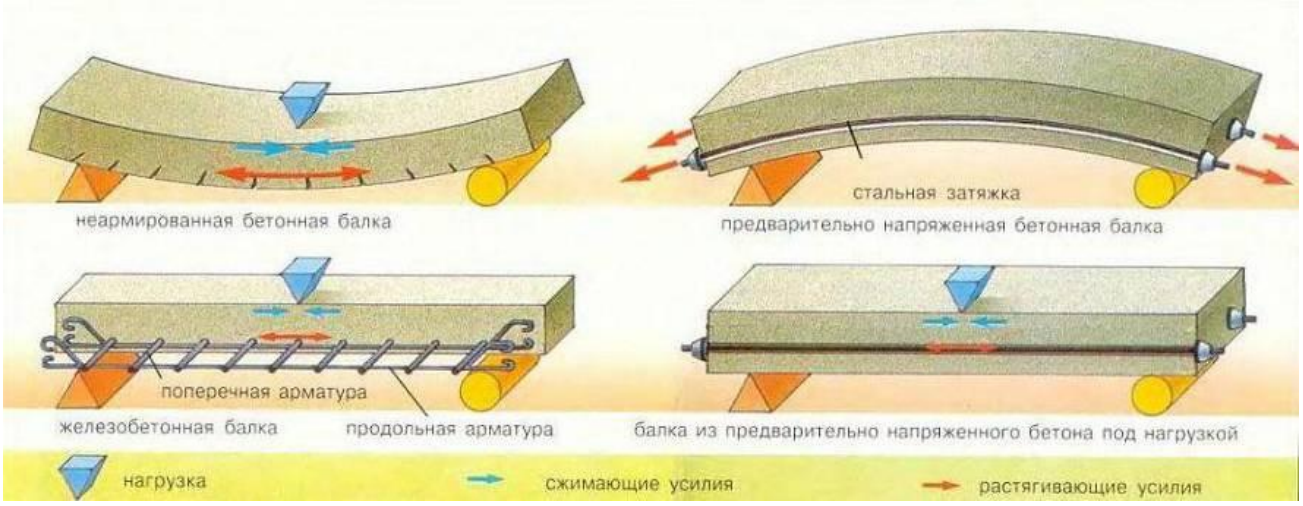


Рис. 73. Схемы работы бетонных и железобетонных конструкций

Бетоны классифицируют по ряду признаков.

- **По назначению** различают *конструкционные* и *специальные. Конструкционные* предназначены для возведения несущих и ограждающих конструкций (фундаменты, колонны, балки, перекрытия, стены неотапливаемых зданий и т.п.). *Специальные*: гидротехнические, для дорожного строительства, жаростойкие (применяют для строительства сооружений, стойких к температуре, увлажнению, многократному замораживанию и оттаиванию), водонепроницаемые, обладающих высокой истираемостью, работающие при высоких температурах или способных воспринимать знакопеременные динамические нагрузки.

- **По плотности** бетоны делят *особо тяжёлые* (более 2500 кг/м^3), т*яжёлые* (1800-2500 кг/м^3), *лёгкие* (500-1800 кг/м^3), *особо лёгкие* (менее 500 кг/м^3).

Для приготовления *особо тяжёлых* бетонов используют заполнители из стальных опилок или стружки, окалины, железной руды и т.п. Такие бетоны применяют для радиационной защиты при строительстве атомных электростанций.

Тяжёлые бетоны нашли наибольшее применение в практике строительства при возведении различных монолитных конструкций. Крупным заполнителем в таких бетонах является щебень плотных горных пород (гранит, известняк, диабаз и др.).

Лёгкие и *особо лёгкие* бетоны (рис.74) получают, используя лёгкие заполнители (пемзу, туф, шлак, керамзит) или придавая бетонам пористую структуру (поризованные бетоны). Это достигается введением в бетонную смесь воздухововлекающих (микро пенообразователей) или газообразующих добавок. К лёгким бетонам относятся и ячеистые бетоны с высокопористой структурой (объём пор до 80%).

Рис. 74. Виды бетона: *а - полистиролбетон; б - пенобетон; в - арболит; г - газосиликат; д - керамзитобетон*

- **По виду вяжущего** различают бетоны *цементные, силикатные, гипсовые, шлакощелочные, полимербетоны, полимерцементные* и *специальные*.

Среди *цементных* наибольшее распространение (до 65%) получили бетоны на портландцементе, до 20% - на шлакопортландцементе и пуццолановом.

Силикатные бетоны готовят на известковом вяжущем с твердением в автоклавах.

Гипсовые обладают малой водостойкостью, вследствие чего их применяют для изготовления внутренних конструкций.

Шлакощелочные, в которых вяжущим являются молотые шлаки, затворённые щелочными растворами, применяют для возведения конструкций, работающих в агрессивных средах.

Полимербетоны также обладают высокой стойкостью к агрессивным воздействиям, поэтому их применяют при возведении сооружений химической промышленности, емкостей для хранения кислот и т.п.

Полимерцементные изготавливают с добавлением водных растворов различных полимеров, которые увеличивают сцепление между элементами смеси, что повышает сопротивляемость растяжению, морозостойкость и другие свойства.

Главным компонентом, который обеспечивает прочность бетонной смеси после ее затвердевания, является ***вяжущее***. Существуют разные виды вяжущих, которые имеются в видах современного бетона, перечень их выглядит так:

- цемент;
- известь;
- гипс;
- жидкое стекло;
- битум;
- полимерные смолы.

Рис. 75. Виды цемента

Основным вяжущим является **цемент** (рис. 75) – порошкообразный материал, состоящий из тонкоизмельченной смеси известняка с глиной (клинкер). Применяют портландцементы и шлакопортландцементы (с добавками более 20% гранулированного шлака) и их разновидности.

Характеристика цементов представлена в табл. 21.

Таблица 21

Характеристика цементов

Вид цемента	Марка	Прочность на сжатие, МПа	Сроки схватывания (начало/конец)
Портландцемент	300 400 500 600	30 40 50 58	45 мин/10 ч
Пластифицированный портландцемент	200 400 500	30 40 50	То же
Белый, цветной портландцемент	400 500	40 50	45 мин/12 ч
Глиноземистый цемент	400 500 600	40 50 60	30 мин/12 ч
Расширяющийся портландцемент	400 500	40 50	45 мин/10 ч
Пуццолановый портландцемент (гидрофобный шлакопортландцемент)	300 400 500	30 40 50	То же

По прочности на сжатие цементы делятся на ***марки*** (в основном от 200 до 600).

По скорости твердения общестроительные цементы подразделяют на *нормально твердеющие* (с нормированием прочности в возрасте 2, 7 и 28 суток) и *быстротвердеющие* (с определением прочности в возрасте 2 и 28 суток).

По срокам схватывания различают *медленносхватывающиеся* (начало схватывания не ранее 2-х часов), *нормальносхватывающиеся* (начало схватывания в пределах от 45 мин до 2-х часов) и *быстросхватывающиеся* (начало схватывания менее 45 мин).

- **По виду заполнителей** бетоны бывают на *плотных*, *пористых* и *специальных* заполнителях.

Заполнитель в бетонных смесях (рис.76) является компонентом, который определяет прочность, плотность и вес готового изделия из бетонной смеси.

В качестве мелкого заполнителя обычно используют природный песок с фракцией 0,15 – 5 мм (более целесообразна фракция 2– 3 мм). Возможно применение шлаковых, пемзовых, баритовых песков и т.п.

Рис. 76. Заполнители бетонной смеси

Фракция крупного заполнителя зависит от типа бетонируемой конструкции и способы подачи бетонной смеси.

Так, максимальный размер фракции крупного заполнителя

- для *бетонных* конструкций не должен превышать 1/3 минимального размера бетонируемой конструкции;
- для *железобетонных* конструкций – 2/3 размера арматурной ячейки;
- для *плит перекрытий и покрытий* – не более ½ толщины конструкции; *при подаче* бетонной смеси *бетононасосами* – не более 0,33 диаметра бетоновода и т.д. (СП 70.13330.2012).

- **По структуре** различают бетоны с *плотной*, *поризованной*, *ячеистой* и *крупнопористой* структурой. В бетонах с *плотной* структурой пространство между зернами почти полностью занято затвердевшим вяжущим веществом. В *поризованных* бетонах пространство занято вяжущим и поризованными добавками. В *крупнопористых (зернистых)* бетонах между зернами заполнителя и вяжущим имеются воздушные поры. *Ячеистые* бетоны состоят из затвердев-

шей смеси вяжущего, тонкодисперсного кремнеземистого компонента и искусственных равномерно распределенных пор – ячеек, образованных газом или пенообразователем (рис. 74 и 77)

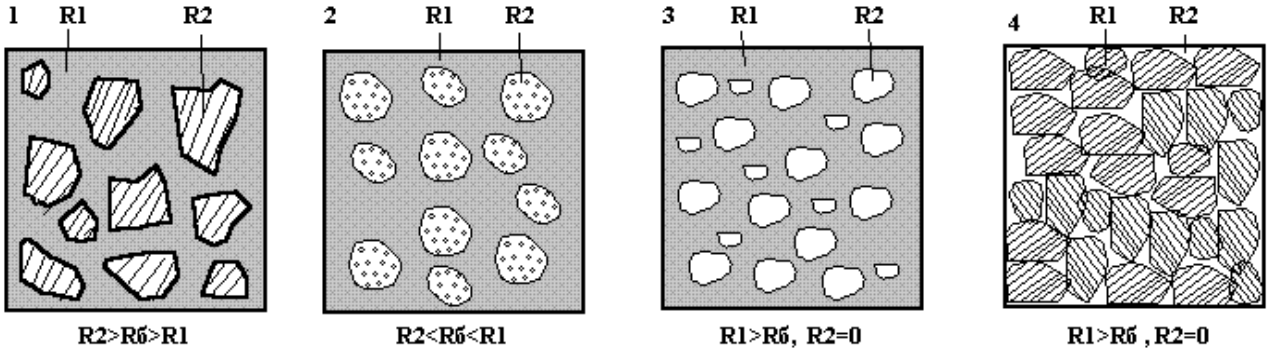


Рис. 77. Схема структуры бетона*: 1 – плотная; 2 – плотная с пористым заполнителем; 3 – ячеистая; 4 - зернистая*

Качество бетонных работ и производительность труда во многом определяются свойствами бетонной смеси, основными из которых являются ***удобоукладываемость*** (способность смеси растекаться под действием силы тяжести, легко укладываться в опалубку), ***консистенция*** (степень подвижности) и ***связность*** (способность сохранять свою однородность).

Для получения бетона требуемой прочности необходимо соблюдать ***водоцементное соотношение*** и заданный состав и фракции заполнителей.

В таблице 22 представлено соотношение между марками и классами тяжелого бетона на сжатие.

Таблица 22

Соотношение между классами и марками тяжелого бетона (раствора) по прочности на сжатие

Класс бетона по прочности	Марка бетона в возрасте 28 суток Rсж, кГс/см^2	Класс бетона по прочности	Марка бетона в возрасте 28 суток Rсж, кГс/см^2
В1	М-15	В22,5	М-300
В2	М-25	В25	М-350
В2,5	М-35	В27,5	М-400
В3,5	М-50	В30	М-400
В5	М-75	В35	М-450
В7,5	М-100	В40	М-500
В10	М-150	В45	М-600
В12,5	М-150	В50	М-700
В15	М-200	В55	М-700
В20	М-250	В60	М-800

4.3.2. Приготовление и транспортирование бетонных смесей

Бетонная смесь может быть приготовлена на центральных (районных) бетонорастворных заводах (**БРЗ**) или узлах (**БРУ**), расположенных на определенных технологически допустимых расстояниях от строящихся объектов (в пределах 25-30 км) или на приобъектных БРЗ и БРУ (рис.78, 79).

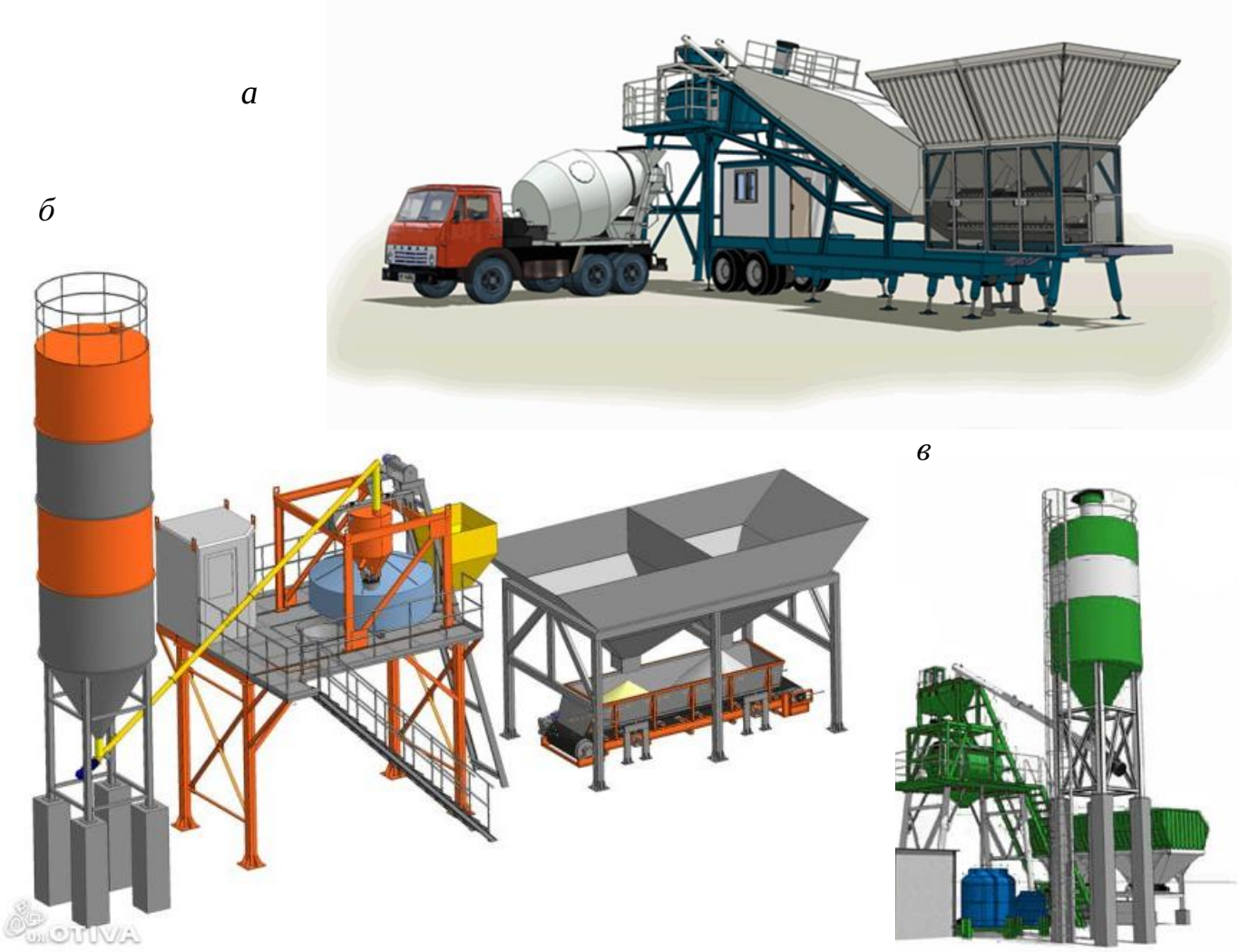


Рис. 78. Современные БРЗ и БРУ: *а, б – бетонные заводы, в - бетонный узел*

Приготовление бетонной смеси состоит из следующих операций:

- прием и складирование компонентов бетонной смеси;
- дозирование компонентов;
- перемешивание компонентов;
- выдачи бетонной смеси.

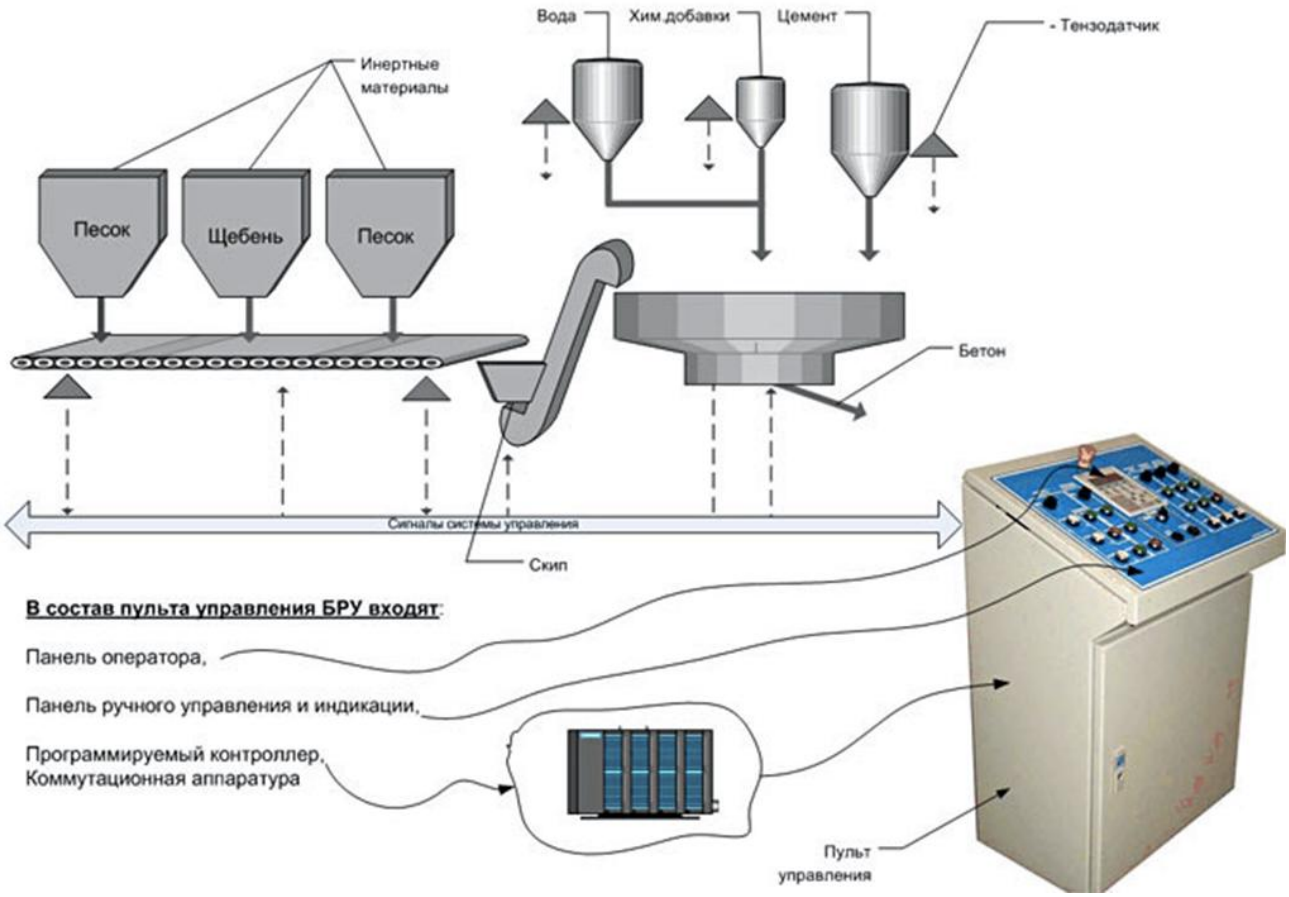


Рис. 79. Структурная схема БРУ

Бетонную смесь готовят по *законченной* или *расчлененной* технологиям. В первом случае продукцией является готовая бетонная смесь; во втором – отдозированные компоненты – сухая бетонная смесь.

Основными техническими средствами являются расходные бункера, дозаторы, бетоносмесители, транспортные средства и раздаточный бункер.

Технологическое оборудование компонуют по одноступенчатой (вертикальной) или двухступенчатой (партерной) схемам. При *вертикальной* все компоненты один раз поднимают на необходимую высоту, затем они под действием собственной массы опускаются вниз в соответствии с технологическим процессом. При *партерной* схеме все компоненты сначала поднимают в расходные бункеры, затем они опускаются вниз, проходят через дозаторы в общую приемную воронку и снова поднимаются вверх в бетоносмеситель.

Дозирование компонентов бетонной смеси выполняют ***весовым*** способом с помощью весовых дозаторов (более точным) и, реже, ***объемным*** способом, используя мерные емкости. Дозирование воды по объему возможно в обоих способах.

Приобъектные (построечные) установки обслуживают один объект или комплекс объектов при потребности до 1500 м^3 в месяц. Технологическое оборудование, как правило, работает по партерной смехе. В построечных условиях

возможно также использование мобильных бетоносмесительных установок производительностью до 20 м^3/ч (рис. 80).

Технические характеристики
бетонного завода MOBILBETON 15/750

Производительность, м³/ч 10-15
Смеситель принудительного типа
Мощность привода смесителя, кВт 18
Количество бункеров 2
Объем емкости смесителя, л 750
Количество фракции заполнителя 2
Количество марок цемента 1
Наибольшая крупность заполнителя, мм до 70
Система управления OMRON

Рис. 80. Супермобильный бетонный завод MOBILBETON 15/750:

Процесс доставки бетонной смеси к бетонируемой конструкции можно разделить на две схемы: от места приготовления до места разгрузки непосредственно в конструкцию и от места приготовления до места разгрузки у бетонируемой конструкции с последующей подачи в конструкцию (рис.81).

Транспортирование от места приготовления до конструкции или промежуточного места разгрузки обычно выполняется автомобильным транспортом, а от промежуточного места разгрузки непосредственно в конструкцию – кранами в бадьях, подъемниками, транспортерами, бетоноукладчиками, бетононасосами, пневмонагнетателями и т.п.

Рис. 81. Загрузка бетонной смеси на БРЗ

Применяемые способы транспортирования бетонной смеси должны обеспечить выполнение основных технологических условий, а именно: сохранение ее однородности, жесткости и подвижности. Это требует исключения возможности попадания атмосферных осадков, воздействия ветра и солнечных лучей, расслоения бетонной смеси и потери цементного раствора.

Допускаемая продолжительность транспортировки не должна превышать времени начала схватывания цемента. Этот параметр, как было отмечено выше, обычно находится в пределах от 45 мин до 2 ч в зависимости от температуры наружного воздуха.

Для обеспечения вышеизложенных требований в практике строительства доставку бетонных смесей чаще выполняют специализированным автотранспортом (автобетоновозами и автобетоносмесителями) и реже специально оборудованными автомобилями – самосвалами (рис. 82).

а *б*

в *г*

Рис. 82. Автомобильные средства транспортирования и подачи бетонной смеси:
а - автобетоносмеситель; б – автобетоновоз с оборудованием в – автобетоновоз; г - самосвал

Предельные расстояния доставки бетонных смесей и продолжительность транспортирования представлены в табл. 23 и табл. 24 соответственно.

Таблица 23

Предельные расстояния доставки бетонных смесей температурой 15 – 25°С и температурой воздуха 20 – 30°С в режимах А, Б, В, Г, Д*, км

Подвижность смеси, см	Вид дорожного покрытия	Скорость транспор-тирования, км/ч	Автобетоно - смесителем			Автобетоно - возом		Автомобилем-самосвалом	
			А	Б	В	Г	Д	Г	Д
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тяжелые бетонные смеси									
1 – 3 4 – 6 7 – 9 10 - 14	Бетонное, асфальто-бетонное	30	Не огра ни-чено	120 100 80 60	10 80 60 45	45 30 20 15	90 60 40 30	30 20 15 -	45 30 22 15
1 – 3 4 – 6 7 – 9 10 - 14	Грунтовое улучшенное	15	То же	- - - -	- - - -	12 9 5.5 4	20 15 9 7	7 5 4 -	10 7 5 -
Легкие бетонные смеси									
1 – 3 4 – 6 7 – 9 10 - 14	Бетонное, асфальто-бетонное	30	Не огра ни-чено	100 80 70 60	80 60 50 40	30 25 15 10	50 40 30 20	25 18 10 8	40 30 15 10
1 – 3 4 – 6 7 – 9	Грунтовое улучшенное	15	То же	- - -	- - -	10 7 5	15 12 8	7 4 3	- - -

** Режимы: А – сухие смеси с подачей воды за 10 – 15 мин до разгрузки; Б – частично затворенные смеси с перемешиванием в пути; В – готовые смеси с периодическим перемешиванием в пути; Г – готовые бетонные смеси; Д – частично затворенные смеси.*

Таблица 24

Максимальная продолжительность транспортирования бетонной смеси температурой 18 °С (при температуре воздуха 20 - 30°С)

Дорожное покрытие	Средняя скорость транспортирова-ния км/ч	Продолжительность транспортирования, мин		
		Автобетоно - смесителем	Автобето - новозом	Автоса-мосвалами
Жесткое (асфальтобетон-ное, асфальтовое и т.п.)	30	200 140 90	90 50 30	60 35 20
Мягкое (грунтовое улуч-шенное)	15	не рекоменду-ется	45 30 15	30 20 10

Подвижность бетонной смеси устанавливается для разных типов бетонируемых конструкций в соответствии с табл. 25.

Таблица 25

Подвижность бетонной смеси

Конструкции	Осадка конуса, см
Подготовка под фундаменты и полы, основания дорог и аэродромов	0 - 1
Покрытия дорог и аэродромов. Полы, неармированные и малоармированные конструкции; подпорные стены, фундаменты, блоки; конструкции, бетонируемые в горизонтально скользящей опалубке	1 - 3
Массивные армированные конструкции; плиты, балки, колонны большого и среднего сечения (со стороной 0,4 – 0,8 м)	3 - 6
Тонкие стенки, колонны, бункеры, силосы, балки, плиты малого сечения толщиной до 120 мм и элементы сильно насыщенные арматурой конструкций: - горизонтальных - вертикальных	 6 - 8 8 - 10
Конструкции, бетонируемые в вертикально скользящей опалубке	6 - 8
Конструкции сильно насыщенные арматурой и закладными деталями	20 - 24

Примечание. При любом виде подачи бетонной смеси в армированные конструкции высота свободного сбрасывания не должна превышать 2 м; при подаче на перекрытия – 1 м; при бетонировании колонн сечением 0,4 - 0,8 м и высотой до 5 м – не более 5 м.

4.3.3. Подача и распределение бетонной смеси

Выбор схемы подачи бетонной смеси определяется видом бетонируемой конструкции, ее расположением, габаритами, армированием, интенсивностью бетонирования и другими факторами.

Наибольшее распространение в практике строительства получили следующие схемы подачи бетонной смеси:

- в конструкцию непосредственно из бетоновоза, бетоносмесителя (рис. 83);
- по лоткам, виброжелобам, хоботам (рис 84);
- с помощью бетоноукладчиков, конвейеров, мототележек (рис. 85,86,87);
- кранами в бадьях (рис. 88);
- с помощью невмонагнетателей и бетононасосов по трубопроводам, торкретирование, пневмобетонирование (рис 91-94).

Первая схема получила преимущество при бетонировании фундаментов неглубокого заложения, свай, бетонных подготовок и полов подвалов и первых этажей, оснований автодорог и т.п. конструкций. Схема проста в исполнении, не требует применения дополнительных машин и механизмов, но не может быть рекомендована для устройства надземных конструкций. Кроме того, эта схема исключает возможность порционной подачи, а в ряде случаев не обеспечивает выгрузку смеси в опалубку без применения наклонных лотков. Это вызывает дополнительные затраты труда на разравнивание смеси, укрепление

опалубки, установку лотков и т.д. Лотки изготавливают из стали толщиной 3 мм и шириной не менее четырехкратного размера максимальной фракции крупного заполнителя. Применение лотков длиной более 4-х метров нежелательно.

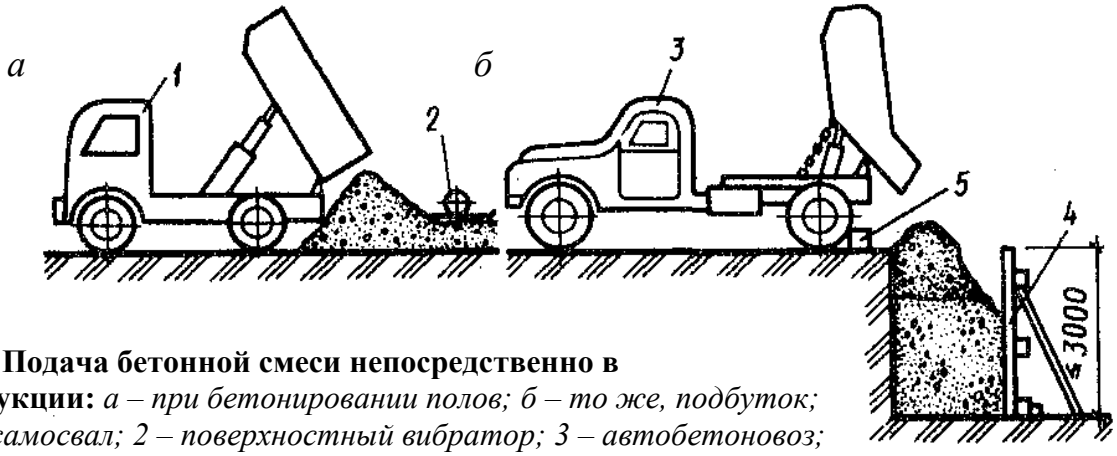


Рис. 83. Подача бетонной смеси непосредственно в конструкции: *а – при бетонировании полов; б – то же, подбуток; 1- автосамосвал; 2 – поверхностный вибратор; 3 – автобетоновоз; 4 - опалубка; 5 – отбойный брус*

Более эффективно использование вибролотков и виброжелобов (рис.84). Виброжелоб собирают из стандартных секций длиной 4 или 6 м и крепят к инвентарным стойкам. На желобах устанавливают вибраторы таким образом, чтобы равнодействующая сила была направлена по оси желоба. Угол наклона лотков и желобов должен быть в пределах 5 - 30°. Интенсивность укладки смеси по виброжелобам 10 – 30 м^3/ч.

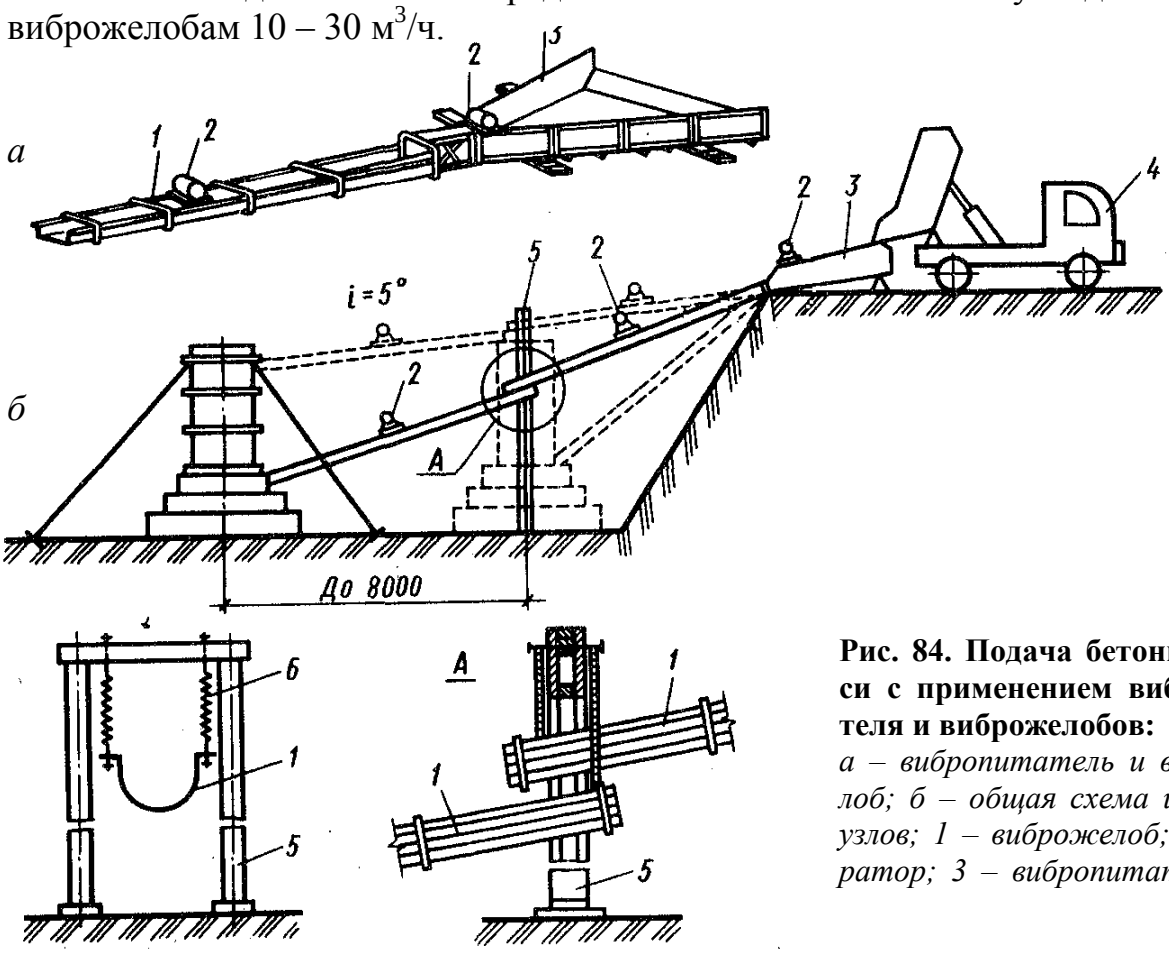


Рис. 84. Подача бетонной смеси с применением вибропитателя и виброжелобов: *а – вибропитатель и виброжелоб; б – общая схема и детали узлов; 1 – виброжелоб; 2 - вибратор; 3 – вибропитатель; 4 -*

автобетоновоз; 5 – стойка; 6 – пружинная подвеска

Наряду с желобами возможна подача бетонной смеси хоботами по вертикали на глубину до 10 м. Металлические звеньевые хоботы допускают отклонения от вертикали до 1 м при глубине опускания до 4 м и до 1,5 м – при глубине бетонирования до 6 м и более.

Виброхоботы применяют для подачи бетонной смеси на глубину до 40 м. Они состоят из бункера с затвором, цилиндрических звеньев большого сечения с болтовыми соединениями и вибролотков с установленными на них вибраторами.

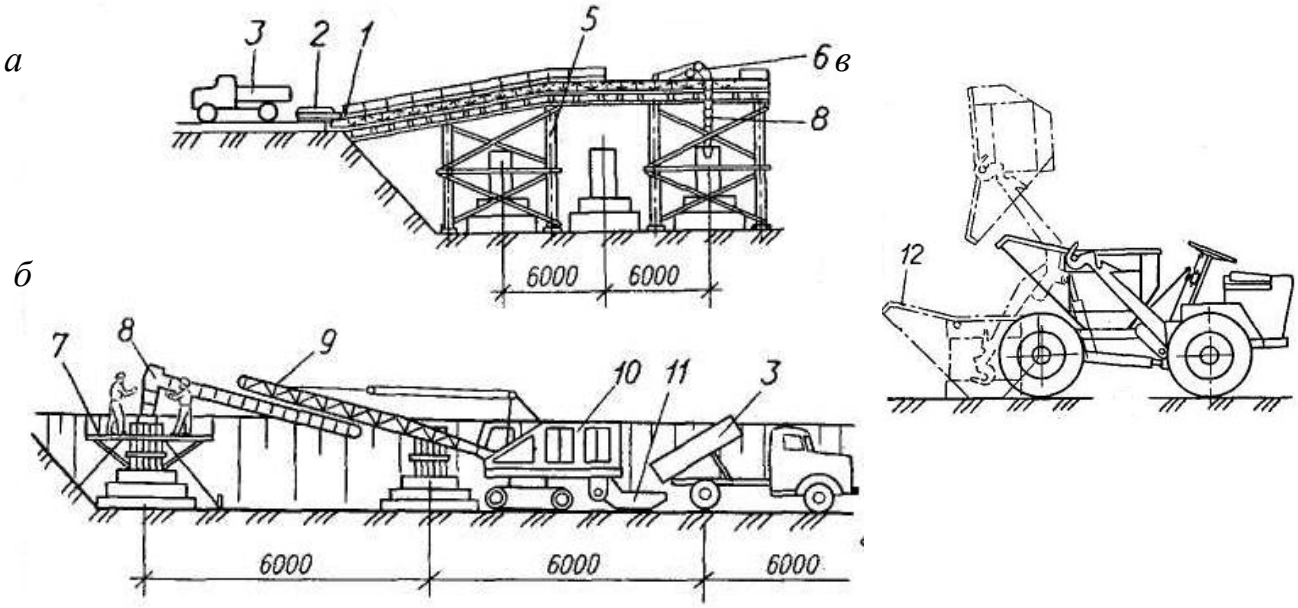


Рис. 85. Подача бетонной смеси для бетонирования: *а — стационарным конвейером; б— бетоноукладчиком; в — мототележками; 1 — секция конвейера;2 — перегрузочный бункер;3 — автобетоновоз (самосвал); ,4 — фундамент;5 — постамент для конвейера;6 — перегрузчик; 7 — подмости на опалубке;8 — хобот;9 — телескопический конвейер бетоноукладчика;10 — бетоноукладчик;11 — приемный бункер-скип;12— скип мототележки*

Конвейеры и бетоноукладчики эффективны при интенсивности бетонирования от 30 до 70 м^3/см и значительном рассредоточении объемов (например, фундаментов).

Легкие передвижные конвейеры (рис.86) подают бетонную смесь по горизонтали до 7 м. Передвижные конвейеры оснащаются гладкой или ребристой лентой длиной 6—15 м, шириной 40—50 см. Высоту заливки допустимо изменять в диапазоне от 1,5 до 4 м. Особенность конвейерной заливки заключается в возможности осуществления непре-

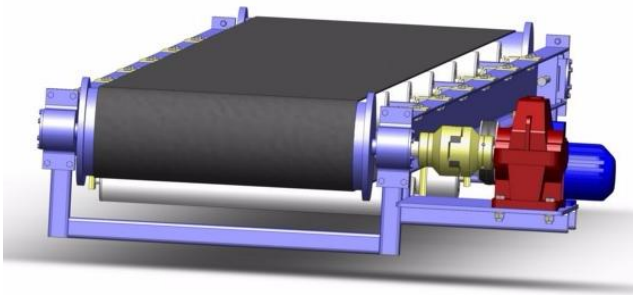


Рис. 86. Ленточный конвейер для подачи бетона.

рывного процесса. При этом смесь требуемой толщины течет равномерно. Преимуществом конвейера является сведение потерь раствора к минимуму за счет организации процесса самочистки ленты с возвращением остатков заливки в блок ее выдачи. Однако у этого способа есть некоторые нюансы. Например, подвижность заливки должна составлять 6 см или менее. Угол наклона ленты на подъеме и спуске для смеси с подвижностью до 4 см должен составлять 18° и 12°, соответственно. При этом параметре в диапазоне 4—6 см поднять ленту можно до 15°, а опустить — до 10°. При этом подающая лента должна двигаться со скоростью менее 1 м/с. Для выгрузки следует использовать направляющие щитки с высотой козырьков более 0,6 м. При этом цемент не должен стекать с транспортировщика.

К минусам такой организации процесса доставки раствора следует отнести отсутствие возможности распределения бетона по бетонируемой площадке. Если обрабатывается большая территория, конвейеры нужно переставлять вручную, что вызывает дополнительные трудозатраты и задерживает строительство.

Наиболее эффективны бетоноукладчики (рис. 85 б, 87). Эти машины рекомендованы к применению для укладки монолитных фундаментов для зданий и технологического оборудования. Бетоноукладчик — это машина, оснащенная вращающейся платформой, устройством для приема и заливки цемента в места бетонирования на ленточном телескопическом конвейере.

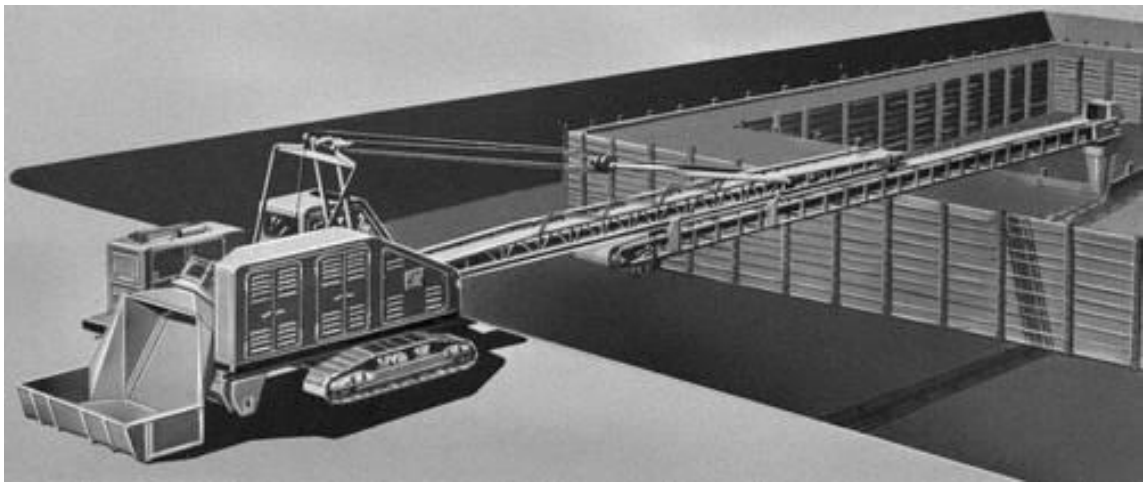


Рис. 87. Самоходный бетоноукладчик с ленточным транспортером

В некоторых случаях возможно распределение бетонной смеси с помощью мототележек или тележек (рис.85 в).

До 85% объемов смеси укладывают кранами с использованием бадей различного типа (см. рис. 135). Преимуществом данной схемы является возможность ее подачи в любую точку по вертикали и горизонтали. Помимо этого те же краны применяют и для подачи других материалов и конструкций, необходимых для монолитных работ (рис. 88).

Самоходные стреловые краны (автомобильные, пневмоколесные и др.) применяют при бетонировании фундаментов, тоннелей, резервуаров для воды и других подземных сооружений.

Башенные краны применяют при возведении монолитных конструкций многоэтажных зданий.

Недостатком подачи бетонной смеси кранами в бадьях является невозможность ее применения в труднодоступных местах.

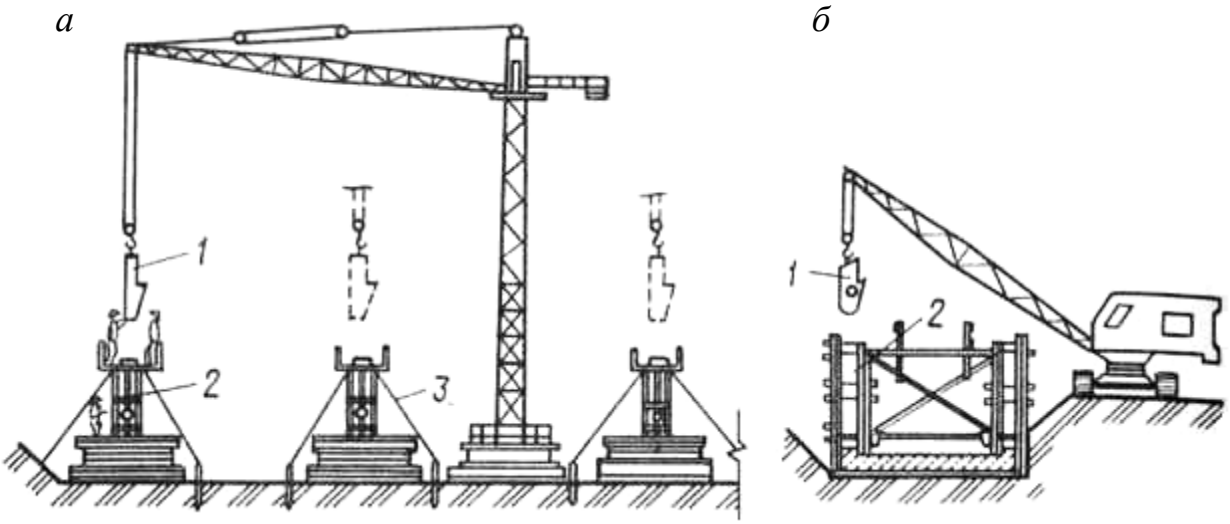


Рис. 88. Схема подачи бетонной смеси с помощью башенного (а) и стрелового кранов (б): *1 — бадья с бетонной смесью, 2 — опалубка, 3 — растяжки*

Помимо крановой подачи в практике строительства достаточно широко применяется трубопроводный транспорт, который позволяет перемещать бетонную смесь в пределах возводимого объекта, в том числе и в труднодоступные места, и в густоармированные конструкции. Эта схема эффективна при больших объемах непрерывного бетонирования.

Подача смеси по трубопроводам осуществляется бетононасосами и пневмонагнетателями. Наиболее мобильными и эффективными являются бетононасосы различного типа (рис. 89-92), которые обеспечивают равномерную подачу бетонной смеси на расстояния до 300 м по горизонтали до 80 м по вертикали в густоамированные конструкции и конструкции сложной геометрической формы. Кроме того, они обеспечивают сохранение однородности смеси, защиту от атмосферных воздействий и постоянную интенсивность укладки. Бетоновод, состоящий из отдельных звеньев, следует укладывать с минимальным числом поворотов и с таким расчетом, чтобы при его переносе требовалось наименьшее число стоянок бетононасоса.

Конструктивно бетононасосы подразделяются на мобильные (автобетононасосы), прицепные и стационарные (рис 89-92).

Автобетононасосы применяют в основном при значительных размерах сооружения, но относительно небольшом объеме (20 – 50 м^3) бетонной смеси

на высоту 3 – 5 этажей (при высоте распределительной стрелы 18 – 25 м). Он также целесообразен при заливке перекрытий, труднодоступных фундаментов, фундаментных плит (рис.91).

Рис. 89. Автобетононасос

Разновидностью мобильных бетононасосов являются передвижные бетононасосы на гусеничном ходу (рис. 90)

Рис. 90. Мобильный бетононасос Putzmeister BSA 1409 D RF на гусеничном ходу

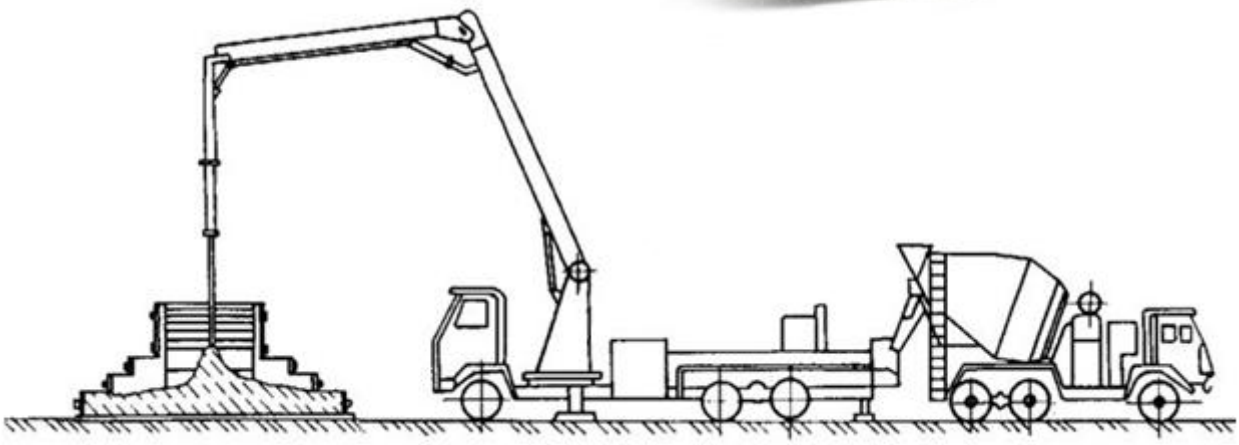


Рис. 91. Схема подачи бетонной смеси автобетононасосом

Прицепные бетононасосы применяют при строительстве небольших по размерам зданий с интенсивностью укладки бетонной смеси не более 80 м3 в смену.

Стационарный бетононасос предназначен для приема свежеприготовленной бетонной смеси от бетонотранспортных средств (напр.имр,. автобетоносмесителей) и подачи её по стационарному бетоноводу к

месту укладки в горизонтальном и вертикальном направлениях . Применяют его в тех местах, где автомобильным бетононасосом подачу не осуществить. Стационарный бетононасос эффективен при заливке бетонных конструкций в уже построенных зданиях (полы, перекрытия и прочие конструкции), при затрудненном подъезде к стройке при подаче на длину от 40 метров и более (куда автонасос не достает), при строительстве больших размеров зданий и большой интенсивности укладки, там где нужна подача на большую высоту (часто используют в паре с распределительной стрелой) (рис. 92).

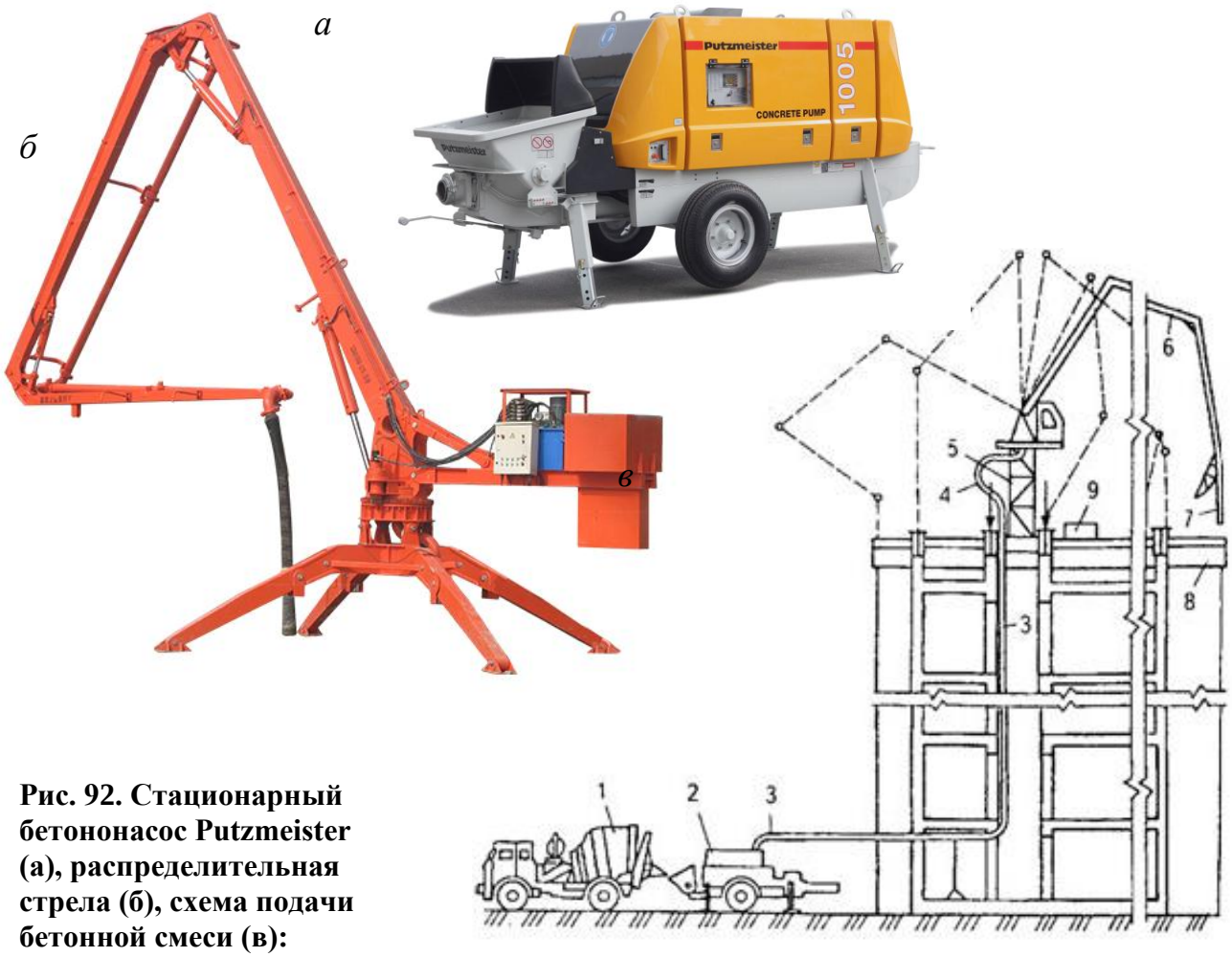


Рис. 92. Стационарный бетононасос Putzmeister (а), распределительная стрела (б), схема подачи бетонной смеси (в):
1- автобетоносмеситель; 2 - бетононасос; 3 - бетоновод; 4 - рукав-компенсатор длины бетоновода; 5 - постамент с полноповоротной платформой; 6 - стрела; 7 - гибкий участок бетоновода; 8 - рабочий пол и опалубка; 9 - гидравлическая станция

Пневмонагнетатели (прил.) применяют для укладки небольших объемов бетонной смеси (до 60 м^3 в смену) на расстояние до 120 – 150 м (рис. 93, 94).

При использовании трубопроводного транспорта применяют пластичные бетонные смеси с осадкой конуса от 40 до 120 мм. Наибольшая фракция крупного заполнителя должна быть не больше 0,33 диаметра бетоновода, песок должен иметь достаточное количество мелких фракций и составлять 35 – 40% от общего веса заполнителей.

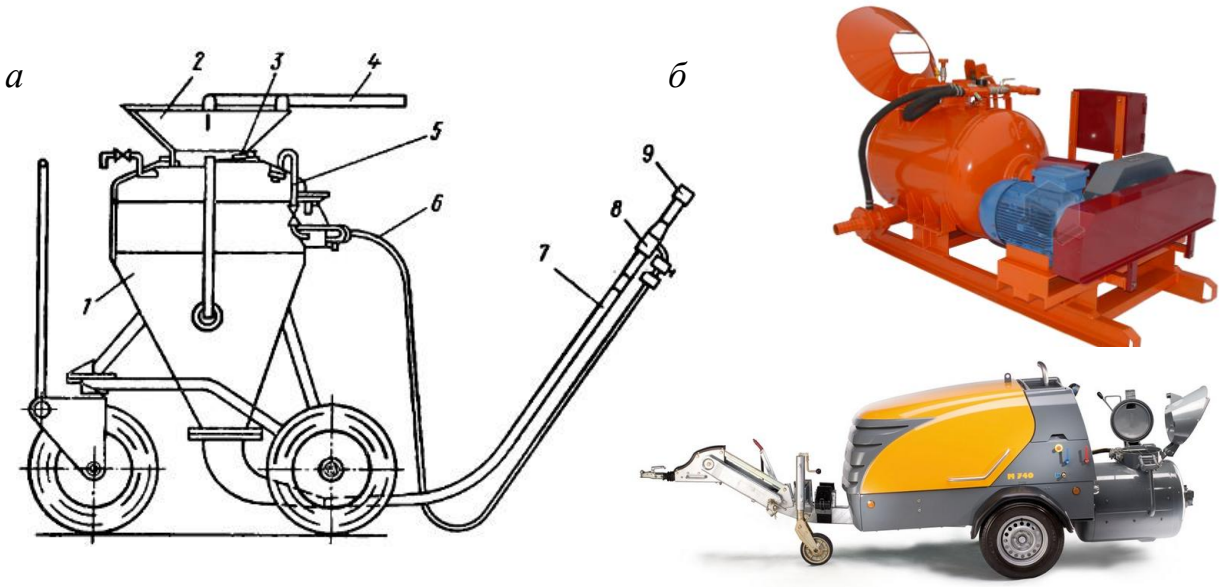


Рис. 93. Пневмонагнетательная установка: *а - конструктивная схема; б - общий вид на полозьях и колесах ; 1 — корпус, 2 — загрузочная воронка, 3 — затвор, 4 — подводящий трубопровод, 5, 6 — материальный шланг, 7 — секция бетоновода, 8 — сопло, 9 — гаситель*

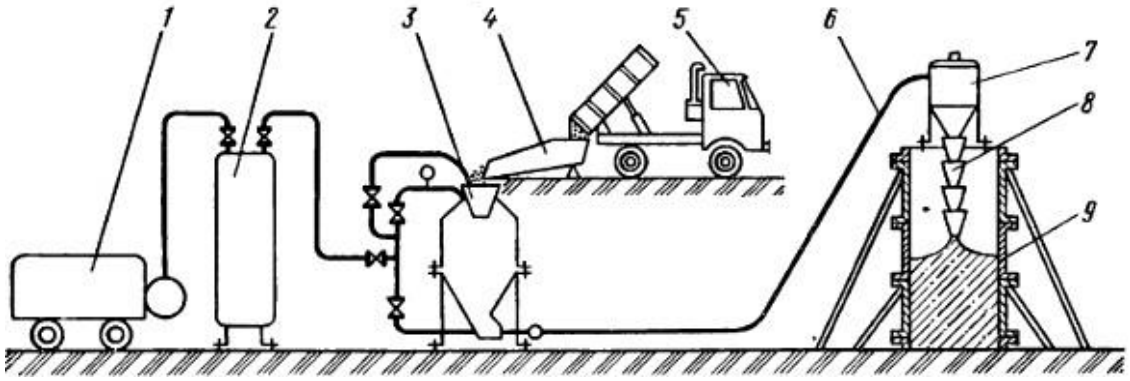


Рис. 94. Схема бетонирования с помощью пневмонагнетателя: *1 — компрессор, 2 — ресивер, 3 пневмонагнетатель, 4 — вибропитатель, 5 — автобетоновоз, 6 — бетоновод, 7 — гаситель, 8 — хобот, 9 — опалубка*

Для напорной подачи бетона могут применятся самоходные торкрет установки и комплексы (рис. 95).

Рис. 95. Самоходный комплекс SPM 500 Wetkret

4.3.4. Укладка и уплотнения бетонной смеси. Общие требования

Бетонную смесь укладывают на подготовленное и расчищенное основание. Перед началом бетонирования следует проверить правильность установки и закрепления опалубки и поддерживающих ее элементов, а также арматуры и закладных частей. Соответствие арматуры проектному положению и нормативно – техническим требованиям оформляется актами на скрытые работы.

При подготовке основания поверхность опалубки и арматуры очищают от мусора, грязи, снега, ржавчины, пятен мазута и масла, наносят требуемую смазку, смачивают т.д.

Для надежного сцепления свежеуложенной бетонной смеси с арматурой последнюю так же очищают от грязи, ржавчины и налипших кусков раствора с помощью пескоструйных аппаратов или проволочных щеток.

Для прочного соединения «нового» и «старого» бетонов необходимо вырубить в ранее уложенном наплывы и раковины, удалить цементную пленку (через 6-8 ч после укладки в жаркую погоду и через 12-14 ч – в холодную), очистить от пыли и мусора, а непосредственно перед укладкой бетона поверхность «старого» очистить струей сжатого воздуха и смочить водой.

В практике строительства применяют следующие способы укладки бетонной смеси:

- ✓ *укладку с уплотнением;*
- ✓ *укладку литьем;*
- ✓ *напорную укладку.*

Во всех случаях бетонные смеси укладывают горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов в одном направлении для всех слоев. Толщина укладываемого слоя зависит от степени армирования, интенсивности укладки бетонной смеси и применяемых средств уплотнения (при укладки с уплотнением). При этом должно соблюдаться основное технологическое правило: ***каждый следующий слой бетонной смеси должен быть уложен до начала схватывания предыдущего***. Этим исключается устройство рабочих швов по высоте конструкции (рис. 96).

При многослойной укладке толщина укладываемого слоя (**h,** м) зависит от интенсивности укладки (**Q**, м^3/ч), времени начала схватывания вяжущего (**t**, ч) и размеров конструкции – площади – (**F**, м^2) и определяется по формуле:

$$\mathbf{h \leq Q \cdot t / F} \qquad (4)$$

Следует отметить, что время начала схватывания должно быть уменьшено на продолжительность транспортировки и укладки.

При укладке с уплотнение полученная по формуле (4) толщина слоя должна соответствовать (но не превышать) установленной нормами глубине проработки применяемыми вибраторами (табл. 26).

Таблица 26

Толщина укладываемых слоев бетонной смеси

Условия уплотнения	**Толщина слоев**
Тяжелыми подвесными вертикально расположенными вибраторами	На 5-10 см меньше рабочей части вибратора
Подвесными вибраторами, расположенными под углом к вертикали (до 30º)	Не более вертикальной проекции длины рабочей части
Ручными глубинными вибраторами	Не более 1,25 длины рабочей части вибратора, но не более 50 см
Поверхностными вибраторами в конструкциях: - неармированных - с одиночной арматурой - с двойной арматурой	Не более, см: 40 25 12

Для обеспечения монолитности бетонировать конструкции желательно непрерывно. Но это возможно только при незначительных объемах и в сравнительно простых конструкциях. Во всех остальных случаях перерывы в бетонировании неизбежны, что приводит к образованию рабочих швов.

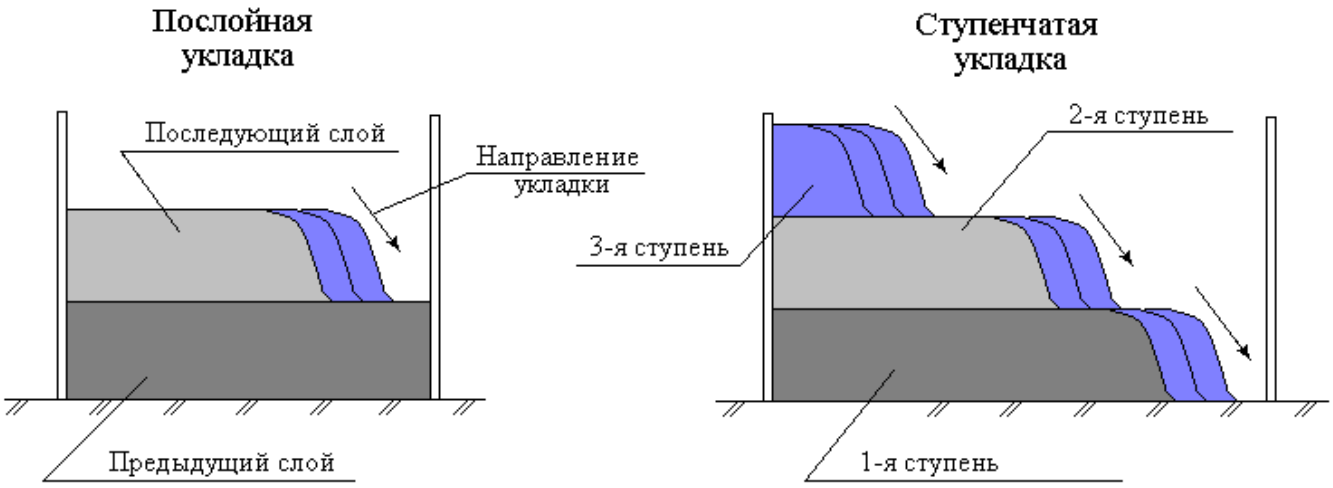


Рис. 96. Схемы укладки бетонной смеси

Рабочий шов (рис. 97) – это плоскость стыка между затвердевшим и новым бетоном, образованная из-за перерыва в бетонировании в том случае, когда последующие слои бетонной смеси укладывают на полностью затвердевшие предыдущие (через 7 и более часов).

Рабочие швы – ослабленное место в конструкции, поэтому они должны устраиваться в местах, где их влияние на прочность конструкции минимально (наименьший изгибающий момент).

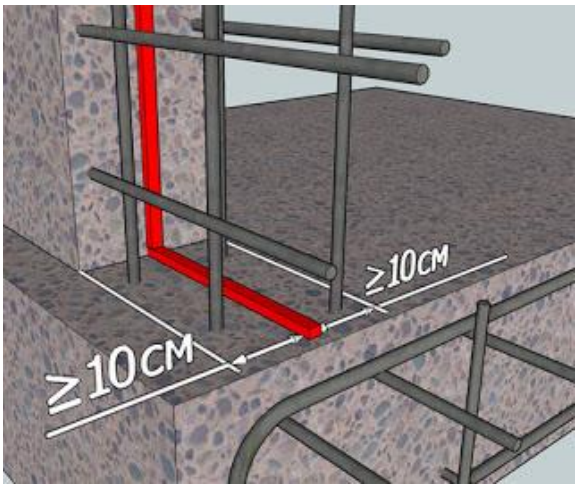


Рис. 97. Рабочий шов

Поверхность рабочих швов, устраиваемых при укладке бетонной смеси, должна быть перпендикулярна оси бетонируемых колонн и балок, поверхности плит и стен. Возобновление бетонирования допускается при достижении бетоном прочности не менее 1,5 МПа. Рабочие швы можно устраивать при бетонировании: (рис. 98)

- колонн на отметке верха фундамента (сечение I-I) низа прогонов, балок или подкрановых консолей (III-III) верха подкрановых балок, низа капителей колонн безбалочных перекрытий (сечение II-II) и верха поверхности плоских плит (сечение IV-IV);
- ребристых перекрытий при бетонировании по направлению второстепенных балок в пределах средней трети пролета балок от опоры; при бетонировании по направлению прогонов - в пределах двух средних четвертей пролета балок и плит;
- плоских плит в любом месте параллельно меньшей стороне плиты;
- балок больших размеров, монолитно соединенных с плитами на 20-30 мм ниже отметки нижней поверхности плиты, а при наличии в плите вутов - на отметке низа вута плиты;
- отдельных балок - в пределах средней трети пролета балок, в направлении, параллельном главным балкам (прогонам), в пределах двух средних четвертей пролета прогонов и плит;
- массивов, арок, сводов, резервуаров, бункеров, гидротехнических сооружений, мостов и других сложных инженерных сооружений и конструкций – в местах, указанных в проектах.

Во всех случаях рабочие швы устраиваются путем установки деревянного щита с прорезями для арматуры. Перед возобновлением бетонирования поверхность бетона очищают от пыли, грязи и цементной пленки и смачивают водой. Затем боковые поверхности бетона в месте образования рабочего шва по-

крывают слоем цементного раствора толщиной 1,5-3 см (для сглаживания неровностей) и продолжают бетонирование. (рис. 99)

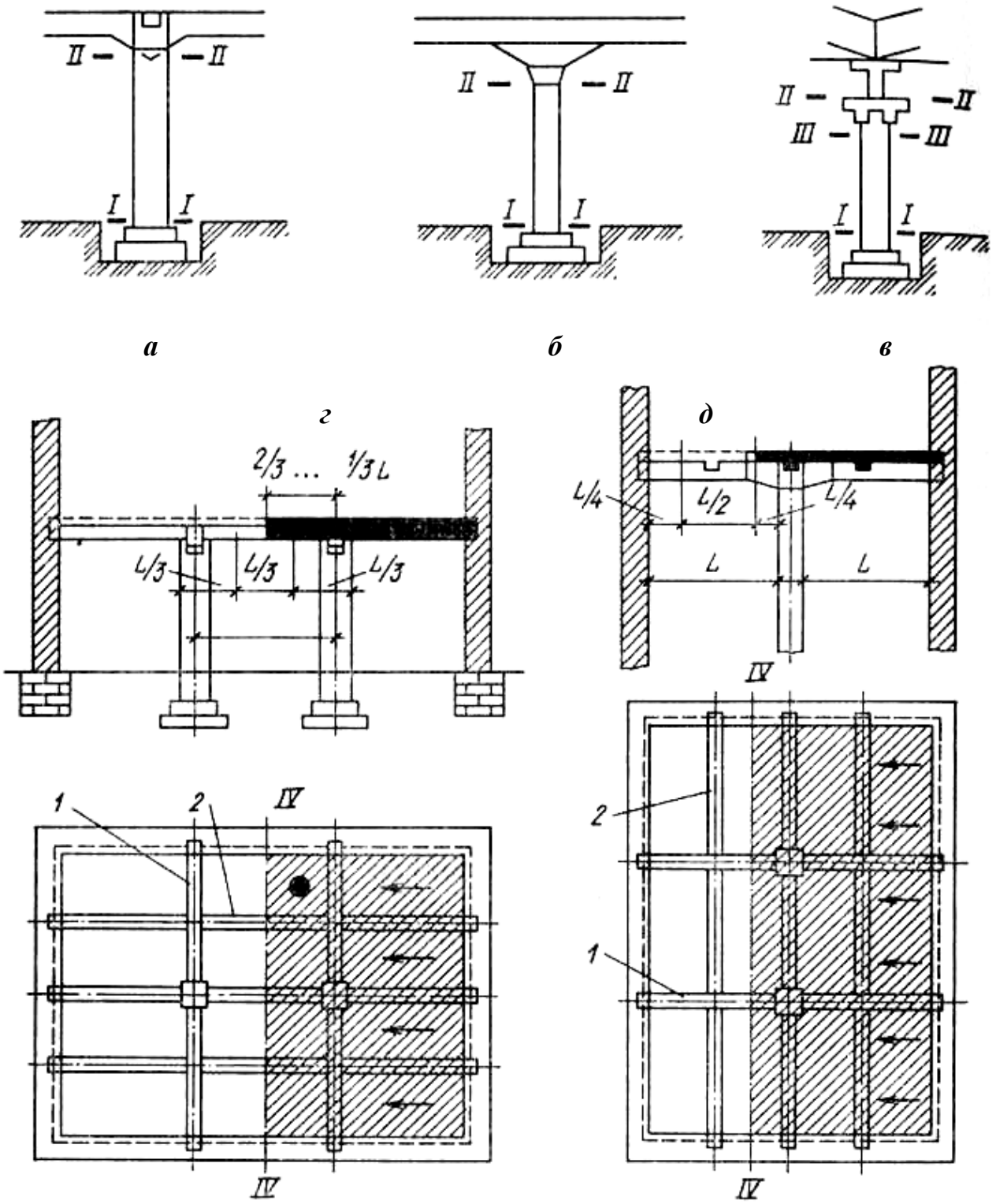


Рис. 98. Расположение рабочих швов при бетонировании: *а—в — колонны, г — перекрытия при бетонировании в направлении, параллельном балкам, д — то же, перпендикулярно балкам; 1 — прогоны, 2 — балки, /—/....IV—IV— места возможных рабочих швов*

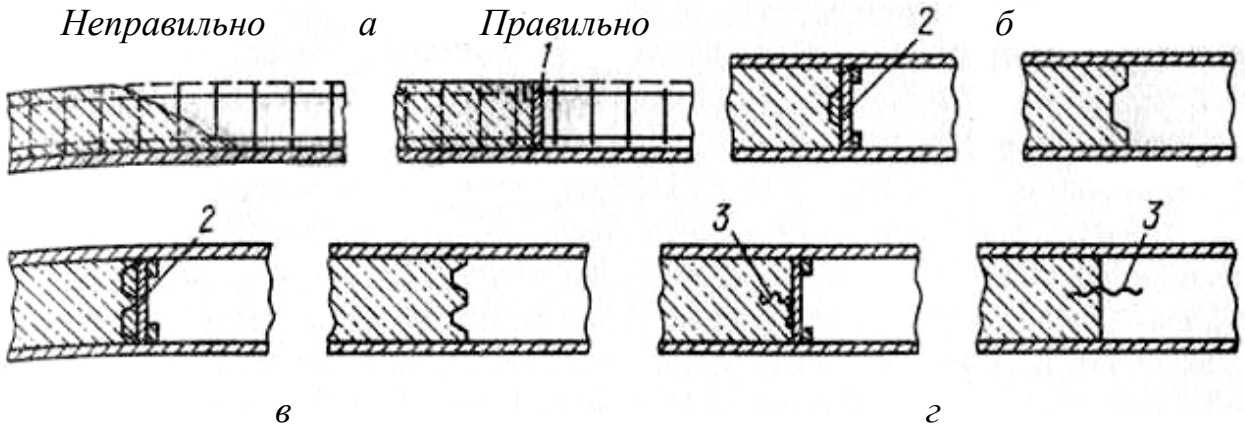


Рис. 99. Устройство рабочих швов: *а — в плитах, б, в, г — в стенах; 1—доска, 2— перегородка в опалубке стены, 3— медная гофрированная полоса*

В бетонной смеси в неуплотненном состоянии много воздуха (от 10% в пластичных до 45% в жестких). Для удаления воздуха, полного заполнения бетонной смесью опалубочной формы бетонирование должно осуществляться с **уплотнением бетонной смеси** *штыкованием, трамбованием, вибрированием, вакуумированием.*

Штыкование в исключительных случаях производят шуровками (рис. 100) при бетонировании тонкостенных и густоармированных конструкций, а так же при укладке высокоподвижных и литых смесей.

Ручные или пневматические ***трамбовки*** применяют при укладке достаточно жестких смесей в слабоармированные (рис. 100 б) конструкции или тогда, когда динамические воздействия вибраторов нежелательны.

Рис. 100. Инструменты для укладки и уплотнения бетонной смеси: *а - шуровка (щуп); б - ручная узкая трамбовка; в - круглая трамбовка с двумя ручками; г— квадратная трамбовка, обитая снизу металлом; д — гладилка для разравнивания бетона; е - пневмотрамбовка; ж - глубинный вибратор*

Наибольшее распространение получили ***вибраторы*** различного типа, как самый универсальный и эффективный способ уплотнения.

Бетонную смесь вибрируют с помощью ***внутренних (глубинных), поверхностных и наружных***. (рис.101). Внутренние вибраторы передают колебания через свой корпус; поверхностные – через рабочую площадку; наружные – через опалубку.

Рис. 101. Вибраторы для уплотнения бетонной смеси: *а- глубинный с гибким валом; б - наружный; в - Виброрейка; г - поверхностный высокочастотный; д - виброплощадка*

Технические характеристики глубинных и поверхностных вибраторов представлены в табл. 77,78.

<u>*При уплотнением вибрированием следует соблюдать следующие условия:*</u>

- вибрирование бетонной смесей в массивных конструкциях производят внутренними вибраторами типа булава (с различной степенью армирования) или с гибким валом (густоармированные); применение поверхностных вибраторов в этом случае допускается только для уплотнения верхнего слоя; при уплотнении укладываемого слоя глубинный вибратор должен погружаться в предыдущий слой на 10-15 см, разжижать его и обеспечивать монолитность слоев;

- шаг перестановки внутренних вибраторов не должен превышать полуторного (1,5) радиуса их действия, который равен 15-60 см; шаг перестановки поверхностных вибраторов должен перекрывать площадкой вибрирования предыдущий уплотненный участок; с глубиной проработки 10-30 см. Радиус действия поверхностных вибраторов 20-40 см;

- вибратор во время работы не должен касаться арматуры;

- продолжительность вибрирования должна обеспечивать достаточное уплотнение бетонной смеси, основными признаками которого являются, прекращение оседания смеси и появления на ее поверхности цементного молока.

Средняя продолжительность вибрирования глубинными вибраторами составляет 20-50 с, поверхностными – 20-60 с, наружными – 50-90 с.

Вакуумирование бетона применяют для ускорения набора прочности, повышения оборачиваемости опалубки, а так же для повышения качества бетонных поверхностей. Метод предпочтителен при бетонировании плоских и криволинейных тонкостенных (до 30см) конструкций высокоподвижными и литыми смесями. Вакуумирование основано на механическом удалении избыточного количества воды и воздуха из свежеуложенного бетона. Вакуумирование производят не позднее 15 минут после укладки и уплотнения бетонной смеси.

Приборами для вакуумирования служат переносные *вакуум-щиты* или *вакуум-маты* (рис. 102), накладываемые на верхнюю открытую поверхность бетона; вакуум-опалубка, входящая в состав вертикальной или наклонной переставной опалубки.

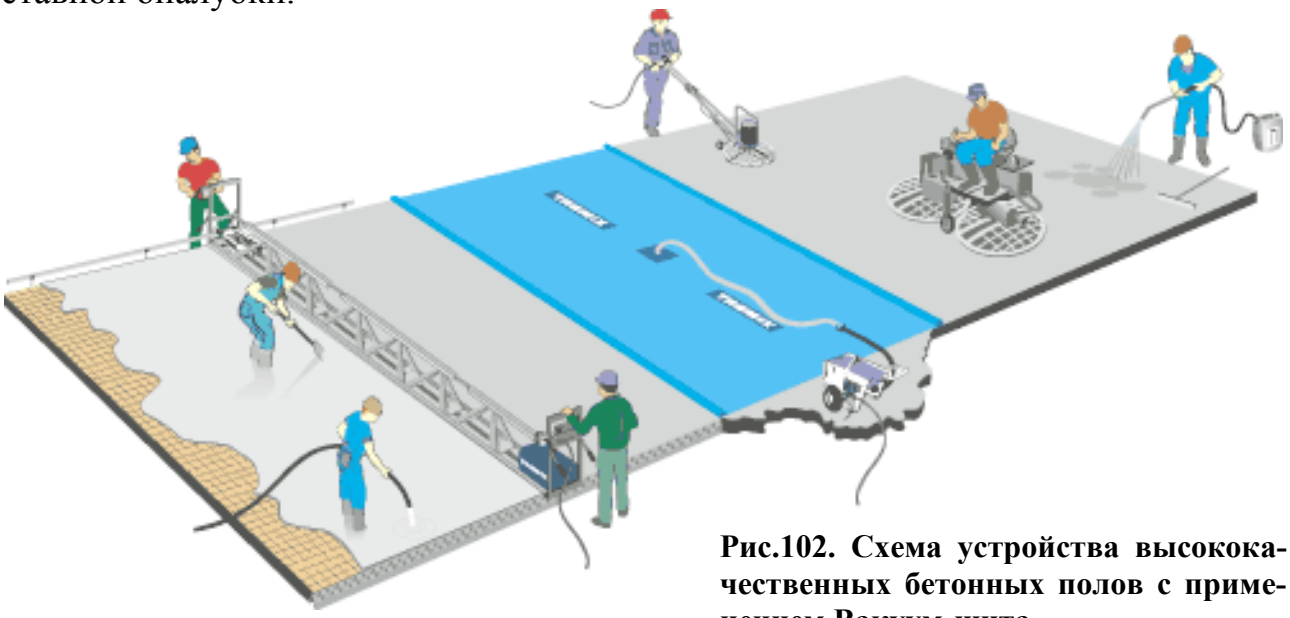


Рис.102. Схема устройства высококачественных бетонных полов с применением Вакуум-щита

Конструктивно вакуум-щит представляет собой короб с герметизирующим замком по контуру. Сверху герметизированная коробка выполнена из стали, водостойкой фанеры или стеклопластика, снизу щит оборудован вакуум-полостью непосредственно соприкасающейся с бетоном. Полость создается из

2-х слоев металлической (пластмассовой) сетки, покрываемой снизу фильтрующей тканью из нейлона или капрона. По периметру щит имеет резиновый герметизационный фартук.

Вакуум-мат состоит из 2-х самостоятельных элементов: нижнего и верхнего. Нижний, из фильтрующей ткани, укладывают на бетон. Верхний, герметизирующий, - к источнику вакуума подсоединяют перфорированным шлангом.

Требования к укладке и уплотнению бетонных смесей представлены в таблице 27.

Таблица 27

Требование к укладке и уплотнению бетонных смесей СП 70.13330.2012

Технические требования	Допускаемые отклонения
1. Прочность поверхностей бетонных оснований при очистке от цементной пленки: - водной и воздушной струей - механической металлической щеткой - гидропескоструйной или механической фрезой	Не менее, МПа: 0,3 1,5 5,0
2. Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкций: - колонн - перекрытий - стен - неармированных конструкций - слабоармированных подземных конструкций в сухих и связанных грунтах - густоармированных	Не более, м 5,0 1,0 4,5 6,0 4,5 3,0

4.3.5. Технология бетонирования различных конструкций

В зависимости от типа, конфигурации и размеров бетонируемых конструкций меняются приемы укладки бетонной смеси.

Набивные сваи.

В зависимости от гидрогеологических условий скважины разрабатывают одним из следующих способов:

а) без крепления стенок (в плотных связанных грунтах);

б) с применением инвентарных (извлекаемых) и неинвентарных (неизвлекаемых) обсадных труб;

в) с заполнение скважин глинистым раствором или водой.

Во всех случаях бетонируют сваи следующими способами:

- при помощи бетонолитных труб (методом вертикально перемещаемой трубы – ВПТ);
- свободным сбросом через горловину воронки;
- при помощи бетононасосов (напорный метод).

Общим является основное технологическое требование о *необходимости их непрерывного бетонирования.*

Метод ВПТ применяют при бетонировании сухих и заполненных водой или глинистым раствором скважин с соблюдением правил подводного бетонирования. Над головой скважины устанавливают приемный бункер с бетонолитной трубой диаметром 250-350 мм. Расстояние от забоя скважин до торца трубы 0,3-0,4 м. Перед подачей бетонной смеси на дно бункера устанавливают клапан-разделитель (или пыж из мешковины), который, опускаясь вниз по трубе, отделяет смесь от воды или глинистого раствора.

Бетонируют сваи при вертикальном подъеме бетонолитной трубы, но с обязательным заглублением ее нижнего конца в смесь не менее, чем на 1 м (1-1,5 м). Постепенно, удаляя секции бетонолитной трубы, ведут бетонирование до выхода бетонной смеси из затрубного пространства (рис. 103).

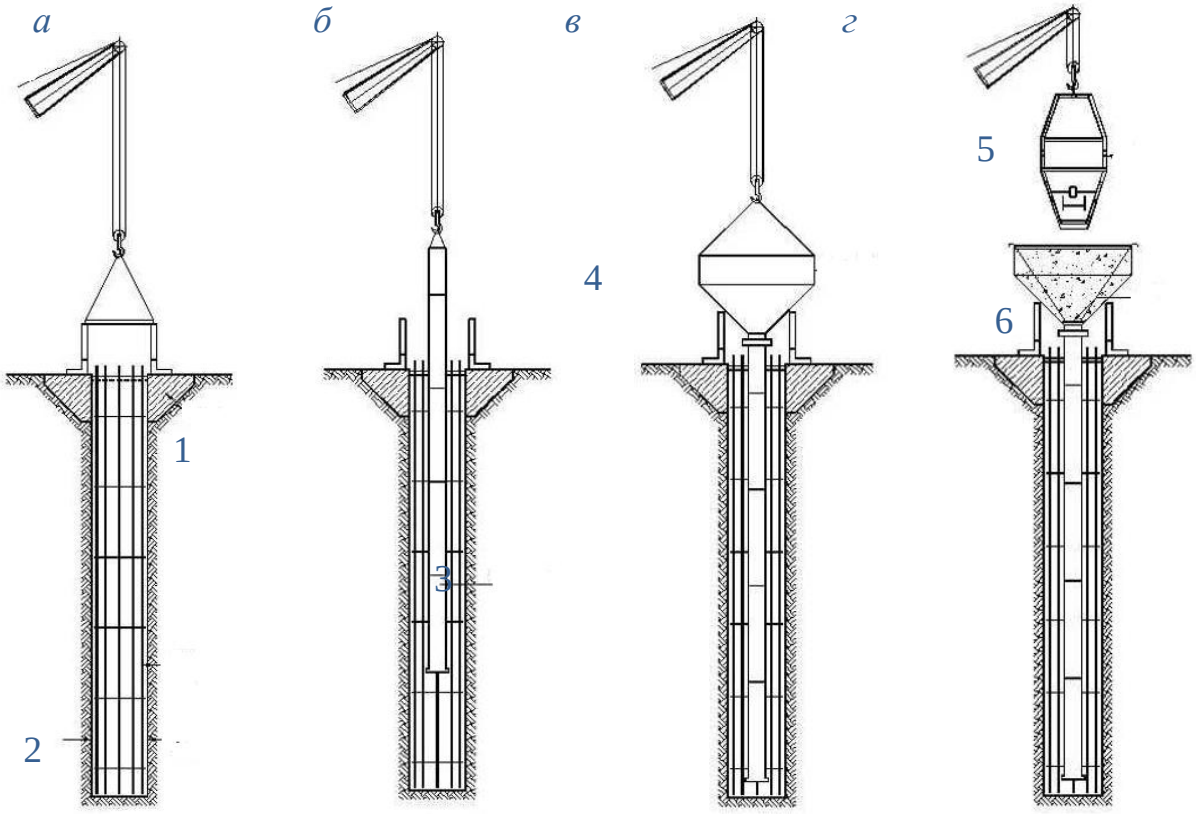


Рис. 103. Технологическая последовательность бетонирования набивных свай:
а- установка станка для бункера; б - установка бетонолитной трубы; в - монтаж приемного бункера на бетонолитную трубу; г - первоначальное наполнение бункера бет онной смесью.

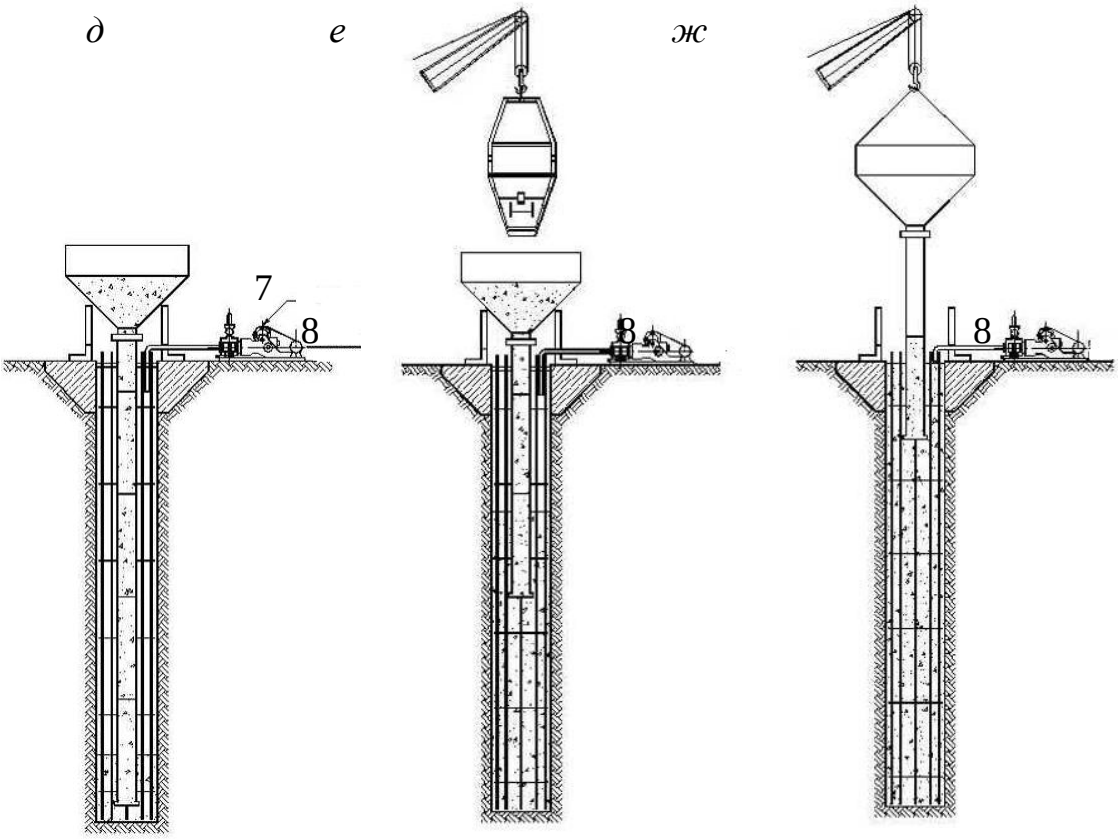


Рис. 103. Окончание: *д - первый этап бетонирования; е - продолжение бетонирования (подъем бетонолитной трубы по мере заполнения скважины бетоном); ж - завершение бетонирование(извлечение бетонолитной трубы и демонтаж приемного бункера); 1 - форшахта; 2 - арматурный каркас; 3 - бетонолитная труба; 4 - приемный бункер; 5 - бадья; 6 - разделительный клапан; 7- грязевой насос; 8 - перекачка в резервную емкость;*

Для интенсификации уплотнения бункер бетонолитной трубы снабжают навесным вибратором. Кроме того, возможно установка вибраторов и на саму трубу в ее верхней или нижней зонах.

Метод свободного сбрасывания применяют в маловлажных связанных грунтах с осадкой конуса 5-8 см. В обсадной патрубок устанавливают приемную воронку, через которую подают бетонную смесь в скважину. При этом бетонную смесь можно подавать из автобетоносмесителя с выгрузным лотком, кранами с поворотными бадьями, бетононасосами или бетоноукладчиками (рис. 104). Уплотняется смесь вибрированием.

При ***напорном бетонировании*** подача бетонной смеси в ствол скважины производится бетононасосом под давлением. Используются подвижные и высокоподвижные бетонные смеси с определенными требованиями к гранулометрическому составу и расходу цемента. Бетонная смесь нагнетается в скважины восходящим потоком снизу вверх под давлением, создаваемым бетононасосом (рис. 105).

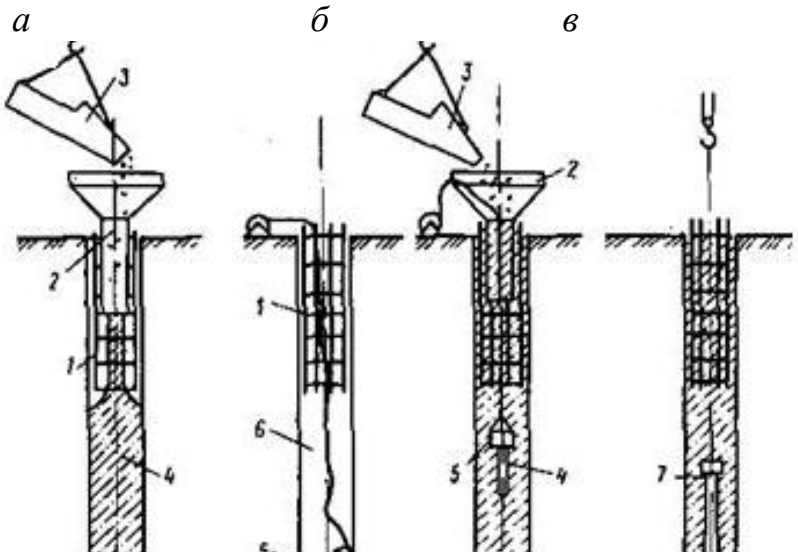


Рис. 104. Технологическая схема устройства свай методом свободного сброса бетонной смеси: *а – без уплотнения; б – с уплотнением всплывающим вибратором; в – то же, глубинным вибратором; 1 – армокаркас; 2 – приёмная воронка; 3 – бадья; 4 – бетон; 5 – вибратор ИВ-60 с поплавком; 6 – скважина; 7 – глубинный вибратор В1 – 631*

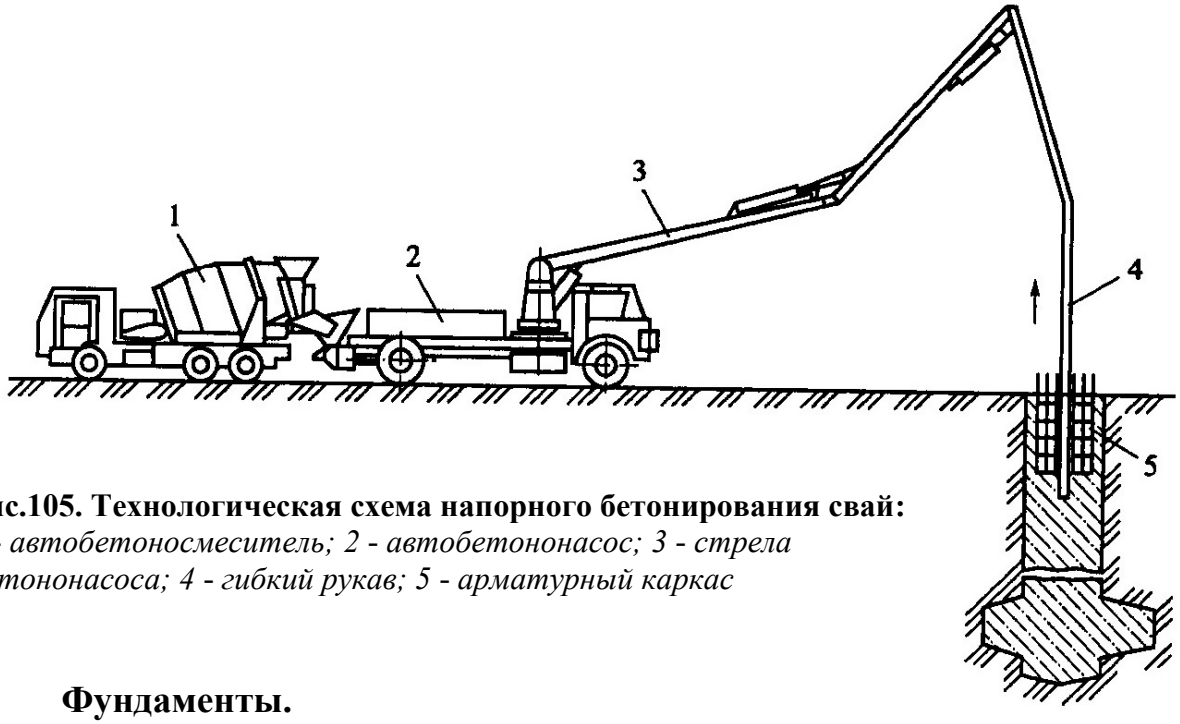


Рис.105. Технологическая схема напорного бетонирования свай:
1 - автобетоносмеситель; 2 - автобетононасос; 3 - стрела бетононасоса; 4 - гибкий рукав; 5 - арматурный каркас

Фундаменты.

В фундаменты и массивы укладывают жесткие бетонные смеси с осадкой конуса 1-3 см, в густоармированные – 3-6 см. Подачу бетонной смеси осуществляют из автобетоносмесителей, по виброжелобам, кранами в бадьях, бетононасосами и т.п.

При бетонирование ***ступенчатых фундаментов*** общей *высотой до 3 м* и площадью до 6м^2 бетонную смесь подают через верхний край опалубки сразу на всю высоту с рабочего настила, что «грозит» образованием усадочных трещин в зоне перехода ступенчатой части в подколонник. Предпочтительнее первоначальное заполнение опалубки ступенчатой части. Открытые поверхности ступеней закрывают щитами.

При высоте *фундамента более 3 м* и площади нижней ступени более 6м^2 первые порции бетонной смеси подают в нижнюю ступень по периметру, потом смесь подают через приемный бункер и гибкие хоботы. Схемы укладки бетонной смеси показаны на рис.106 и 108

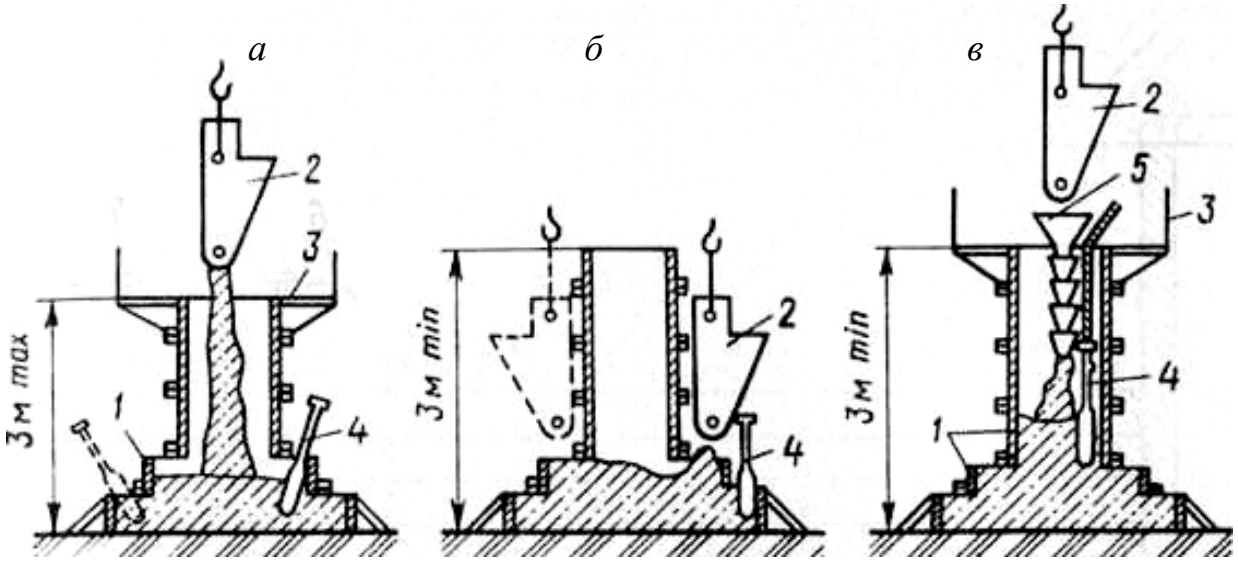


Рис. 106. Схемы бетонирования ступенчатых фундаментов: *1 — опалубка фундамента, 2 — бадья с бетонной смесью, 3 — рабочий настил с ограждением, 4 — вибратор, 5— звеньевой хобот*

В ***массивные фундаменты*** (V=2,5-3 тыс.м^3), воспринимающие динамические нагрузки, бетонную смесь подают с эстакад, транспортерами, бетононасосами или комбинированными способами горизонтальными слоями толщиной 30-50 см и уплотнением глубинными вибраторами (рис. 107).

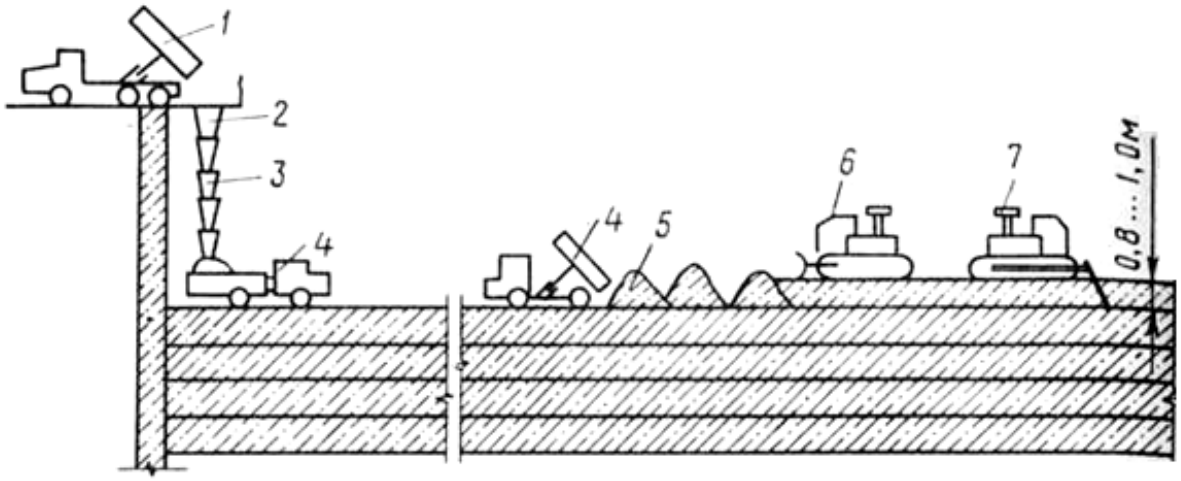


Рис. 107. Схема бетонирования массивов гидротехнических сооружений с уплотнением слоев смеси пакетом вибраторов, установленных на тракторе: *1 — автосамосвал, 2— бункер, 3—виброхобот, 4—бетоновоз, 5 - разгрузка бетона, 6 — разравнивание электробульдозером, 7 — уплотнение пакетом вибраторов на электротракторе*

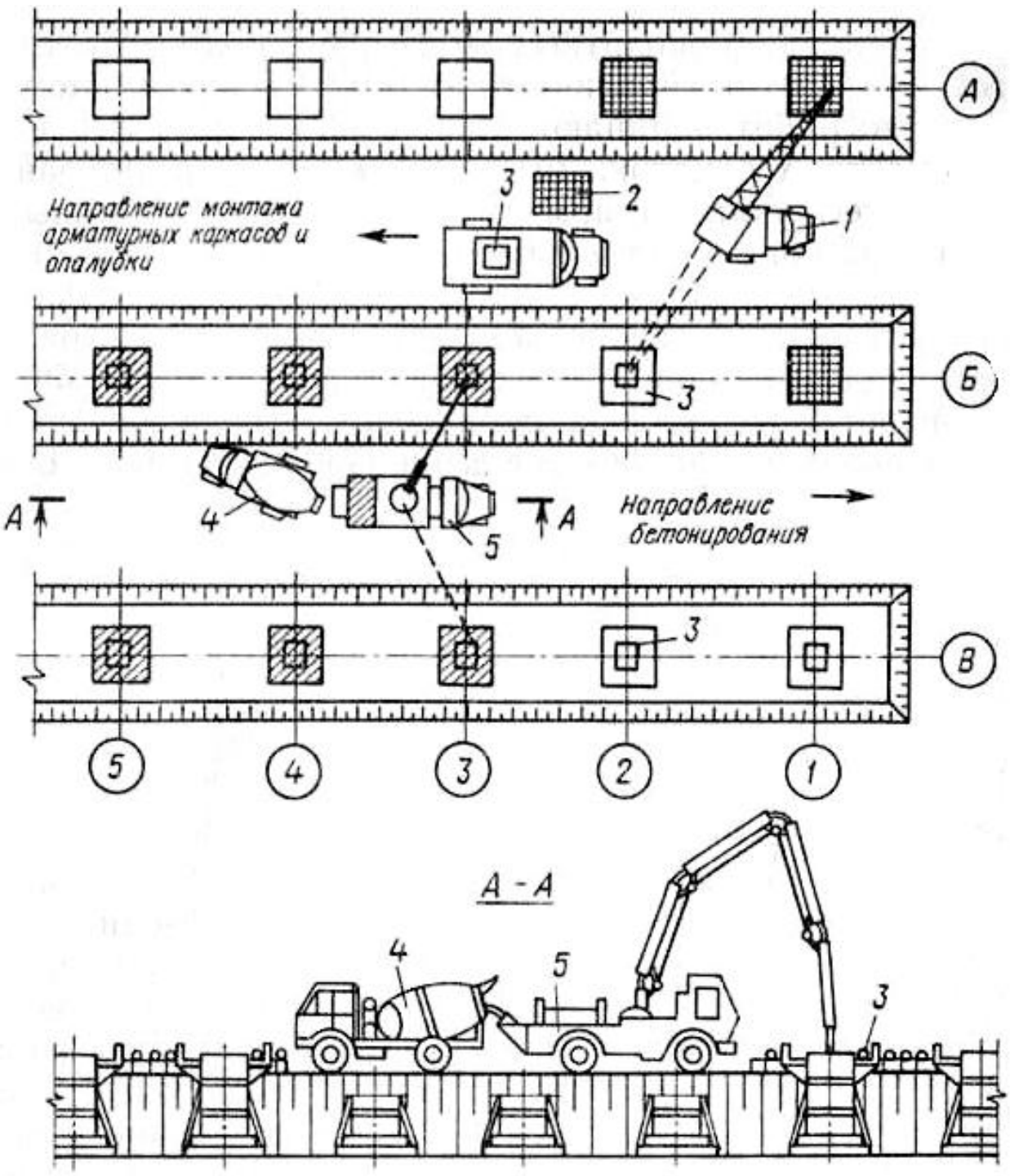


Рис. 108. Схема поточного производства работ при устройстве монолитных фундаментов стаканного типа: *1 — автомобильный кран, 2—арматурные каркасы, 3 — опалубочные блоки, 4 — автобетоносмеситель, 5 — автобетононасос*

Массивные густоармированные плиты (фундаментные, днища резервуаров и т.п.) бетонируют параллельными полосами шириной 3-4 м при толщине плиты до 0,5 м и шириной 5-15 м при толщине плиты более 0,5 м. Основное технологическое требование – непрерывность укладки на всю толщину плиты от 0,15 до 1,5 м в одном направлении во всех полосах. На границах участков

(полос) ставят разделительные мелкоячеистые металлические сетки. Карты бетонируют подряд. Возможно так же бетонирование с разделительными полосами шириной 1-1,5 м, куда смесь укладывают враспор с затвердевшим бетоном карт после снятия опалубки по их границам.

В ***ленточные фундаменты*** жилых и общественных зданий бетонную смесь укладывают по технологии бетонирования стен, изложенной ниже (рис. 109) .

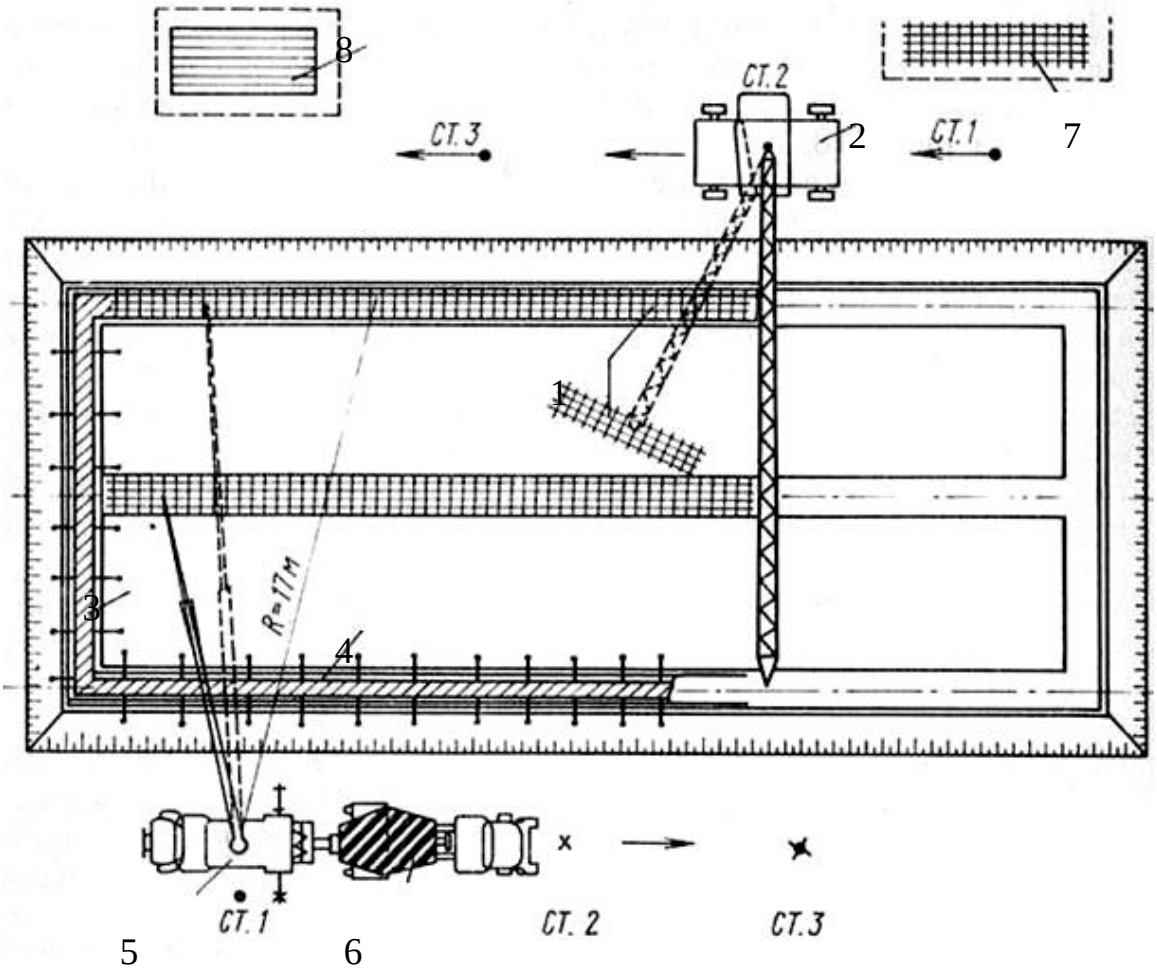


Рис. 109. Схема устройства ленточных фундаментов (план объекта со схемами движения крана и автобетононасоса): *1 — арматурные сетки ступенчатой части фундамента, 2 — пневмоколесный кран, 3— опалубочные щиты, 4 — ступенчатая часть фундамента, 5— автобетононасос, 6—автобетоносмеситель, 7 — зона складирования арматурных изделий, 8 — площадка для укрупнительной сборки щитов, чистки и смазки опалубки; СТ— положение стоянок стрелового крана и автобетононасоса*

При устройстве ***бетонных подготовок*** площадь разбивают на карты-полосы шириной 3-4 м, устанавливая маячные доски. Бетонирование ведут через полосу. В промежуточные полосы бетонную смесь укладывают после затвердения бетона в смежных полосах, предварительно сняв маячные доски. Уплотнение ведут поверхностным вибратором – виброрейкой, который устанавливаю на маячные доски и протягивают по направлению бетонирования (рис. 110).

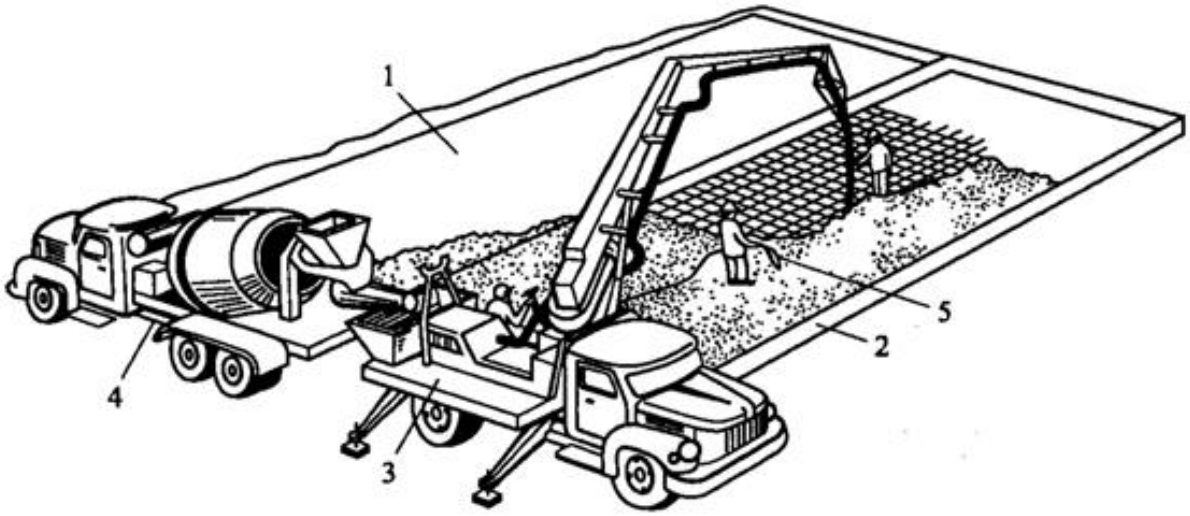


Рис. 110. Бетонирование бетонных подготовок с подачей смеси бетононасосами : *1 - карта (блок) бетонирования; 2 - опалубка; 3 - автобетононасос; 4 - автобетоносмеситель;*

Чистый пол бетонируют по маячным доскам с уплотнением бетонной смеси виброрейкой (рис.111).

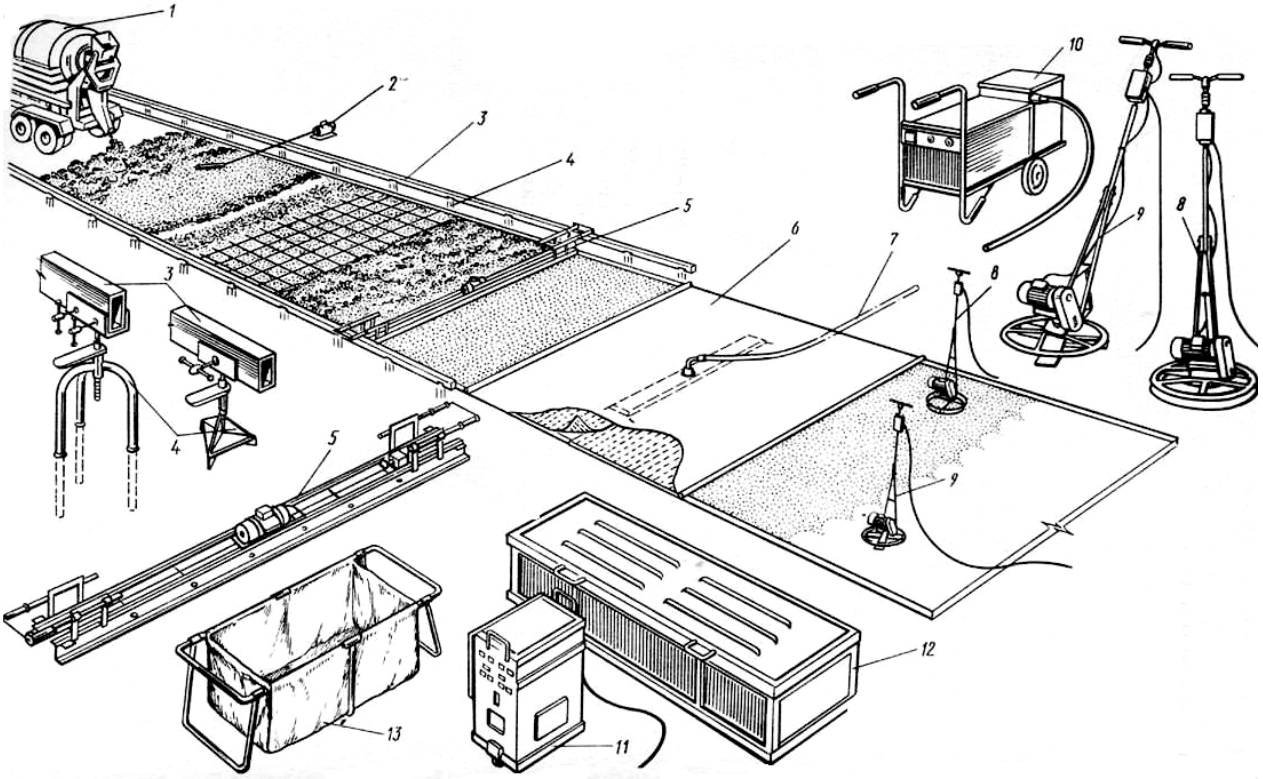


Рис. 111. Технологическая схема устройства бетонных покрытий из подвижных бетонных смесей: *1— автобетоносмеситель, 2 — вибратор, 3 — маячная доска, 4 — опоры для маячных досок, 5 — виброрейка, 6—вакуумные маты, 7—всасывающий рукав, 8 — дисковая затирочная машина, 9 — заглаживающая машина СО-170, 10— вакуумный агрегат, 11— пульт управления, 12 — контейнер для хранения и перевозки матов, 13— промывочная ванна*

Стены и перегородки.

Способы бетонирования стен и перегородок зависят от соотношения их геометрических размеров, толщины, применяемой опалубки, степени армирования и т.п.

Наибольшее распространение получило послойное бетонирование с высотой слоев 30-50 см и уплотнением глубинными вибраторами. При возведении стен в разборно-переставной опалубке толщиной равной или более 0,5 м бетонирование ведут участками высотой не более 3 м и длиной 8-12 м или участками между проемами. На границах участков устанавливают разделительную опалубку. Бетонную смесь подают непосредственно в опалубку в нескольких точках по длине участка бадьями с гибким хоботом, бетононасосами и т.п. (рис. 112а).

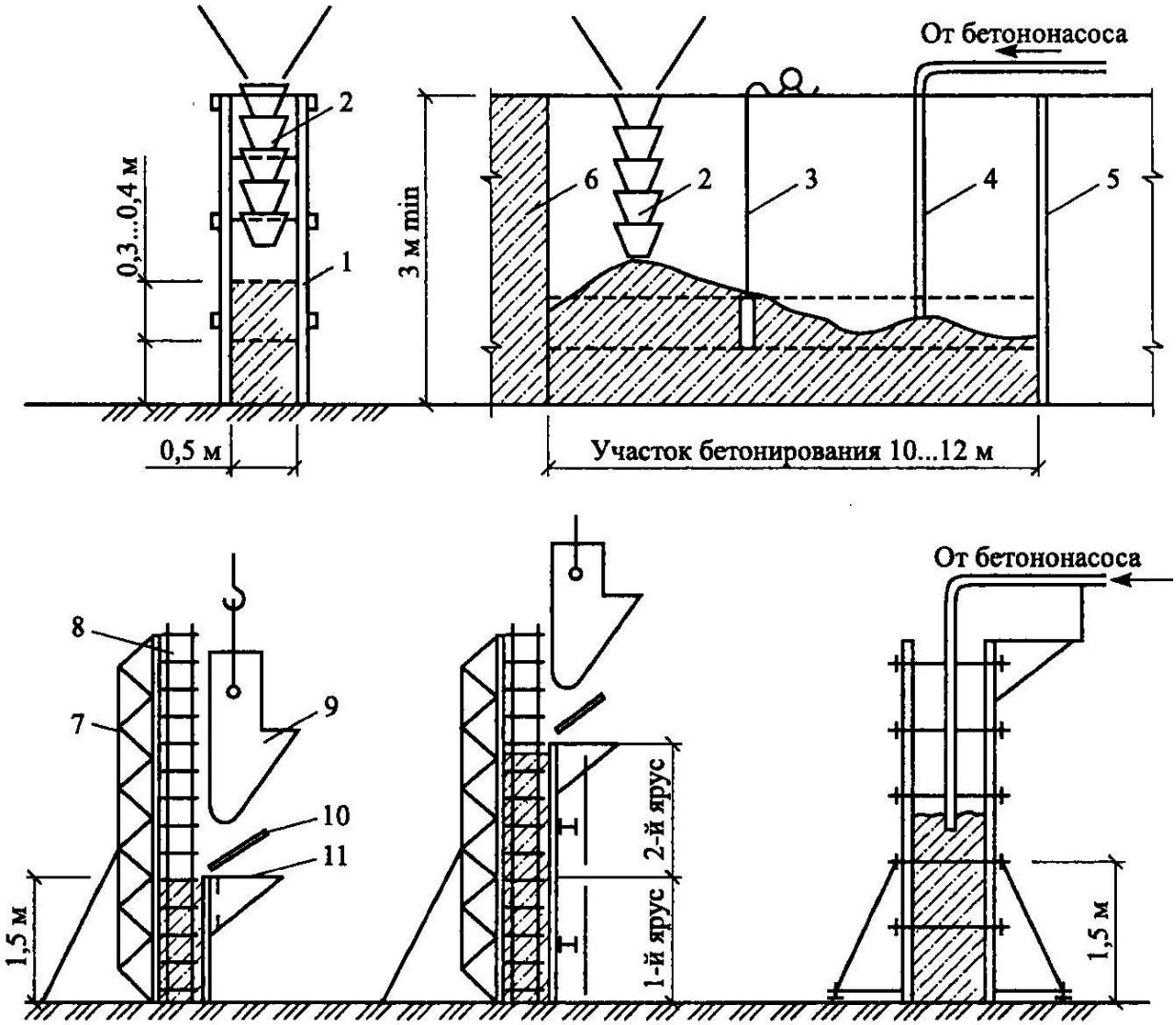


Рис. 112. Технологические схемы бетонирования стен толщиной 0,5 и высотой более 3 м (а), тонких стен (б) и послойное бетонирование стен с подачей смеси бетононасосами (в): *1 — опалубка, 2 — звеньевой хобот с воронкой, 3—вибратор с гибким валом, 4— шланг бетононасоса, 5 — разделительная опалубка, 6 — ранее забетонированный участок стены, 7 — наружный щит опалубки, 8—арматурный каркас, 9 — бадья с бетоном, 10 — направляющий щит, 11 — подмости для рабочих*

При толщине стен до 0,15м бетонирование ведут ярусами высотой до 1,5м. (рис. 112 б). При этом с одной стороны опалубку возводят на всю высоту, а со стороны бетонирования – на высоту яруса. Забетонировав первый ярус, наращивают опалубку и продолжают бетонирование.

Бетон в узлах сопряжения продольных и поперечных стен тщательно вибрируют.

Колонны.

В колонны высотой до 5 м и со сторонами сечением до 0,8 м, не имеющих перекрещивающихся хомутов, бетонную смесь с осадкой конуса 4-6 см и 6-8 см укладывают сразу на всю высоту, подавая ее через верх опалубки, краном в бадьях или гибкими хоботами бетоновода и уплотняют глубинными вибраторами (рис. 113).

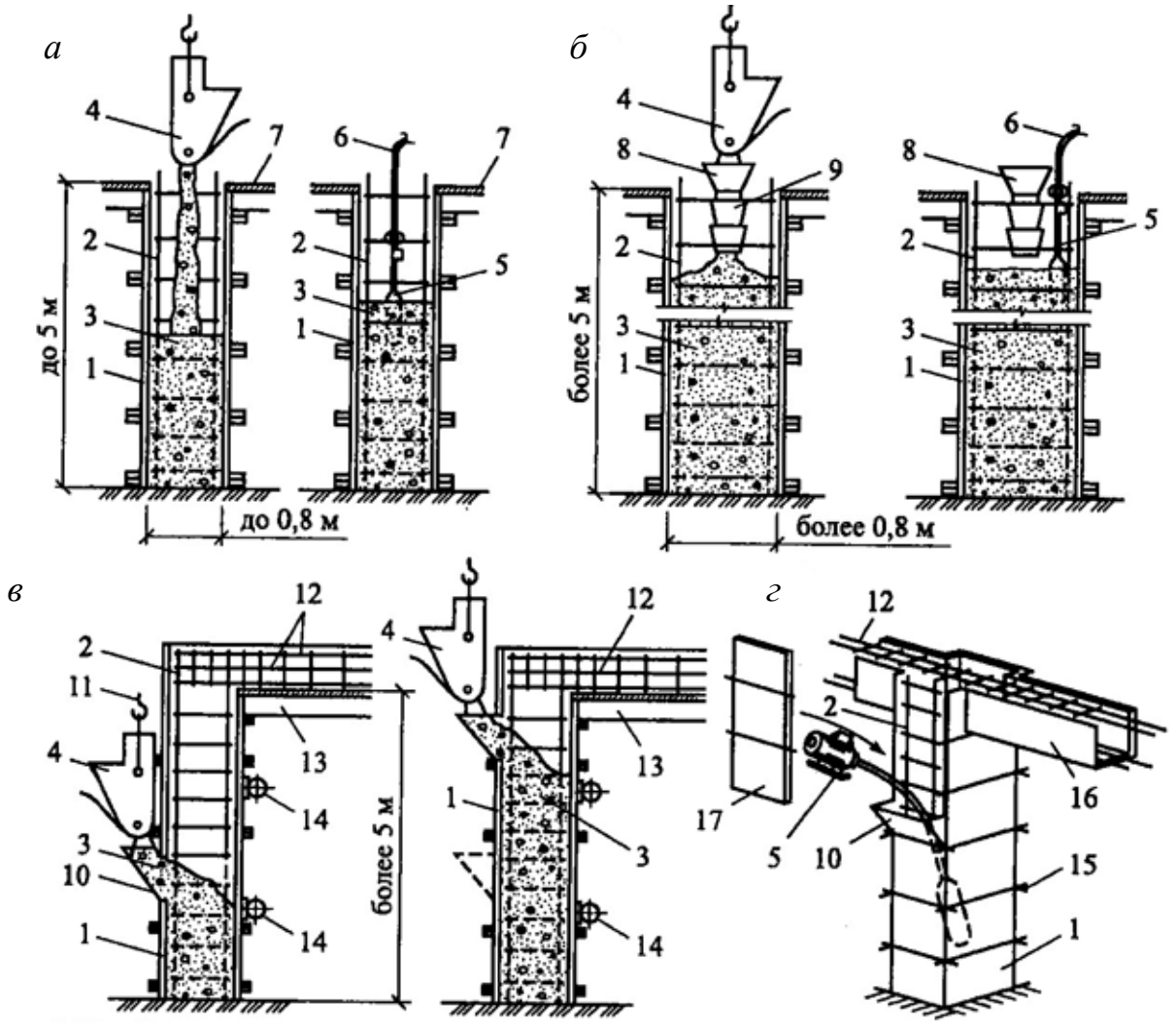


Рис. 1 13. Схема бетонирования колонн высотой до 5 м (а) и более (б), с густой арматурой балок (в), опалубки со съемным щитом (г): *1 — опалубка, 2 — хомут, 3 — бадья, 4 — вибратор с гибким валом, 5 — приемная воронка, 6 — звеньевой хобот, 7— навесной вибратор, 8, 9— карманы. 10 — съемный щит*

Если высота колонн более 5 м (рис. 113 б), то смесь подают через воронки бадьями с гибким хоботом или гибким рукавом бетоновода. При использовании глубинных вибраторов в опалубке устраивают специальные окна, через которые подают и уплотняют бетонную смесь. Шаг окон примерно 2-2,5 м по высоте колонны.(рис. 113 в).

Иногда опалубку колонн выполняют со съемными щитами, которые устанавливают после бетонирования (рис. 113 г).

Следует отметить, что независимо от высоты, размеров сечения и степени армирования колонны следует бетонировать в пределах этажа непрерывно. Место положения рабочего шва определяется правилами, изложенными выше.

Балки и плиты.

Балки и плиты, монолитно связанные с колоннами и стенами, бетонируют через 1-6 ч (при условии интенсификации процесса набора бетоном прочности) после окончания бетонирования вертикальных конструкций. Такой перерыв необходим для осадки бетона в колоннах и стенах.

В балки (прогоны) и плиты ребристых перекрытий бетонную смесь, как правило, укладывают одновременно (рис. 114).

Балки высотой более 0,8 м бетонируют отдельно от плит слоями толщиной 30-40 см с уплотнением внутренними вибраторами. При этом последний слой смеси должен быть на 3-5 см ниже уровня низа плиты перекрытия. Рабочие швы возможны на уровне низа плиты.

В плиты перекрытия бетонная смесь укладывается сразу на всю ширину с уплотнением поверхностными вибраторами (при толщине плит до 0,25 м) и глубинными - при большей толщине. Бетонирование ведут в направлении параллельном главным или второстепенным балкам, подавая бетон навстречу бетонированию («на кран»).

При бетонировании плит с армокаркасом сверху устраивают рабочий настил (он же и предотвращает деформацию арматуры) из легких переносных щитов.

Рис. 114. Укладка бетонной смеси в прогоны и плиты перекрытия

Арки и своды.

В криволинейной конструкции пролетом до 18 м включительно бетонную смесь укладывают одновременно с 2-х сторон – от пят к замку. (рис. 115 а). При пролетах более 18 м укладку смеси ведут так же от пят к замку отдельными участками, симметрично расположенными относительно замка, в соответствии с рис. 115б,в. Между участками оставляют разделительные полосы шириной 0,8-1,2 м, бетонирование каждого участка ведут непрерывно. В разделительные полосы бетонную смесь укладывают после завершения осадки основных участков.

Для исключения сползания бетонной смеси при вибрировании на крутых участках арок и сводов бетонирование следует вести в двухсторонней опалубке.

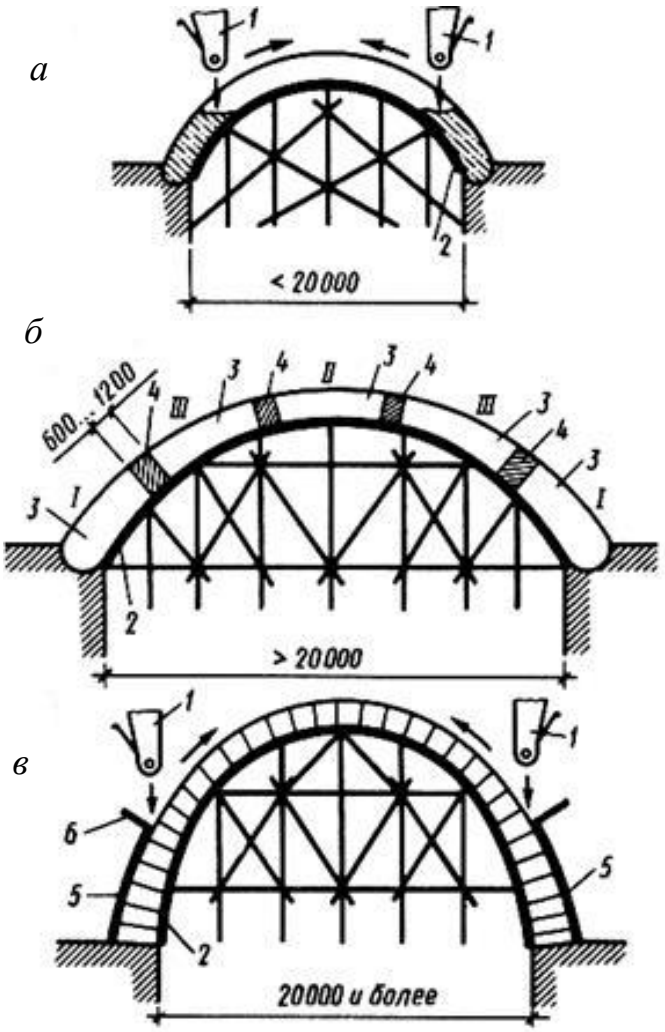


Рис.115. Укладка бетонной смеси в арки и своды: *а- укладка в малопролетные арки; б- то же, большепролетные; в- то же, крутые своды; 1 - бадья; 2- опалубка внутренняя; 3- участки укладки; 4- разделительные полосы;5- наружная опалубка; 6- направляющий щит; I, II, III - последовательность участков укладки*

4.3.6. Выдерживание бетона и уход за ним

Технологические операции по уходу за бетоном в процессе выдерживания начинаются сразу после его укладки. Открытую поверхность бетона, прежде всего, предохраняют от вредного воздействия прямых солнечных лучей, дождя и ветра. В сухую теплую (жаркую) погоду бетон на обычных портландцементах увлажняют в течение 7 суток, на глиноземистых цементах – не менее 3-х суток, на шлакопортландцементах – до 14 суток. При температуре выше +15◦С в течение первых 3-х суток открытые поверхности бетона поливают через каждые 3-4 часа днем и 1-2 раза ночью; в последующие дни – не реже 3-х раз в сутки. Поливают брандспойтом. (рис. 116). Если поверхность бетона укрыта влагостойкими материалами, то количество поливов можно сократить примерно в 1,5 раза. При температуре до +5◦С бетон можно не поливать.

Рис. 116. Поливка бетонной смеси

В начальный период твердения обильная поливка не рекомендуется из-за возможного нарушения структуры бетона. Можно поверхность свежеуложенного бетона покрывать лаком, эмульсиями, укрывать пленками, брезентами и т.п. материалами, опалубку окрашивать в светлые тона. Применяют так же выдерживание бетона под слоем воды толщиной около 5 см (например, в бассейнах).

Кроме того, в процессе выдерживания бетон следует предохранять от механических повреждений. Поэтому установка опалубки, лесов и движение людей по забетонированной конструкции допускается только после набора бетона прочности не менее 1,5 МН/м^3 (15 кгс/см^2).

4.3.7. Контроль качества бетонных работ. Приемка работ

Контроль качества бетонной смеси начинается в заводских лабораториях и продолжается на всех этапах, включая ее транспортировку, укладку, уплотнение и выдерживание.

На строительной площадке осуществляется текущий контроль, за соблюдением технологии производства работ. У места укладки проверяют соответствие заданному классу, однородность и подвижность бетонной смеси, используя конус. Если смесь при транспортировании расслоилась, немедленно следует принять меры по ее восстановлению (табл. 28).

Таблица 28

Контроль качества бетонной смеси и бетона (СП 70.13330.2012)

Параметр	Величина параметра	Контроль
Расслоение бетона	6%	Измерительный; 2 раза в смену; журнал работ
Прочность бетона (в момент распалубка конструкций), не ниже: - теплоизоляционного - конструкционно-теплоизоляционного - армированного - предварительно-напряженного	 0,5МПа 1,5 МПа 3,5МПа, но не менее 50% проектной прочности 14МПа, но не менее 70% проектной прочности	Измерительный по ГОСТ 18105-2010; не менее 1 раза на весь объем распалубки; журнал работ

Для контроля прочности на строительной площадке перед укладкой смеси в конструкцию отбирают серию образцов из 2-3 кубиков (рис. 117). Число серий зависит, прежде всего, от объема укладываемого бетона. Так, для контроля прочности фундаментов отбирают по 3 образца-кубика на каждые 100 м^3 бетона (но не менее одной серии на каждый блок); при объемах до 100 м^3 – на каждый бетонируемый элемент; при объемах бетонирования более 1000 м^3 – одну серию образцов на каждые 500 м^3 укладываемого бетона; менее 1000 м^3 - одну серию на каждые 250 м^3.

Рис. 117. Образцы бетона для контроля прочности

Для сооружений, возводимых в скользящей опалубке – на каждые 50 м^3 не менее 3-х серий (примерно на каждые 2 м высоты); при бетонировании каркасных и тонкостенных конструкций – на каждые 20 м^3 уложенного бетона.

Выдерживают образцы в построечных условиях, испытывают в возрасте 3, 7 и 28 суток в лаборатории. Прочность бетона считается достаточной, если ни в одной из испытанных серий не обнаружено снижения прочности по сравнению с проектной (она должна составлять не менее 85% марочной). Если снижение более чем на 15% от проектной, состав бетона и другие мероприятия корректируют совместно с проектной организацией.

Для испытания на водонепроницаемость серии образцов отбирают из каждых 500 м^3 бетона.

Рис. 118. Неразрушающий метод контроля бетона - ультразвуковая диагностика

Для более реального состояния прочности качество бетона контролируют так же разрушающими и неразрушающими методами. В первом случае из тела конструкции выбуривают керны, которые в дальнейшем испытывают на проч-

ность. Во втором – о прочности судят по величине отпечатка, оставляемого бойком или шариком после удара о поверхность бетона, либо по величине упругого отскока ударника или молоточка (рис. 119, 121), а так же по скорости распространения ультразвуковых волн (рис 118) и проникающей радиации.

Законченные бетонные и железобетонные конструкции принимают после достижения бетоном проектной прочности.

Рис. 119. Разновидности молотка Шмидта

Комиссия сначала проверяет по рабочим чертежам (или исполнительным чертежам в случае значительных отступлений от проекта) соответствие проекту внешних габаритов, формы, размеров, правильность расположения сооружения в плане и высоте, толщину защитного слоя (рис.120).

Устанавливают наличие и соответствие проекту проемов, отверстий, каналов, расположения закладных деталей, качество выполнения деформационных швов и открытых поверхностей. Требования приемки приведены в табл. 29.

Проверяют прочность, а в отдельных случаях морозостойкость и водонепроницаемость.

Приемной комиссии должны быть предоставлены журналы работ, акты на скрытые работы, документы о согласовании всех изменений в чертежах, данные о результатах испытаний контрольных образцов и др.

Рис. 120. Измеритель толщины защитного слоя бетона

Все отклонения не должны превышать приведенных в [4,5].

Приемная комиссия заканчивает работу составлением требуемых актов.

Рис. 121. Контроль прочности бетона методом отрыва со скалыванием

Таблица 29.

Требования к законченным бетонным и железобетонным конструкциям или частям сооружений (СП 70.13330.2012)

Параметр	Предельные отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1. Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для: - фундаментов - стен и колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия - стен и колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции - стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при отсутствии промежуточных перекрытий - стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке при наличии промежуточных перекрытий	20 мм 15 мм 10 мм 1/500 высоты сооружения, но не более 100 мм 1/1000 высоты сооружения, но не более 50 мм	Измерительный; каждый конструктивный элемент; журнал работ.
2. Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20 мм	Измерительный; не менее 5 измерений на каждые 50-100 м; журнал работ.
3. Местные неровности поверхности бетона при проверке 2-х метровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5 мм	Измерительный; не менее 5 измерений на каждые 50-100м; журнал работ.
4. Длина или пролет элемента	+/- 20 мм	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
5. Размер поперечного сечения элементов	+6 мм -3 мм	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
6. Отметки поверхностей и закладных изделий, служащих опорами для стальных или сборных железобетонных колонн и других элементов	-5мм	Измерительный; каждый опорный элемент; исполнительная схема
7. Уклон опорных поверхностей фундаментов при опирании стальных колонн без подливки	0,0007	Измерительный; каждый фундамент; исполнительная схема
8. Расположение анкерных болтов: -в плане вне контуров опоры - по высоте	5 мм 10 мм	Измерительный; каждый фундаментный болт; исполнительная схема
9. Разница отметок по высоте на стыке двух смежных поверхностей	3 мм	Измерительный; каждый стык; исполнительная схема

4.3.8.Техника безопасности при производстве бетонных работ

При приготовлении, подаче, укладке и уходе за бетоном, заготовке и установке арматуры, а также установке и разборке опалубки (далее - выполнении бетонных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- движущиеся машины и передвигаемые ими предметы;
- обрушение элементов конструкций;
- шум и вибрация;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

При наличии опасных и вредных производственных факторов безопасность бетонных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- определение средств механизации для приготовления, транспортирования, подачи и укладки бетона;
- определение несущей способности и разработка проекта опалубки, а также последовательности ее установки и порядка разборки;
- разработка мероприятий и средств по обеспечению безопасности рабочих мест на высоте;
- разработка мероприятий и средств по уходу за бетоном в холодное и теплое время года.

Цемент необходимо хранить в силосах, бункерах, ларях и других закрытых емкостях, принимая меры против распыления в процессе загрузки и выгрузки. Загрузочные отверстия должны быть закрыты защитными решетками, а люки в защитных решетках закрыты на замок.

При использовании пара для прогрева инертных материалов, находящихся в бункерах или других емкостях, следует применять меры, предотвращающие проникновение пара в рабочие помещения.

Спуск рабочих в камеры, обогреваемые паром, допускается после отключения подачи пара, а также охлаждения камеры и находящихся в ней материалов и изделий до 40°С.

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.

Для перехода работников с одного рабочего места на другое необходимо применять лестницы, переходные мостики и трапы, соответствующие требованиям СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».

При устройстве сборной опалубки стен, ригелей и сводов необходимо предусматривать устройство рабочих настилов шириной не менее 0,8 м с ограждениями.

Опалубка перекрытий должна быть ограждена по всему периметру. Все отверстия в рабочем полу опалубки должны быть закрыты. При необходимости оставлять эти отверстия открытыми их следует затягивать проволочной сеткой.

После отсечения части скользящей опалубки и подвесных лесов торцевые стороны должны быть ограждены.

Для защиты работников от падения предметов на подвесных лесах по наружному периметру скользящей и переставной опалубки следует устанавливать козырьки шириной не менее ширины лесов.

Ходить по уложенной арматуре допускается только по специальным настилам шириной не менее 0,6 м, уложенным на арматурный каркас.

Съемные грузозахватные приспособления, стропы и тара, предназначенные для подачи бетонной смеси грузоподъемными кранами, должны быть изготовлены и освидетельствованы согласно Приказу Ростехнадзора от 12.11.2013 N 533 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".

На участках натяжения арматуры в местах прохода людей должны быть установлены защитные ограждения высотой не менее 1,8 м.

Устройства для натяжения арматуры должны быть оборудованы сигнализацией, приводимой в действие при включении привода натяжного устройства.

Запрещается пребывание людей на расстоянии ближе 1 м от арматурных стержней, нагреваемых электротоком.

При применении бетонных смесей с химическими добавками следует использовать защитные перчатки и очки.

Работники, укладывающие бетонную смесь на поверхности, имеющей уклон более 20°, должны пользоваться предохранительными поясами.

Эстакада для подачи бетонной смеси автосамосвалами должна быть оборудована отбойными брусьями. Между отбойными брусьями и ограждениями должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 0,6 м. На тупиковых эстакадах должны быть установлены поперечные отбойные брусья.

При очистке кузовов автосамосвалов от остатков бетонной смеси работникам запрещается находиться в кузове транспортного средства.

Заготовка и укрупнительная сборка арматуры должна выполняться в специально предназначенных для этого местах.

Зона электропрогрева бетона должна иметь защитное ограждение, удовлетворяющее требованиям государственной стандартизации, световую сигнализацию и знаки безопасности.

Работа смесительных машин должна осуществляться при соблюдении следующих требований:

– очистка приямков для загрузочных ковшей должна осуществляться после надежного закрепления ковша в поднятом положении;
– очистка барабанов и корыт смесительных машин допускается только после остановки машины и снятия напряжения.

При выполнении работ по заготовке арматуры необходимо:

– устанавливать защитные ограждения рабочих мест, предназначенных для разматывания бухт (мотков) и выправления арматуры;
– при резке станками стержней арматуры на отрезки длиной менее 0,3 м применять приспособления, предупреждающие их разлет;
– устанавливать защитные ограждения рабочих мест при обработке стержней арматуры, выступающей за габариты верстака, а у двусторонних верстаков, кроме того, разделять верстак посередине продольной металлической предохранительной сеткой высотой не менее 1 м;
– складывать заготовленную арматуру в специально отведенных для этого местах;
– закрывать щитами торцевые части стержней арматуры в местах общих проходов, имеющих ширину менее 1 м.

Элементы каркасов арматуры необходимо пакетировать с учетом условий их подъема, складирования и транспортирования к месту монтажа.

Бункеры (бадьи) для бетонной смеси должны соответствовать требованиям государственных стандартов. Перемещение загруженного или порожнего бункера разрешается только при закрытом затворе.

При укладке бетона из бункера расстояние между нижней кромкой бункера и ранее уложенным бетоном или поверхностью, на которую укладывается бетон, должно быть не более 1 м, если иные расстояния не предусмотрены ППР.

Ежедневно перед началом укладки бетона в опалубку необходимо проверять состояние тары, опалубки и средств подмащивания. Обнаруженные неисправности следует незамедлительно устранять.

Перед началом укладки бетонной смеси виброхоботом необходимо проверять исправность и надежность закрепления всех его звеньев между собой и к страховочному канату.

При подаче бетона с помощью бетононасоса необходимо:

– осуществлять работы по монтажу, демонтажу и ремонту бетоноводов, а также удалению из них пробок только после снижения давления до атмосферного;
– удалять всех работающих от бетоновода на время продувки на расстояние не менее 10 м;
– укладывать бетоноводы на прокладки для снижения воздействия динамической нагрузки на арматурный каркас и опалубку при подаче бетона.

Удаление пробки в бетоноводе сжатым воздухом допускается при условии:

– наличия защитного щита у выходного отверстия бетоновода;
– нахождения работающих на расстоянии не менее 10 м от выходного отверстия бетоновода;
– осуществления подачи воздуха в бетоновод равномерно, не превышая допустимого давления.

При невозможности удаления пробки следует снять давление в бетоноводе, простукиванием найти место нахождения пробки в бетоноводе, расстыковать бетоновод и удалить пробку или заменить засоренное звено.

При установке элементов опалубки в несколько ярусов каждый последующий ярус следует устанавливать после закрепления нижнего яруса.

Разборка опалубки должна производиться после достижения бетоном заданной прочности.

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

При разборке опалубки необходимо принимать меры против случайного падения элементов опалубки, обрушения поддерживающих лесов и конструкций.

При передвижении секций катучей опалубки и передвижных лесов необходимо принимать меры, обеспечивающие безопасность работающих. Лицам, не участвующим в этой операции, находиться на секциях опалубки или лесов запрещается.

При уплотнении бетонной смеси электровибраторами перемещать вибратор за токоведущие кабели не допускается, а при перерывах в работе и при переходе с одного места на другое электровибраторы необходимо выключать.

При устройстве технологических отверстий для пропуска трубопроводов в бетонных и железобетонных конструкциях алмазными кольцевыми сверлами необходимо на месте ожидаемого падения керна оградить опасную зону.

При электропрогреве бетона монтаж и присоединение электрооборудования к питающей сети должны выполнять только электромонтеры, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

В зоне электропрогрева необходимо применять изолированные гибкие кабели или провода в защитном шланге. Не допускается прокладывать провода непосредственно по грунту или по слою опилок, а также провода с нарушенной изоляцией.

Зона электропрогрева бетона должна находиться под круглосуточным наблюдением электромонтеров, выполняющих монтаж электросети.
Пребывание работников и выполнение работ на этих участках не допускается, за исключением работ, выполняемых по наряду-допуску в соответствии с межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Открытая (незабетонированная) арматура железобетонных конструкций, связанная с участком, находящимся под электропрогревом, подлежит заземлению (занулению).

После каждого перемещения электрооборудования, применяемого при прогреве бетона, на новое место следует измерять сопротивление изоляции мегаомметром.

5. Рекомендация к выполнению расчетов основных параметров технологической карты.

5.1. Определение объемов работ при устройстве монолитных конструкций. (Приложение 1)

Объемы работ при устройстве различных монолитных конструкций определяют по рабочим чертежам (план, разрез, фасад), которые выполняются разработчиком карты на основании задания, выданного руководителем курсового проектирования. Рабочие чертежи могут быть выполнены в «ручном» или «машинном» варианте и являются частью пояснительной записки.

Следует установить типы (марки) конструктивных элементов, исполнить их эскизы, определить количество, размеры, объем, массу (в зависимости от вида и назначения конструкции). Отдельно следует выполнить **опалубочный чертеж** бетонируемой конструкции (или его часть) с указанием типов и размеров опалубочных щитов. При этом необходимо стремиться к минимальному количеству типоразмеров.

Площадь опалубки при ее установке и разборке следует определять для каждой конструкции отдельно в соответствии с ее геометрическими размерами, указанными на эскизах, чертежах и схемах опалубочных работ.

Количество стоек лесов, поддерживающих опалубку перекрытия, следует определять из условия их установки под каждое перекрытие с шагом 1-1,5 м.

Массу арматурных элементов и отдельных стержней, а значит и объем арматурных работ, необходимо определять в соответствии с полученным заданием на проектирование. Массу устанавливаемой арматуры необходимо указать отдельно по каждой марке стали и арматурным элементам, выполненным из арматуры различного диаметра. Масса установочных приспособлений (кондуктора, подвески) включается в объем работ.

Объем бетона конструкции определяется по проектным спецификациям или подсчитывается по проектным размерам конструкций без добавок на его уплотнение.

Объем железобетонных и бетонных ***фундаментов под оборудование*** следует исчислять за вычетом объемов, занимаемых нишами, проемами, каналами и колодцами. Объем пробок для установки анкерных болтов из объема фундаментов не исчисляется. Подколонники периметром от 2 до 6 м включительно и высотой до 2 м, считая от верхнего уступа фундаментов, а так же периметром более 6 м и любой высоты включаются в объем фундаментов. Объем подколонников периметром от 2 до 6м включительно и высотой более 2м следует включать в объем колонн. Отдельно считают объемы до 5; 10; 25 и более 25 м^3.

Объем железобетонных колонн надлежит определять по их сечению, умноженному на высоту колонн с подразделением в зависимости от периметра сечения до 2, до 3 и более 3-х метров. Высоту колонн следует определять:

1) при ребристых перекрытиях – от верха башмаков до нижней поверхности плит;
2) при каркасных конструкциях – от верха башмаков до верха колонн;
3) при безбалочных перекрытиях – от верха башмаков до низа капители.

При наличии консолей их объем включают в объем колонн.

Объем железобетонных балок и прогонов следует определять по их сечению, умноженному на длину с подразделением по высоте балок: до 500, до 800 и более 800 мм.

Длина прогонов, опирающихся на колонны, принимается равной расстоянию между внутренними гранями колонн; опирающихся на стены – с учетом опорных частей, входящих в стены. Сечение балок и прогонов при каркасных конструкциях и отдельных балок принимается полным, при ребристых перекрытиях – без учета плиты.

Объем железобетонных плит следует определять с учетом опорных частей, входящих в стены при толщине плит до 200 мм и более 200 мм. Объем ребристых перекрытий подсчитывается как сумма объемов балок и плит.

Объем стен и перегородок определяется за вычетом проемов по наружному обводу коробок с указанием толщины конструкций: до 100, до 200, до 300, до 500, до 1000, до 2000 мм.

Объем работ в сооружениях, возводимых в скользящей опалубке, следует исчислять с учетом проектной толщины стен, при торкретировании – по проектным данным.

Расход материалов на устройство лесов и опалубки необходимо принимать в зависимости от количества оборотов и размера потерь при каждом обороте, равном 20% с коэффициентом относительной сложности возвращаемого материала, равным 0,25. С учетом этого коэффициент **К** к расходу материалов, исчисленному по рабочим чертежам принимается по табл. 30 [25].

Таблица 30.

Коэффициент для определения расхода материалов в зависимости от количества оборотов опалубки

При оборотах	К	При оборотах	К
Одном	0,83	Шести	0,304
Двух	0,515	Семи	0,29
Трех	0,41	Восьми	0,28
Четырех	0,358	Девяти	0,27
Пяти	0,324	Десяти	0,263

Объем принятой, поданной и уложенной бетонной смеси следует определять с учетом ее усадки при наборе прочности в соответствии с табл. 31, [25].

Таблица 31.

Расход основных материалов на устройство 100 м^3 бетонных и железобетонных конструкций

Перечень работ	Материалы	Ед. изм.	Расход
1	2	3	4
1. Устройство бетонной подготовки под бетонные и железобетонные фундаменты	Бетон	м^3	102
2. Устройство бетонных и железобетонных фундаментов под колонны объемом до 3 м^3, опалубка деревянная	Бетон Щиты опалубки 25 мм Смазка	м^3 м^2 кг	102 270 108
3. То же, объемом до 5 м^3	Бетон Щиты опалубки Смазка	м^3 м^2 кг	102 247 99
4. То же, объемом более 5 м^3	Бетон Щиты опалубки	м^3 м^2	102 192,5
5. То же, объемом до 25 м^3	Бетон Щиты опалубки 40 мм	м^3 м^2	101,5 107,6
6. То же, объемом более 25м^3	Бетон Щиты опалубки	м^3 м^2	101,5 66,6
7. Устройство ленточных бетонных фундаментов шириной 500 мм, опалубка деревянная	Бетон Щиты опалубки 25 мм	м^3 м^2	102 408
8. То же, шириной 600 мм	Бетон Щиты опалубки	м^3 м^2	102 340
9. То же, шириной 700 мм	Бетон Щиты опалубки	м^3 м^2	102 291
10. То же, шириной 800 мм	Бетон Щиты опалубки	м^3 м^2	102 255
11. Устройство ленточных железобетонных фундаментов шириной поверху 500 мм, опалубка деревянная разборно-переставная мелкощитовая	Бетон Щиты опалубки 25 мм	м^3 м^2	102 408
12. То же, шириной поверху 700 мм	Бетон Щиты опалубки 25 мм	м^3 м^2	101,5 291
13. То же, шириной поверху 1000 мм	Бетон Щиты опалубки	м^3 м^2	101,5 204
14. То же, шириной поверху 1200мм	Бетон Щиты опалубки	м^3 м^2	101,5 172

1	2	3	4
15. Устройство фундаментных железобетонных плит с пазами, стаканами и подколонниками высотой до 2 м при толщине плиты до 1000 мм	Бетон Щиты опалубки 40 мм	$м^3$ $м^2$	101,5 101,3
16. То же при толщине более 1000 мм	Бетон Щиты опалубки 40 мм	$м^3$ $м^2$	101,5 68,5
17. Устройство фундаментных железобетонных плит с ребрами вверх	Бетон Щиты опалубки 40 мм	$м^3$ $м^2$	101,5 90
18. Устройство бетонных стен подвалов толщиной 400 мм, 500 мм, 600 мм, 800 мм, 1000 мм, 1500мм.	Бетон Щиты опалубки	$м^3$ $м^2$	102 515 412 343 252 206 137
19. Устройство бетонных стен подвалов толщиной 300 мм, 400 мм, 500 мм, 600 мм, 800 мм, 1000 мм, 1200 мм, 1500 мм	Бетон Щиты опалубки	$м^3$ $м^2$	101,5 687 515 412 343 258 206 172 137
20. Устройство бетонных (железобетонных) колонн высотой до 3х м периметром до 1,2 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 1440 50,4
21. То же, периметром до1,6 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 1060 37,1
22. То же, периметром до1,8 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 940,9 32,9
23. То же, периметром до 2,0 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 836,3 29,3

1	2	3	4
24. То же, периметром до 2,4 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 700 24,4
25. То же, периметром до 2,6 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 680,2 23,5
26. То же, периметром до 2,8 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 630,3 22,1
27. То же, периметром до 3,0 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	102 580,9 20,3
28. Устройство железобетонных колонн высотой до 6 м периметром до 1,2 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 1440 50,4
29. То же, периметром до 1,6 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 1060 37,1
30. То же, периметром до 1,8 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 940,9 32,9
31. То же, периметром до 2,0 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная, из водостойкой фанеры и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 836, 3 29,3
32. Устройство железобетонных колонн высотой до 6 м периметром до 6м - до 2,4м	а) Бетон б) Опалубка деревянная и комбинированная в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 700 24,5

1	2	3	4
33. То же, периметром до 2,6 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная и комбинированная в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 680,2 23,8
34. То же, периметром до 2,8 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная и комбинированная в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 630,2 22,1
35. То же, периметром до 3,0 м	а) Бетон б) Опалубка деревянная и комбинированная в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$ т	101,5 580,9 20,3
36. Устройство бетонных, легкобетонных, железобетонных стен и перегородок высотой до 3м при толщине стен до 80 мм	а) Бетон б) Опалубка деревянная, комбинированная и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$/т т	102 2575/61,8 90,1
37. То же , при толщине до 100 мм	а) Бетон б) Опалубка деревянная, комбинированная и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$/т т	102 2060/49,4 72,1
38. То же , при толщине до 200 мм	а) Бетон б) Опалубка деревянная, комбинированная и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$/т т	102 1030/24,7 36,1
39. То же , при толщине до 300 мм	а) Бетон б) Опалубка деревянная, комбинированная и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$/т т	102 687/16,5 24
40. То же , при толщине до 500 мм	а) Бетон б) Опалубка деревянная, комбинированная и пластиковая в) Опалубка металлическая	$м^3$ $м^2$/т т	102 412/99 14,4
41. Устройство бетонных, легкобетонных, железобетонных стен высотой до 6м при толщине стен 100 мм, 150 мм, 200 мм, 300 мм, 500 мм, 1000 мм	Бетон Щиты опалубки	$м^3$ $м^2$	102 2060 1373 1030 687 412 206

1	2	3	4
42. то же, высотой более 6м при толщине стен 150 мм, 200 мм, 300 мм, 500 мм, 1000 мм, 2000 мм	Бетон Щиты опалубки	$м^3$ $м^2$	101,5 1373 1030 687 412 206 103
43. Устройство безбалочных железобетонных перекрытий при толщине 150 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные Щиты опалубки комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ $м^2$ шт	101,5 686 858 32
44. Тоже, при толщине 200 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные Щиты опалубки комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ $м^2$ шт	101,5 407 515 19
45. Тоже, при толщине 240 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные Щиты опалубки комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ $м^2$ шт	101,5 343 429 16
46. Тоже, при толщине 300 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные Щиты опалубки комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ $м^2$ шт	101,5 247 343 13
47. Устройство ребристых железобетонных перекрытий при толщине 80 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные и комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ шт	101,5 1030 34
48. Тоже, при толщине 100 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные и комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ шт	101,5 824 28

Окончание табл. 31

1	2	3	4
49. Тоже, при толщине 120 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные и комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ шт	101,5 687 24
50. Тоже, при толщине 150 мм	Бетон Щиты опалубки деревянные и комбинированные Стойки металлические и деревянные инвентарные	$м^3$ $м^2$ шт	101,5 550 18

Результаты расчетов, выполненных в приложении 1, заносятся в форму табл. 32.

Таблица 32

Ведомость объемов работ по устройству монолитных конструкций

Наименование работ	Объем работ	Обоснование
1	2	3

5.2. Калькуляция затрат труда на производство каменных работ (Приложение 2)

В курсовом проекте необходимо рассчитать не менее двух вариантов калькуляции затрат труда (КЗТ), которые соответствуют рассматриваемым технически возможным схемам производства работ, основанным на применении различных грузоподъемных машин и механизмов и схем их расстановки для подачи бетонной смеси, а также арматуры и опалубки.

КЗТ следует составлять на все предлагаемые варианты с определением суммарных затрат труда по каждому варианту.

При разработке технологической карты на устройство монолитных конструкций в КЗТ следует включать работы по установке и разборке опалубки с учетом устройства лесов, армированию конструкций отдельно по каждой марке стали, типу арматурного элемента и диаметру арматуры, приемке и укладке бетонной смеси, уходу за бетоном, а так же работы, связанные с подачей всех материалов и приспособлений на проектную отметку. Номенклатура работ и их объемы устанавливаются по табл. 32.

Работы, связанные с использованием различных грузоподъемных машин и машин для подачи бетонной смеси, определяют суть вариантов производства работ.

Расчет затрат ручного и механизированного труда выполняют в табличной форме (табл. 6) с учетом ниже изложенных правил.

1. В ***графе 1*** записывают все основные и вспомогательные работы по устройству монолитных конструкций, объемы которых определены в табл. 32. Нормы времени (гр.4 и 5) и рекомендованные составы звеньев (гр. 8) заполняются по соответствующим параграфам Единых норм и расценок [№ Е4-1; Е-1] или разработанных организациями норм.

2. *Нормативная трудоемкость ручных и механизированных работ* ***(графы 6 и 7)*** определяется по формуле

$$\mathbf{Тр = Нвр \cdot V}, \quad \text{чел.-ч.}, \qquad (5.1)$$

где: **Тр** - нормативные затраты ручного или механизированного труда на выполнение определенного объема работ, чел.-ч.;
Нвр – нормативные затраты ручного или механизированного труда на выполнение *единицы* объема работ, чел.-ч.;
V – объем (количество) выполняемых работ, $м^3$, $м^2$, шт, т и т.д.

Если затраты труда определять в человекосменах (чел.-см.) или машиносменах (маш.-см.), то следует человекочасы (машиночасы) разделить на продолжительность рабочей смены (**Тсм**) равной 8 часам

$$\mathbf{Тр = Нвр \cdot V \ / \ Тсм} \qquad (5.2)$$

После определения трудоемкости (**Тр)** определяют продолжительность (**Т**) и производительность (**П**) работ по формулам

$$\mathbf{Т = Тр \ / \ N}\textit{или}\mathbf{(B)}, \quad \text{ч, см.}, \qquad (5.3)$$

где: **N -** количество рабочих;
В- количество машин

$$\mathbf{П = V \ / \ Тр}, \quad м^3/\text{чел.-ч. (маш-ч)}; \quad м^3/\text{чел.-см. (маш-см)} \qquad (5.4)$$

Калькуляцию затрат труда, соответствующую наиболее эффективному варианту производства работ, следует использовать для дальнейших расчетов. Она должна быть представлена в разделе 2.6 пояснительной записки и на листе формата А1. Второй вариант КЗТ остается в Приложении 2.

5.3. Обоснование и выбор методов производства работ, грузоподъемных машин и механизмов, средств малой механизации, пакетирования грузозахватных приспособлений (Приложение 3)

В данном разделе в первую очередь должны быть решены принципиальные организационно-технологические вопросы устройства различных монолитных конструкций. Для этого необходимо выбрать (назначить) рациональную организационно-технологическую схему выполнения работ, определить тип опалубки и метод производства опалубочных и арматурных работ, разработать схему доставки, подачи и укладки бетонной смеси, подобрать и рассчитать комплект строительных машин, транспортных средств, оснастки и оборудования для производства бетонных, опалубочных и арматурных работ.

Следует еще раз отметить, что в курсовом проекте рассматриваются два варианта производства работ, основанные на применении различных машин и механизмов для выполнения всего комплексного процесса устройства монолитных конструкций.

5.3.1. Выбор организационно-технологической схемы производства работ

В курсовом проекте комплексно разрабатываются все решения по устройству монолитных конструкций, а именно: по установке опалубки и арматуры, укладке бетонной смеси, уходу за бетоном, распалубке конструкций. Каждый из этих видов работ выполняется рабочими различных профессий и разрядов. Кроме того, установка и разборка опалубки проводятся со значительным разрывом во времени.

Следует отметить, что технологическая последовательность выполнения работ зависит от типа бетонируемой конструкции, ее размеров и их соотношения, а так же типов применяемой опалубки.

Назначая общую последовательность (очередность) производства работ, необходимо:

- обеспечивать непрерывность работ и равномерность загрузки работающих бригад и звеньев, машин и оборудования;
- следить за тем, чтобы простые процессы не пересекались в отдельные моменты строительства;
- избегать того, чтобы построенные или строящиеся конструкции затрудняли производство работ по возведению других конструкций;
- предусматривать (по возможности) выполнение бетонных работ в первую смену, продолжительностью 8 и более (до 12) часов;
- избегать больших холостых перемещений машин и механизмов.

5.3.2. Проектирование опалубочных работ

Выбор опалубки и наиболее целесообразного способа производства опалубочных работ зависит, прежде всего, от вида и размеров бетонируемой конструкции, а так же от применяемых механизмов, общей организации работ, в том числе и бетонных.

Следует стремиться к минимизации трудоемкости опалубочных работ.

В данном разделе следует решить следующие вопросы:

1) выбрать и обосновать тип опалубки;
2) определить метод производства опалубочных работ;
3) определить состав комплекта опалубки с составлением соответствующей спецификации;
4) установить расчетную оборачиваемость и схему перестановки опалубки.

Состав комплекта и схема перестановки могут быть уточнены после определения количества захваток при бетонировании.

При выборе типа опалубки следует учитывать рекомендации раздела 4.1. данного учебно-методического пособия. Кроме того, рекомендуется:

- ✓ детально проанализировать задание на проектирование, изучить объемно-планировочное решение, конфигурацию и размеры конструкции, выявить имеющиеся особенности;
- ✓ используя рекомендованную учебную, техническую, нормативно-справочную литературу и материал раздела 4.1. пособия следует ознакомиться с классификацией, конструктивными и технологическими особенностями основных типов опалубок и рекомендациями по их применению.

Так для возведения фундаментов под колонны рекомендуется несколько типов опалубок:

- инвентарная унифицированная мелкощитовая разборно-переставная;
- опалубочные блок-формы;
- несъемная.

В комплект разборно-переставной мелкощитовой опалубки входят опалубочные щиты нескользящих типоразмеров, элементы креплений (схватки, крюки, клинья и т.п.), а так же поддерживающие устройства (стойки, прогоны и т.п.).

В зависимости от материала щитов так же опалубки разделены на три вида: стальные, фанерные (деревянные) и комбинированные.

Унифицированные мелкощитовые опалубки рекомендуются так же при возведении крупноразмерных (в том числе и ленточных) фундаментов с объемом более 15 м^3 сложной конфигурации: *стальные* при числе оборотов более 30 раз, *комбинированные* при оборачиваемости от 15 до 30 циклов, *фанерные* – при числе оборотов менее 15 раз.

Блок формы позволяют резко сократить затраты труда на установку и разборку опалубки, но относится к дорогим опалубочным системам и рекомендуется к применению в случае 35-кратной оборачиваемости при устройстве фундаментов среднего объема (около 8 м^3).

Несъемная опалубка для фундаментов под колонны целесообразна при простой конфигурации и сравнительно большом объеме каждого фундамента.

Фундаменты под оборудование можно возводить в разборно-переставной *мелкощитовой* опалубке (при сложной конфигурации и объемах менее 300 м^3), *крупнощитовой* опалубке (при простой конфигурации и объемах более 300 м^3) и в *несъемных* опалубках (при простой конфигурации и объеме более 1000 м^3).

Высотные сооружения (выше 30м) с вертикальными стенами и постоянной толщиной по высоте в ряде случаев можно возводить в скользящих опалубках.

Для возведения конструкций многоэтажных зданий в зависимости от конструктивных и объемно-планировочных решений можно применять различные типы опалубок: разборно-переставные мелко- и крупнощитовые, несъемные, объемно-переставные (для несущих поперечных стен и перекрытий), объемно-переставные продольно-перемещаемые (для несущих продольных стен).

Основу опалубочных систем для ***вертикальных*** монолитных железобетонных конструкций представляют наборы готовых **прямоугольных щитов** кратных размеров (рис. 122а, 123).

Другим важнейшим конструктивным элементом вертикальных опалубочных систем являются устройства для соединения щитов между собой - **замки** (рис. 122б). Обычно изготовители опалубки разрабатывают один универсальный замок и несколько его дополнительных модификаций, обеспечивающих быстрое и надежное соединение щитов при сборке и разделение щитов при разборке опалубки. **Щиты-компенсаторы** и **компенсирующие прокладки** (рис. 122 в) служат для плавного регулирования размеров собираемых опалубочных панелей. Устанавливаются между смежными щитами в собираемой панели.

Следующим характерным конструктивным элементом вертикальных опалубок являются разнообразные **накладные балки, ригели, шины** (рис. 122 г), служащие целям повышения жесткости из плоскости собираемых из щитов панелей.

Для обеспечения сборки щитов опалубки в углах служат специальные угловые элементы: **щиты внутренних прямых углов, шарнирные угловые щиты, уголки для крепления наружных щитов прямого угла** (рис. 122 д).

Раскосы (рис. 122е, 124, 125) служат для регулировки и крепления щитов и опалубочных панелей в вертикальном положении.

В наборе элементов опалубки предусматриваются специальные **болты** и **анкеры** для выполнения винтовых соединений.

Важную группу устройств представляют собой элементы опалубки, призванные обеспечивать удобство и безопасность выполнения работ. Прежде все-

го здесь следует иметь ввиду **инвентарные строповочные устройства, подмости** и **леса**. Подмости, обычно, навешиваются не на всю опалубку, а только в пределах рабочих зон при укладке бетонной смеси. Леса устраиваются по периметру захваток и обеспечивают установку и крепление наружной опалубки внешних стен, а также ремонт или отделку поверхностей стен нижерасположенного этажа. Примеры обустройства рабочих мест представлены на рис. 126-127

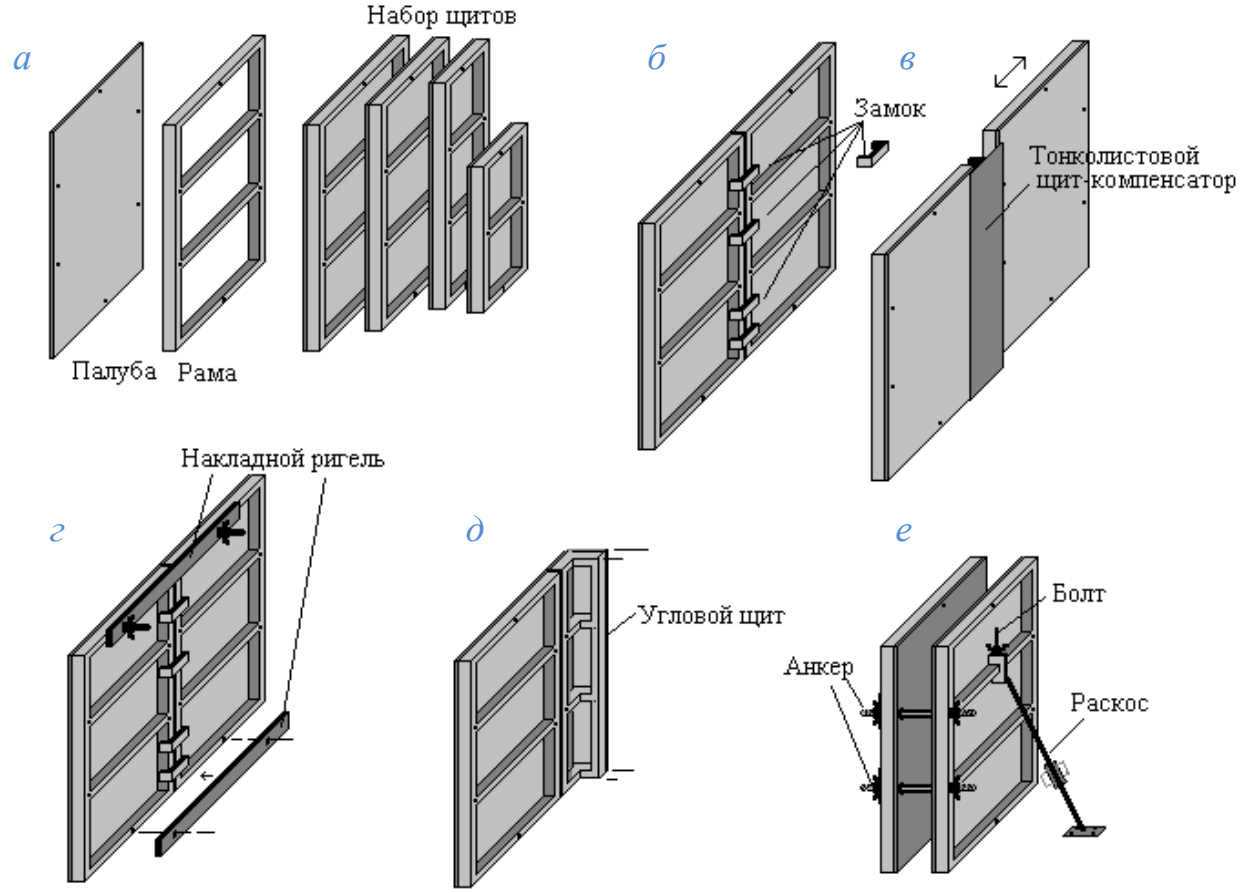
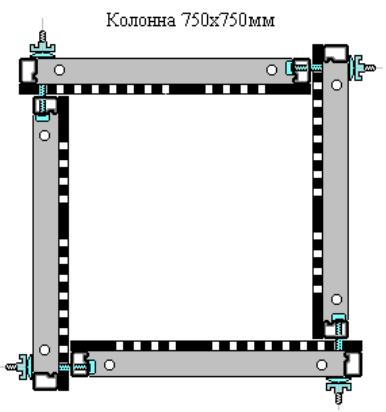
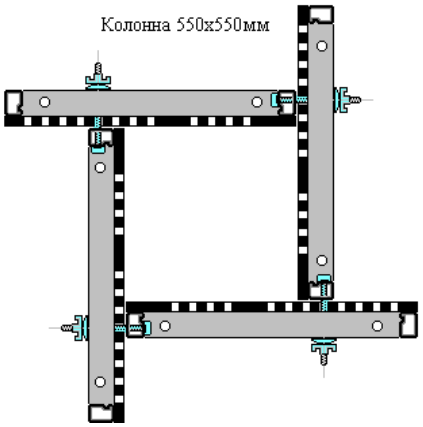


Рис. 122. Основные конструктивные элементы опалубочных систем для стен и колонн: *а - щиты опалубки; б - объединение щитов с помощью замков; в - щит-компенсатор для плавного изменения длины собираемой панели опалубки; г - накладные ригели для увеличения жесткости из плоскости панелей опалубки; д - угловой щит; е - раскосы, болтовые и анкерные соединения*





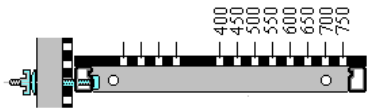


Рис. 123. Формирование опалубки колонн с применением универсальных инвентарных щитов (FRAMAX и FRAMECO)

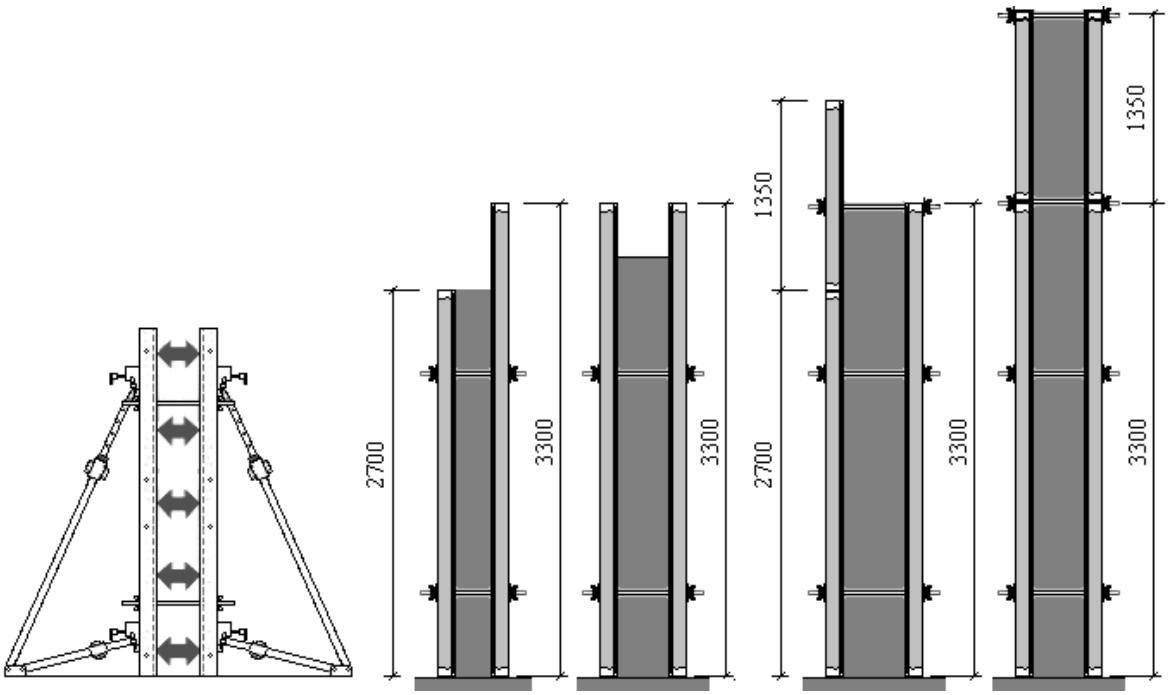


Рис. 124. Обеспечение жесткости, устойчивости и неизменяемости инвентарными распорками и анкерными связями при сборке опалубки FRAMAX и FRAMECO и укладке бетонной смеси

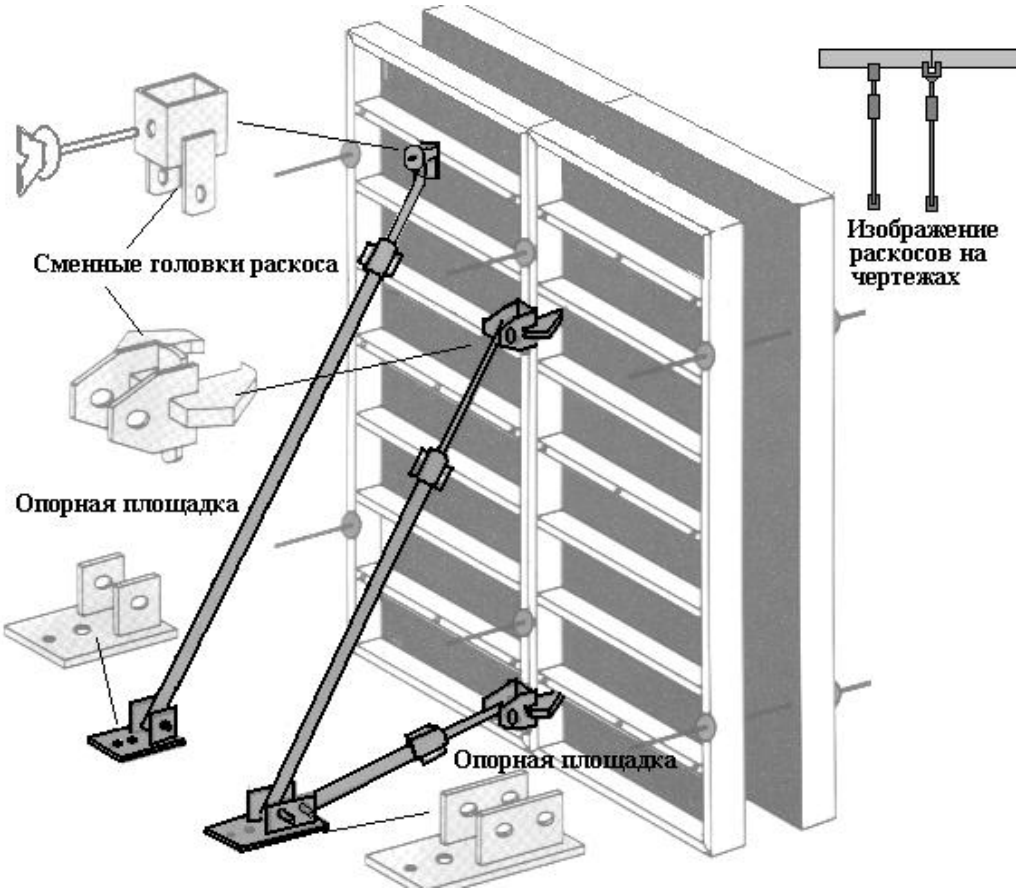
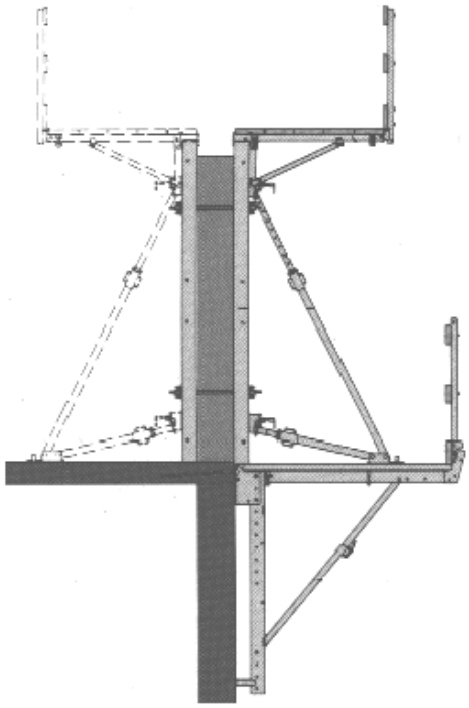


Рис.125. Раскрепление стеновых панелей опалубки STAR TEC рихтующими раскосами



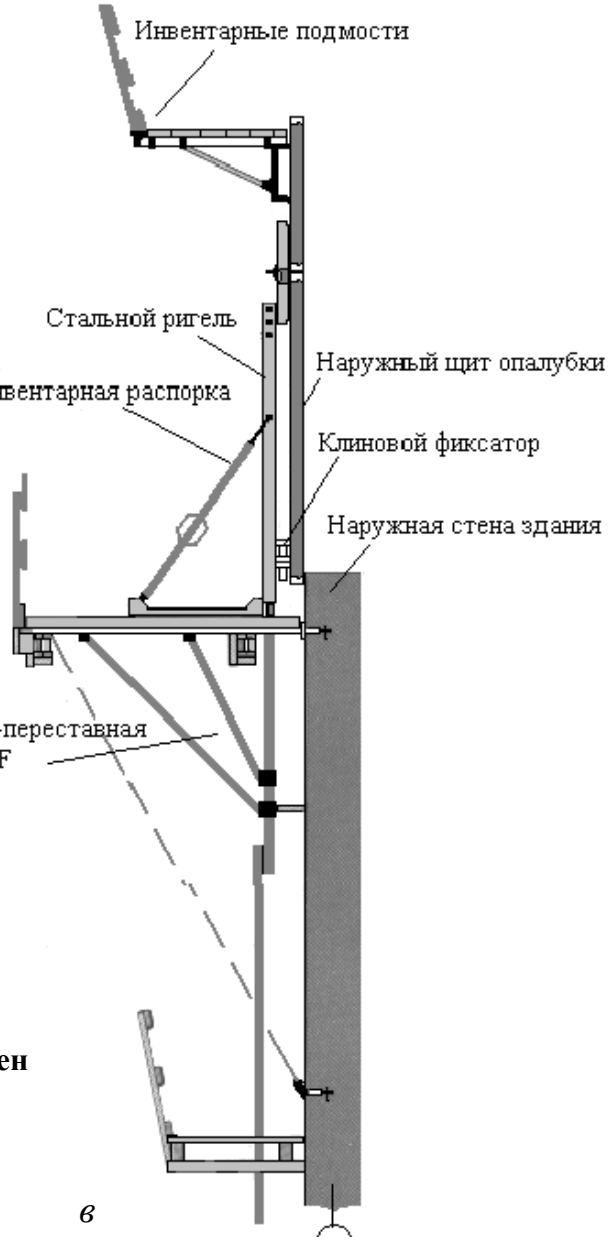


Рис. 126. Примеры обустройства опалубки FRAMAX и FRAMECO по краю внешних стен

а *б* *в*

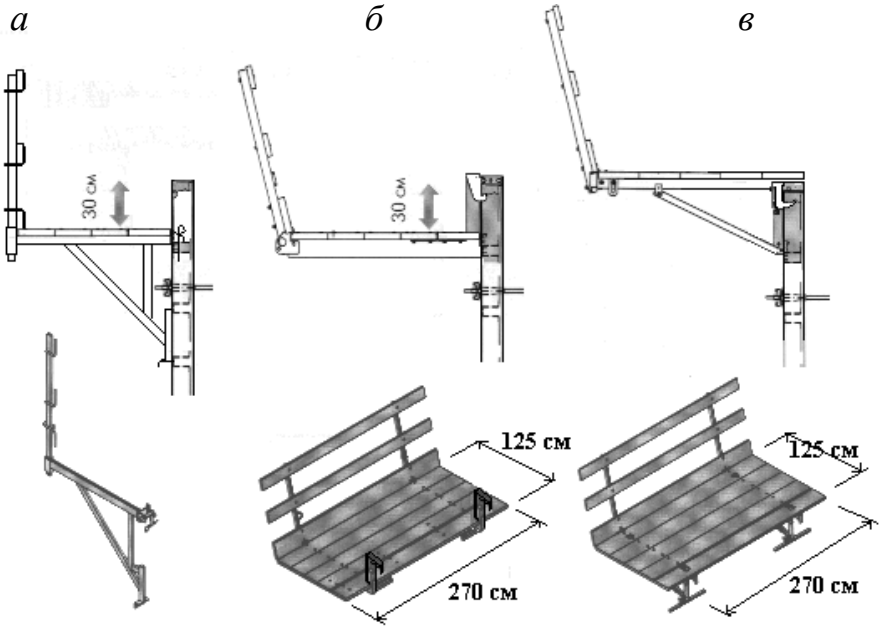


Рис. 127. Устройства подмащивания рабочих зон опалубки FRAMAX и FRAMECO:
а - с помощью консолей; б и в - с помощью инвентарных быстро устанавливаемых подмостей

Опалубочные системы для устройства ***монолитных железобетонных перекрытий*** в общем виде формируются из системы основных элементов, в которую входят легкие тонкие панели палубы - **щиты, балки** и **телескопические стойки**. Размеры и масса основных элементов ограничены необходимостью ручной разборки опалубки в зонах под готовым перекрытием, недоступных для применения крана.

Балки подразделяется на *основные* и *второстепенные*: основные устанавливаются на стойках, а второстепенные раскладываются по основным, формируя достаточно развитую опорную систему для фанерных листов или специальных опалубочных панелей. Выбор шага второстепенных балок для фанеры толщиной 20-21мм в зависимости от толщины перекрытия и длины балок выполняется с использованием диаграмм, изображенных на рис. 128.

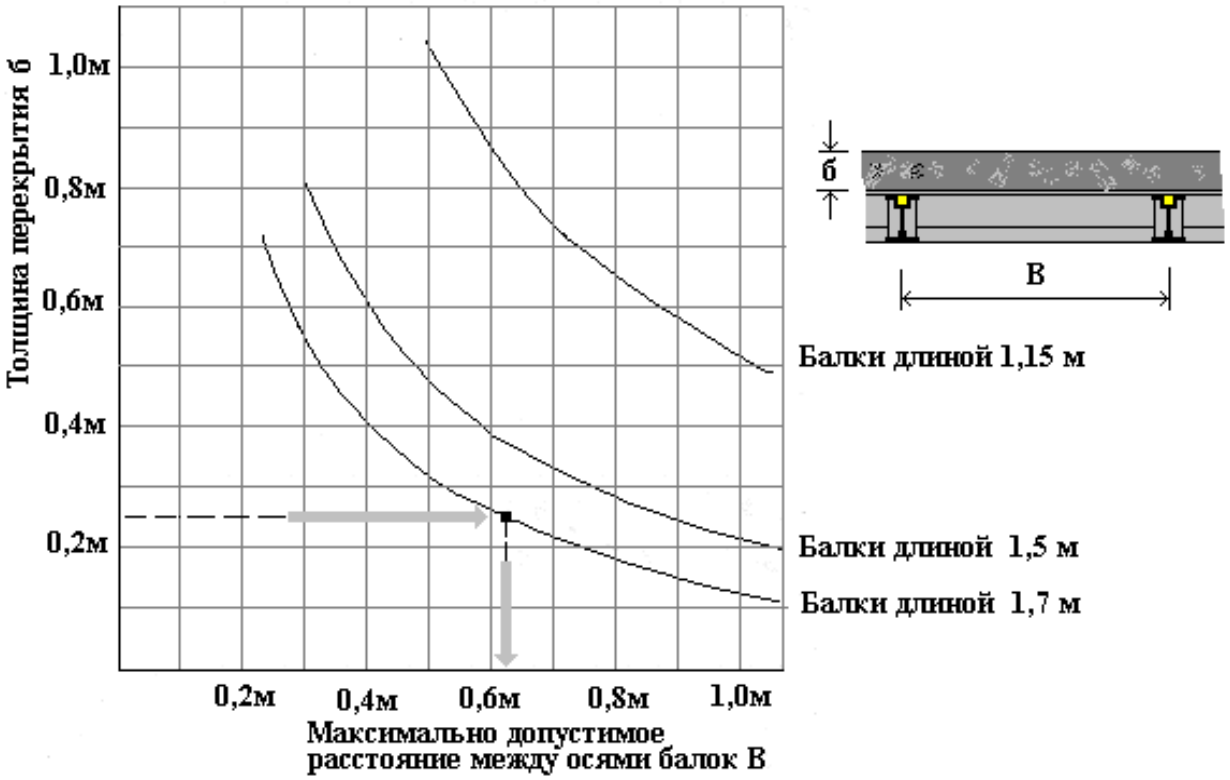


Рис. 128. Диаграммы определения максимального шага второстепенных балок системы TITAN HV при проектировании раскладки балок в зависимости от длины балок и толщины монолитного перекрытия

В ходе проектирования опалубки перекрытий должно быть предусмотрено обустройство **краевых зон** опалубки для обеспечения безопасной работы рабочих при укладке бетона. Примеры такого обустройства и используемые приспособления представлены на рис. 129, 130, 131. Следует обратить внимание на возможность формирования пространственных опор-туров из стоек и навесных рам (рис. 129) и наличие инвентарных ограждений (рис. 129 в).

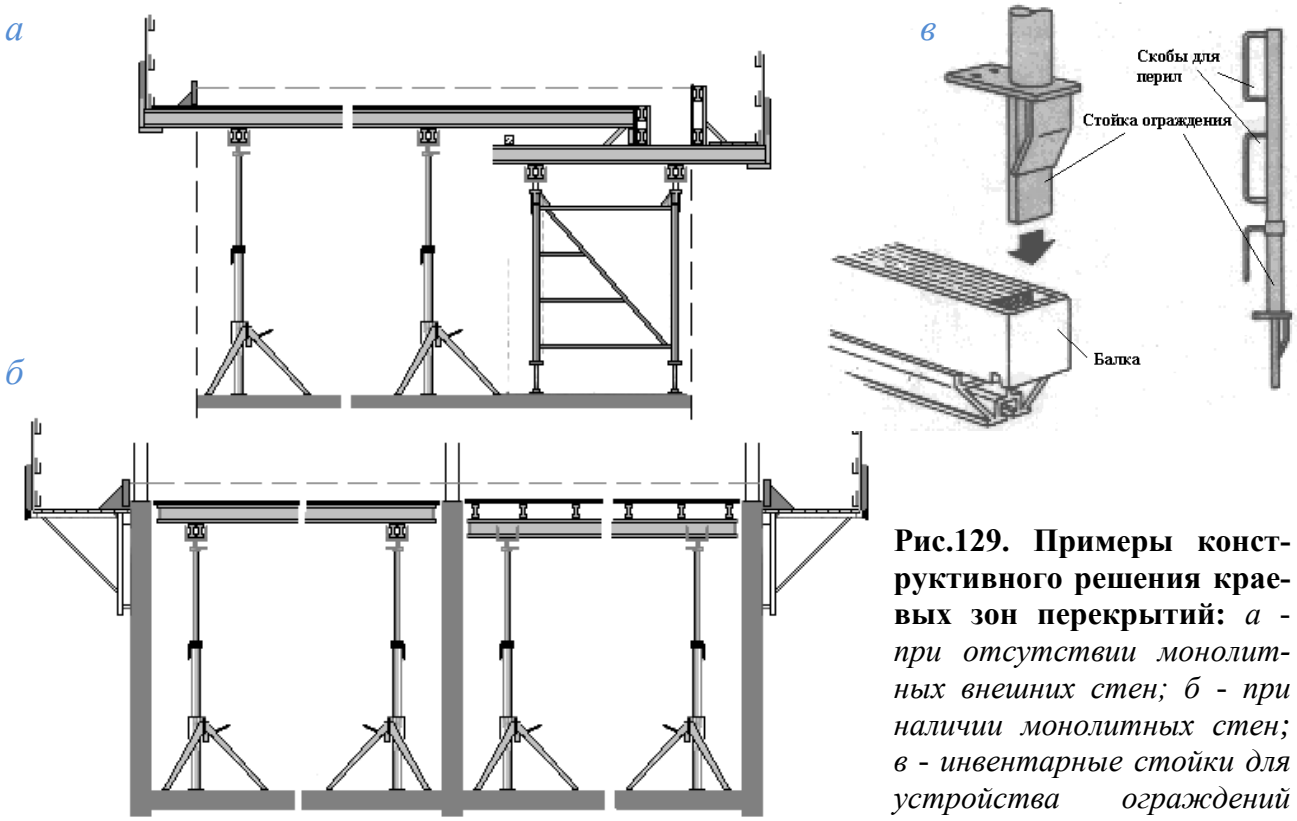


Рис.129. Примеры конструктивного решения краевых зон перекрытий: *а - при отсутствии монолитных внешних стен; б - при наличии монолитных стен; в - инвентарные стойки для устройства ограждений краевых зон опалубки* (TITAN HV)

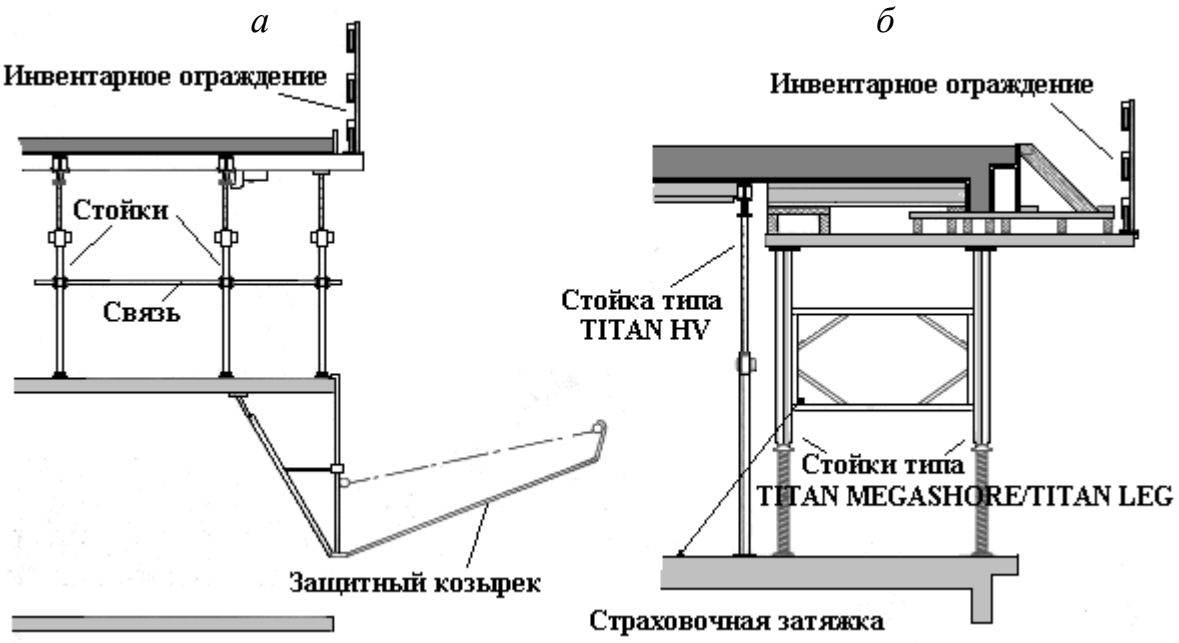


Рис. 130. Приемы обустройства краевых зон опалубки TITAN HV: *а - при гладких перекрытиях; б - при перекрытиях с выступающими ребрами*

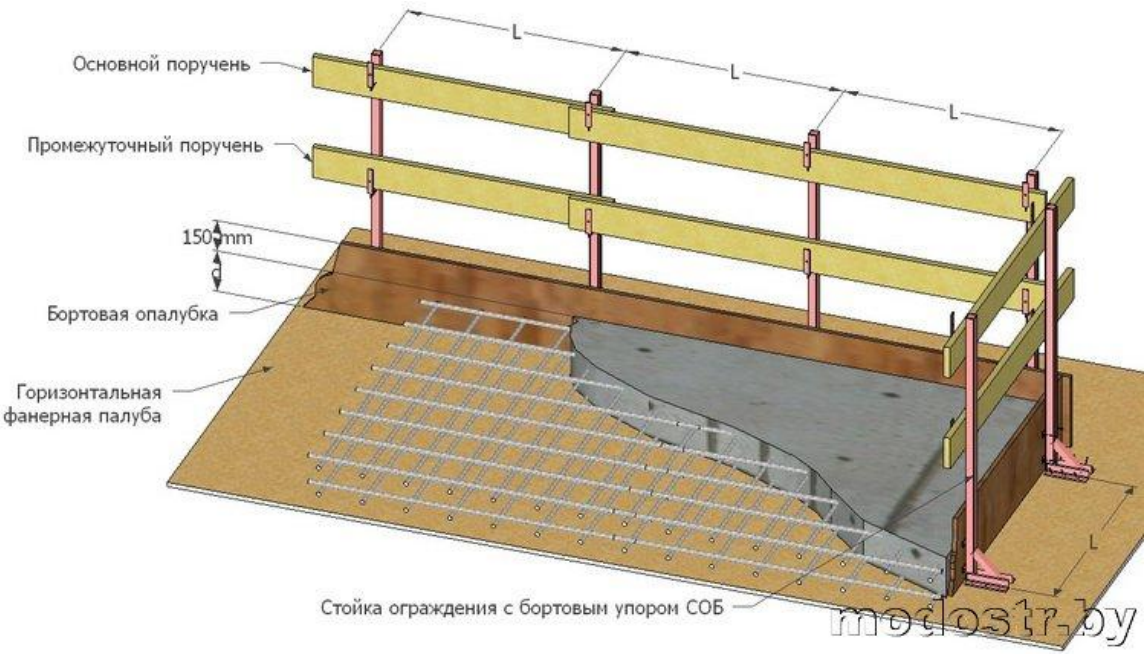
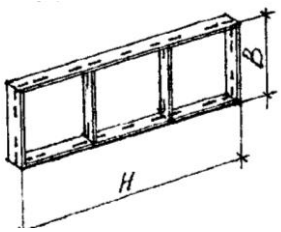
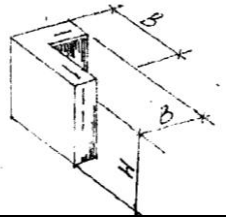


Рис. 131. Вид бортовой опалубки с защитными ограждениями

Технические и конструктивные характеристики некоторых типов опалубок представлены ниже в таблицах 33 – 55.

Таблица 33

Каталог конструктивных элементов разборно-переставной опалубки «МОНОЛИТ»

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		Н	В или сечение		
1	2	3	4	5	6
Основные элементы					
1.Щит основной стальной 	ЩС-1,8-0,6 ЩС-1,8-0,5 ЩС-1,8-0,4 ЩС-1,8-0,3 ЩС-1,2-0,6 ЩС-1,2-0,5 ЩС-1,2-0,4 ЩС-1,2-0,3	1800 1800 1800 1800 1200 1200 1200 1200	600 500 400 300 600 500 400 300	40, 35 27 23 28,8 26,8 21,2 15,7	Образование вертикальных поверхностей фундаментов под каркас здания и технологическое оборудование, стен, перекрытий, туннелей, бункеров
2.Щит угловой стальной 	ЩСУ-0,6-0,3 ЩСУ-1,8-0,3	600 800	300 300	16,2 48	Образование внутренних углов конструкций

Продолжение таб. 33

1	2	3	4	5	6
3.Схватка	С-3,6 С-3,0 С-2,4 С-1,8	3600 3000 2400 1800	Два швеллера №8	50,4 42,2 33,6 25,2	Использование в качестве поддерживающих и несущих элементов в опалубке фундаментов под каркас здания и тех. оборудование, в опалубке стен, тунелей; использование в качестве прогонов в опалубке горизонтальных и наклонных перекрытий, балок, бункеров и т.п.
4.Несущая балка	НБ-2,6 НБ-3,6 НБ-4,6 НБ-5,6 НБ-6,6 НБ-7,6	2600 3600 4600 5600 6600 7600	Четыре швеллера №8	176,6 196,7 216,7, 236,7 276,9, 317	Устройство каркаса опалубки ступенчатой части фундаментов
5.Пружинная скоба	-	-	-	0,2	Соединение щитов опалубки
6.Пружинная клямера	ПК-69-00	-	-	0,2	То же
7.Крюк с клиновым запором	КН-000	-	-	1	Соединение щитов со схватками и балками
8.Клиновый зажим	КЗ-101	-	-	0,65	Закрепление тяжей
9.Монтажный уголок	МУ-0,5 МУ-2	500 2000	Уголок 50×50×4	2, 75 11,0	Сборка вертикальной опалубки, наружной опалубки стен, фундаментов под каркас здания и тех. оборудование
10.Замок универсальный	ЗУ-1-69	-	-	2,6	Соединение телескопических стоек

Окончание таб. 33

1	2	3	4	5	6
Дополнительные элементы					
1.Раздвижная балочная струбцина	РБС	1300	85	9,23	Использование в качестве поддерживающего и закрепляющего элемента короба балок
2.Подвесной хомут	ПХ-2	1065	1150	24	То же
3.Раздвижной ригель	РР-2 РР-4 РР-6	1250-2000 до 4000 до 6000		26 110 121	Использование в качестве поддерживающего элемента опалубки перекрытий
4.Стойка телескопическая	СТЛ-68	Высота 2000-3500 Высота 2000-5000		55,6 55,6	Использование в качестве поддерживающего элемента опалубки горизонтальных и наклонных плоскостей
5.Стойка решетчатая	СР-2 СР-1,5	2200 1500	200×200	42 13,25	Использование в качестве поддерживающего элемента опалубки горизонтальных и наклонных плоскостей на большой высоте
6.Хомут	ХМ-1	800	50×4	11	Крепление опалубки колонн
7.Хомут	Х-1-68	223	Полоса 30×8	1,24	Соединение стоек и связей
8.Диафрагма	ДЗА-1-67	600	равнобокий уголок 50×50×3	5,9	Соединение стоек

Таблица 34

Каталог основных конструктивных элементов инвентарной разборно-переставной опалубки конструкции Приднестровского Промстройпроекта

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		Н	В или сечение		
1.Щит основной	М-3 М-2,4 М-1,8 М-1,2	3000 2400 1800 1200	600 600 600 600	52 43 32 23	Образование вертикальных поверхностей стен, фундаментов под технологическое оборудование
2.Натяжной крюк	НК-1	110	52	1,2	Соединение щитов со схватками
3.Схватка	С-6 С-3 С-2,4 С-1,8 С-1,2	6000 3000 2400 1800 1200	Два швеллера №12	60 30 24 18 12	Использование в качестве поддерживающих и несущих элементов в опалубке фундаментов под технологическое оборудование
4.Зажим винтовой	ЗВ	145	48	1,3	Крепление угловых вставок к блокам опалубки
5.Стойка	МС-2,3 МС-3	2300 3000	150 150	37,5 42,0	Использование в качестве поддерживающего элемента при установке опалубки перекрытия

Таблица 35

Каталог основных конструктивных элементов инвентарной разборно-переставной опалубки конструкции МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЯ

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		Н	В или сечение		
1.Щит основной	Щ-1 Щ-2 Щ-4	1250 1500 500	500 250 250	29,1 22,1 8,3	Образование вертикальных поверхностей стен, ступенчатых фундаментов
2.Щит угловой	Щ-1	500	500 B_1=250	15,6	Образование углов конструкций
3.Стойка направляющая	СН-1	1600	Два швеллера №8	22,0	Усиление щитов при больших нагрузках
4.Стойка угловая	СУ-1 СУ-2	1000 3000	Уголок 63×63×5	5,1 15,8	Соединение щитов в углах
5.Опорная консоль	ОК-1	875	450	14,6	Использование в качестве поддерживающего элемента ступенчатых фундаментов
6. Пружинная скоба	ПС-1	48	40	0,3	Соединение щитов опалубки

Таблица 36

Каталог основных конструктивных элементов мелкощитовой опалубки системы МОССПЕЦПРОМПРОЕКТА

Элемент	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Назначение
		Н	В		
1.Щит основной	ОЩ-1 ОЩ-2 ОЩ-3 ОЩ-4 ОЩ-5 ОЩ-6 ОЩ-7 ОЩ-8 ОЩ-9 ОЩ-10 ОЩ-11 ОЩ-12	600 900 1200 1500 1800 2400 600 900 1200 1500 1800 2400	300 300 300 300 300 300 600 600 600 600 600 600	11,4 14,8 20,0 25,8 30,1 39,1 17,5 22,0 28,1 36,9 43,2 55,5	Образование поверхностей стен в помещениях
2.Щит раздвижной внутреннего угла	ЩРВ-1 ЩРВ-2 ЩРВ-3 ЩРВ-4 ЩРВ-5 ЩРВ-6 ЩРВ-7	300 600 900 1200 1500 1800 2400	500-800	8 11,8 21,0 28,0 36,5 45,0 62,0	Образование внутренних углов стен
3.Щит раздвижной наружного угла	ЩРН-1 ЩРН-2 ЩРН-3 ЩРН-4 ЩРН-5 ЩРН-6 ЩРН-7	300 600 900 1200 1500 1800 2400	600-900 600-900 900-1200 900-1200 900-1200 900-1200 900-1200	9,0 12,0 21,0 29,0 48,0 50,0 64,0	Образование наружных углов стен
4.Кронштейн	К-1 К-2 К-3 К-4 К-5 К-6	300 40 500 600 700 800	82	5,0 6,5 8,5 10,0 11,5 13,0	Использование в качестве индивидуальных доборов

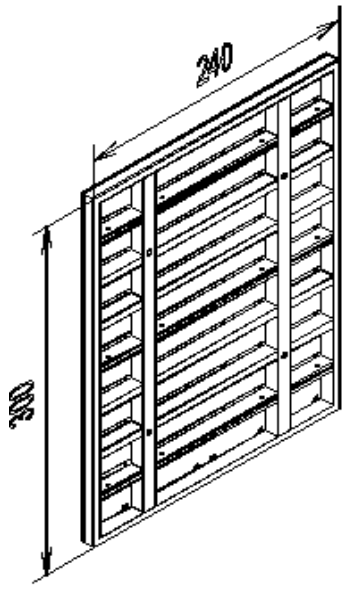
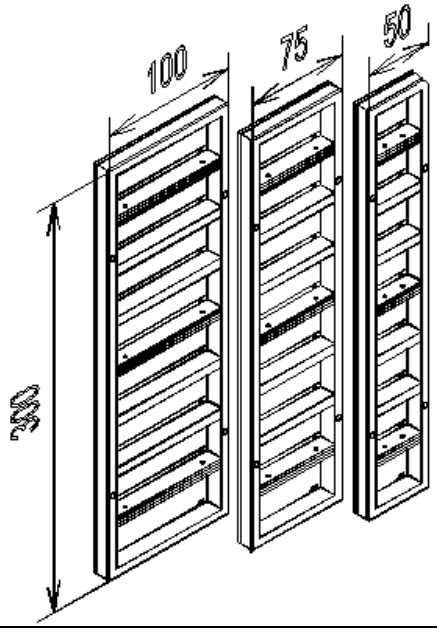
Таблица 37

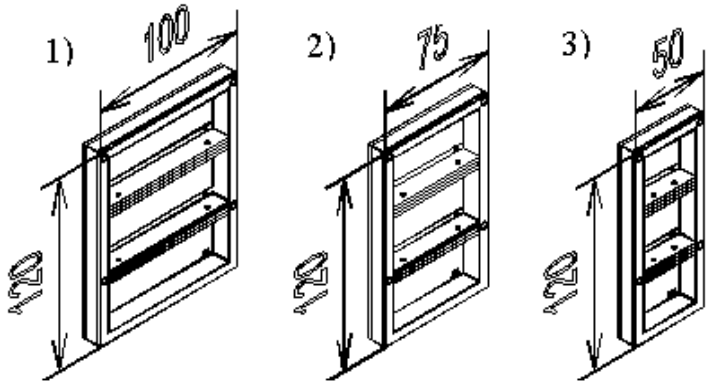
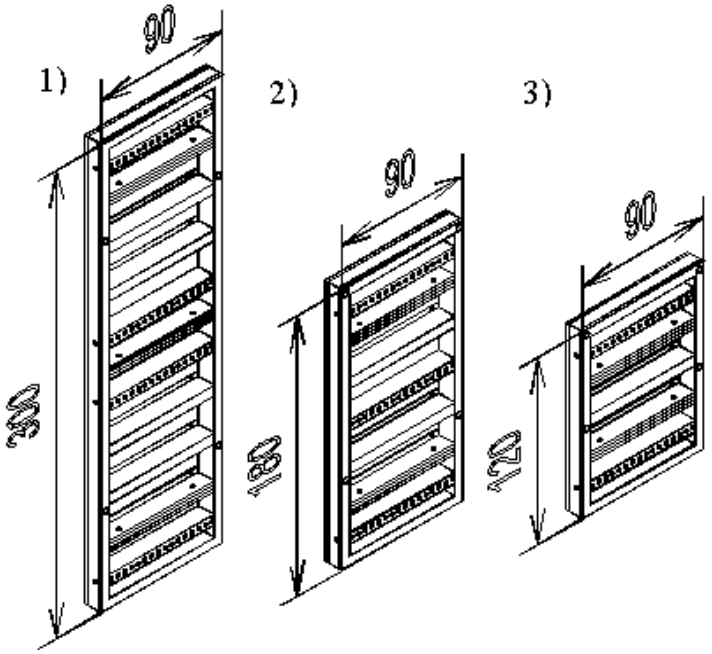
Каталог конструктивных элементов комбинированной опалубки конструкции Треста ТАГИЛСТРОЙ

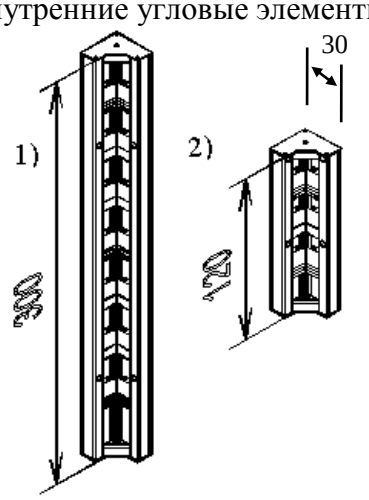
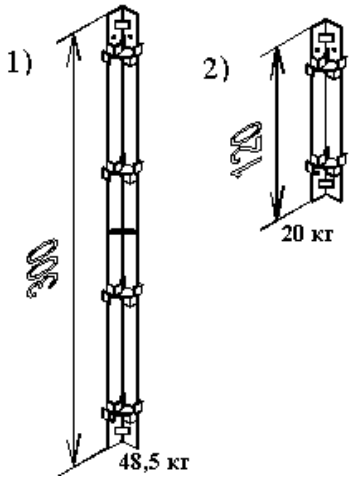
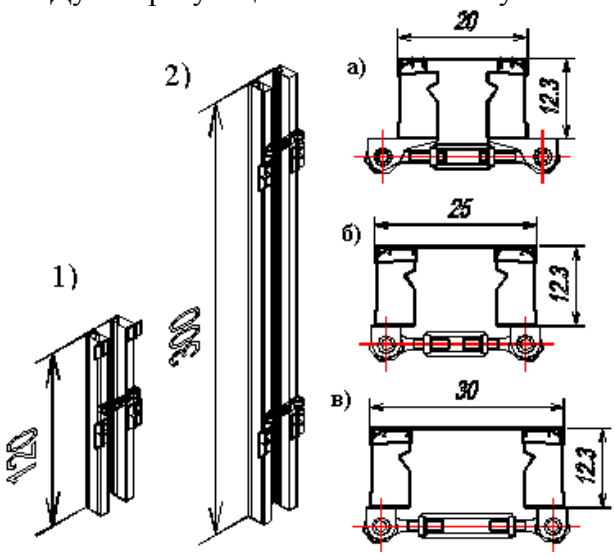
Элемент	Марка	Материал	Размеры, мм		Масса, кг
			Н	В или сечение	
1. Щит основной	Щ-1 Щ-2 Щ-3 Щ-4 Щ-5 Щ-6 Щ-7 Щ-8 Щ-9	Сталь; дерево	500 500 500 500 500 500 1000 1000 1000	500 1000 1500 2000 2500 3000 1000 2000 3000	11,8 21,6 31,5 41,9 49,5 61,0 50,0 98,2 148
2. Стойка	С-1 С-2	Сталь	1000 2000	Два уголка 80×50×4	15,6

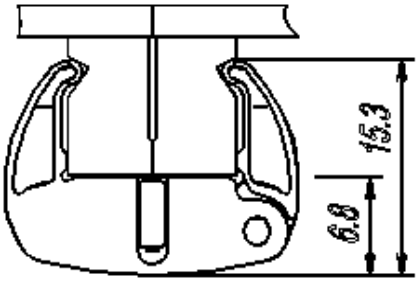
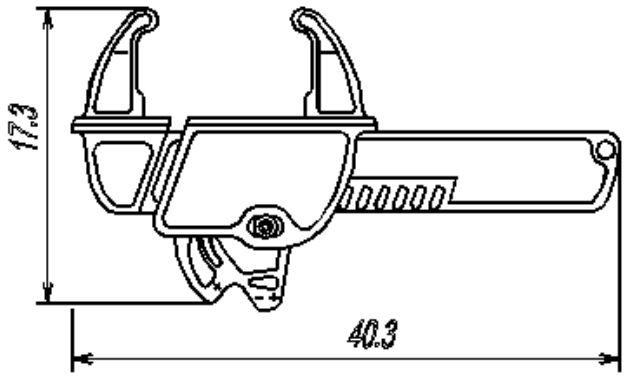
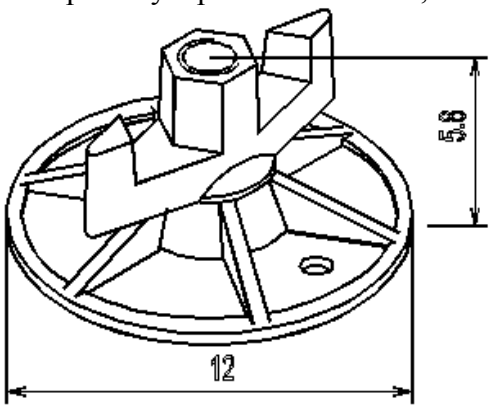
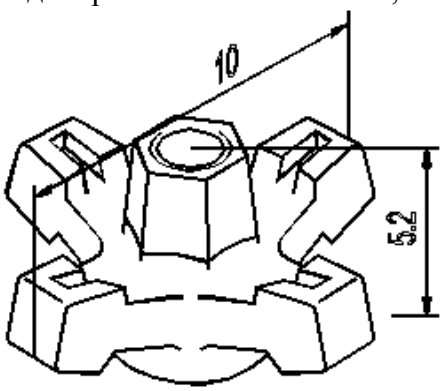
Таблица 38

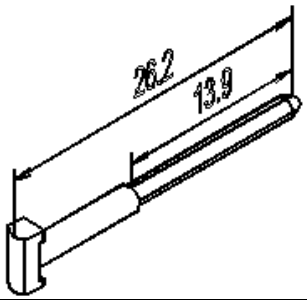
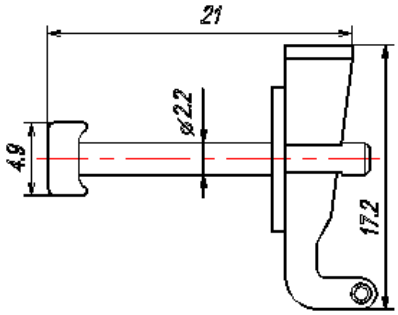
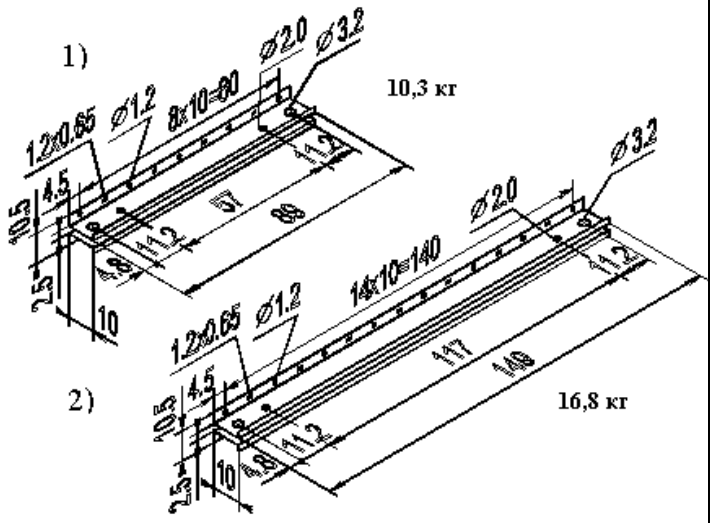
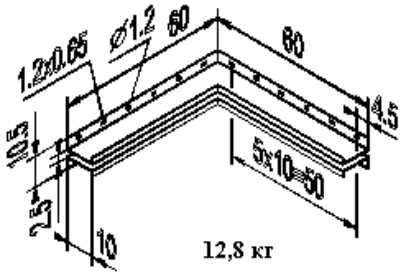
Каталог основных конструктивных элементов мелкощитовой опалубки FRAMECO

No пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
1	Основной рамный опалубочный элемент площадью 6,48 м^2 и массой 330 кг  	Используется при формировании поверхности стен отдельными щитами и укрупненными фрагментами. Комбинируется с другими щитами опалубки FRAMECO, содержит 3 профильных балки, 4 анкерных отверстия.
2	Доборные щиты и их параметры **Ширина, см** **Площадь, м^2** **Масса, кг** 100 1,22 123 75 0,81 100 50 2,43 76  	Используются при формировании поверхности стен отдельными щитами и укрупненными фрагментами.

No пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
3	Доборные щиты и их и их параметры **Ширина, см** — **Площадь, м^2** — **Масса, кг** 100 — 1,22 — 55 75 — 0,81 — 44 50 — 2,43 — 33 	Используются при формировании поверхности стен отдельными щитами и укрупненными фрагментами.
4	Универсальные рамные опалубочные элементы и их параметры ***Тип*** — ***Площадь, м^2*** — ***Масса, кг*** 1 — 1,22 — 103 2 — 0,81 — 90 3 — 2,43 — 49 	Используются при формировании угловых стыков опалубки для обеспечения совпадения анкерных отверстий с противостоящими щитами и для формирования опалубки колонн с различными размерами поперечного сечения (см. рис.123). Отверстия для анкеров несимметричны относительно боковых кромок, что позволяет получать изменение толщины стен и колонн с шагом 50 и 60мм.

No пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
5	Внутренние угловые элементы:  масса 89 кг масса 44 кг	Используются для формирования внутренних прямоугольных стыков опалубки стен в комбинации со щитами соответствующей длины (высоты). Соединения со щитами выполняются с помощью стандартных клиновых замков
6	Наружные угловые элементы:  масса 49 кг масса 20 кг	Используются для формирования внутренних прямоугольных стыков опалубки стен в комбинации со щитами соответствующей длины (высоты). Соединения со щитами выполняются с помощью стандартных клиновых замков
7	Дугообразующие элементы опалубки  	Используются для формирования криволинейных в плане поверхностей стен с различными радиусами закруглений. Представляют собой рамные элементы с листовой металлической палубой и винтовыми регуляторами, формирующими упругий выгиб листов. Соединение элементов между собой и с щитами опалубки осуществляется с помощью стандартных клиновых замков Массы элементов, кг: а) 27 / 65 б) 29 / 69 в) 31 / 73

No пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
8	Зажимное приспособление массой 2,8 кг 	Клиновой замок опалубки фирмы DOKA, используемый в ее опалубочных системах. Служит для быстрого и надежного соединения щитов и угловых элементов между собой. Устанавливается через каждые 50-60см по длине стыка.
9	Универсальное зажимное приспособление массой 5,2 кг 	Универсальный клиновой замок фирмы DOKA для стягивания кромок щитов через прокладки
10	Опорная суперплита массой 0,9 кг 	Используется для выполнения разнообразных болтовых соединений без использования гаечных ключей (анкерные соединения, стыки углов и т.п.). Затяжка и ослабление болтов осуществляется ударами молотка по плечикам суперплиты.
11	Звездообразная гайка массой 0,47 кг 	Используется для выполнения разнообразных болтовых соединений без использования гаечных ключей (стыки углов, крепление накладных балок и т.п.). Затяжка и ослабление болтов осуществляется ударами молотка по плечикам гайки

No пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
12	Универсальный соединительный болт массой 0,6 кг 	Используется в сочетании с суперплитой и барашком для выполнении угловых соединений с использованием универсальных щитов и как крепежный болт профильного ребра щита опалубки (рис. 123)
13	Универсальная клиновая зажимная клемма массой 1.6 кг (Размеры в сантиметрах) 	Используется для быстрой установки зажимных шин на щиты опалубки
14	Зажимные шины 	Служат для дополнительного усиления опалубки в плоскости палубы при укрупнении опалубки, используются для крепления щитов-компенсаторов, для усиления опалубки в местах заполнения зазоров нестандартными элементами
15	Угловая зажимная шина 	Используются для усиления соединений панелей в угловых стыках.

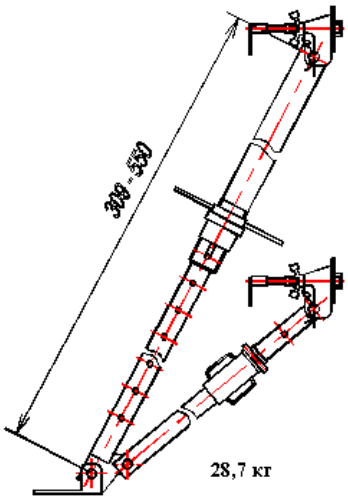
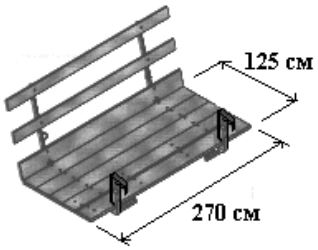
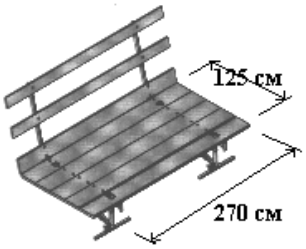
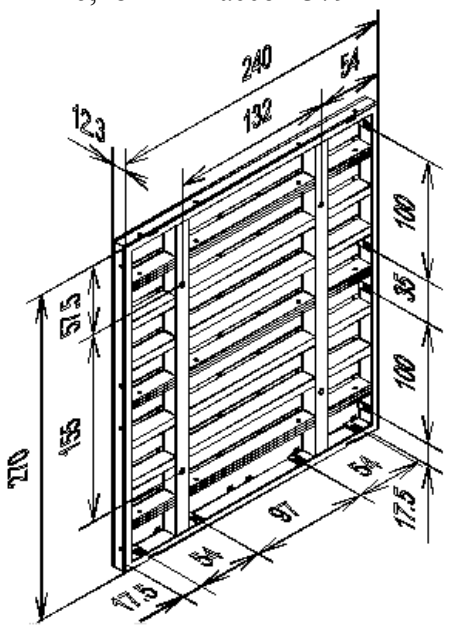
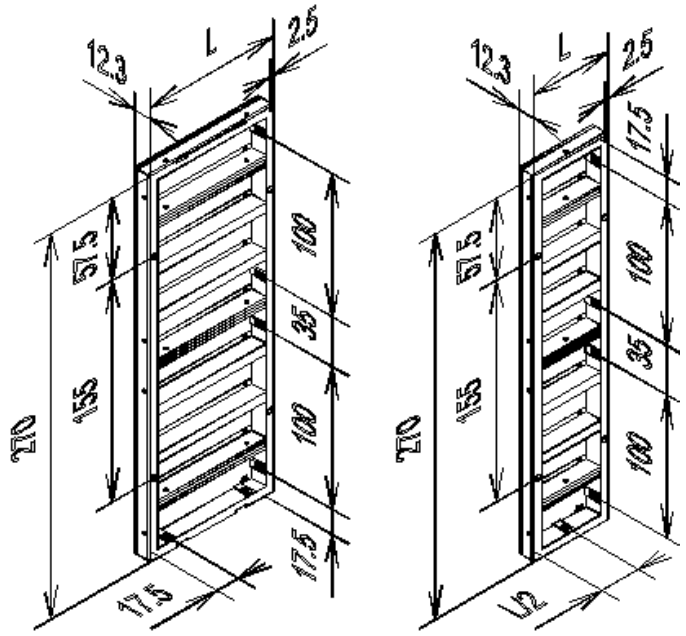
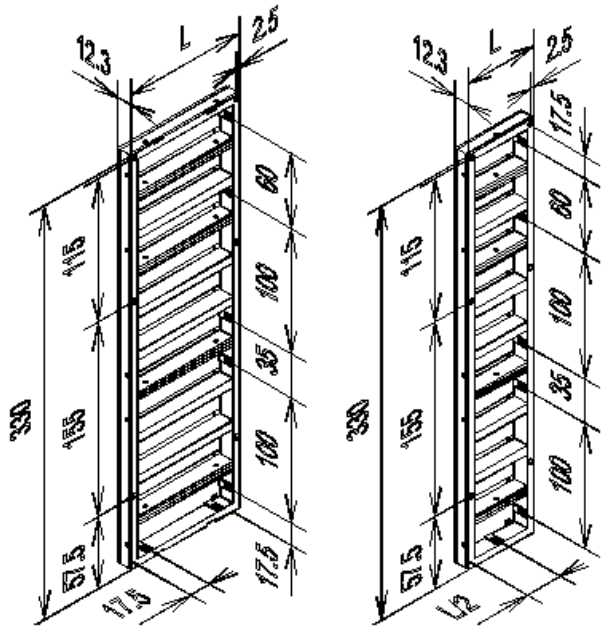
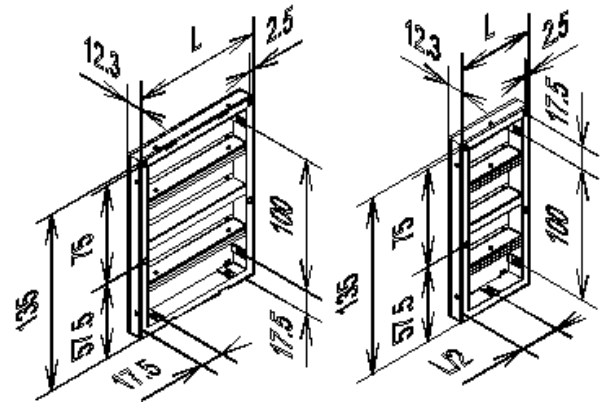
No пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
16	Подпорный раскос 340 	Используется для обеспечения устойчивости и вертикальности щитов во время сборки опалубки, а также для придания жесткости и неизменяемости собранной опалубки под воздействием технологических нагрузок
17	Консоль Frameco 90	Служит для устройства подмостей по обрезу внешних стен, по верху опалубки. Максимальная допустимая нагрузка 200 кг/м^2. Длина плеча консоли - 0,9м. Масса отдельной консоли 13 кг.
18	Подмости Framax O 	Инвентарное средство подмащивания при бетонировании стен. Быстро устанавливаются в пределах рабочей зоны укладки бетона, затем переставляются по мере перехода рабочих по рабочим зонам. Максимальная допустимая нагрузка на подмости 150 кг/м^2. Масса 119 кг
19	Подмости Framax U 	Инвентарное средство подмащивания при бетонировании стен. Быстро устанавливаются в пределах рабочей зоны укладки, затем переставляются по мере перехода рабочих по рабочим зонам. Максимальная допустимая нагрузка на подмости 150 кг/м^2. Масса 124 кг

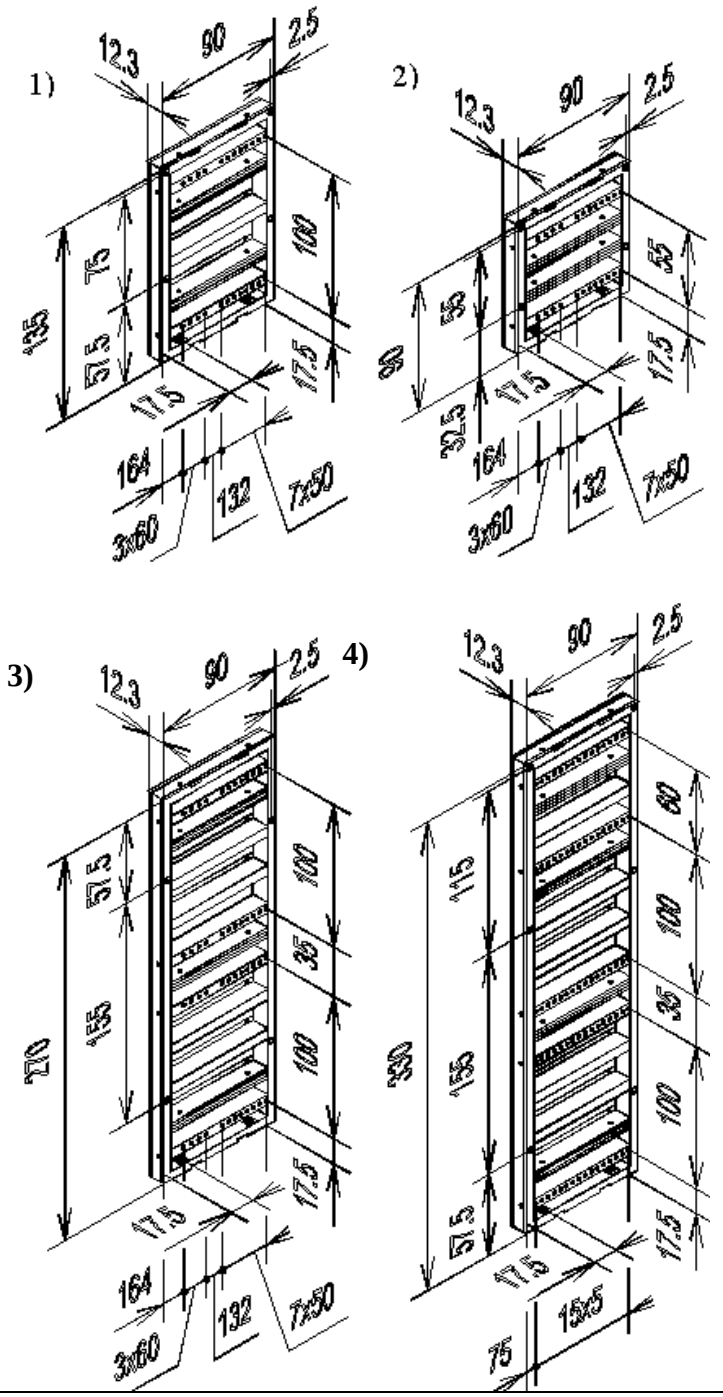
Таблица 38

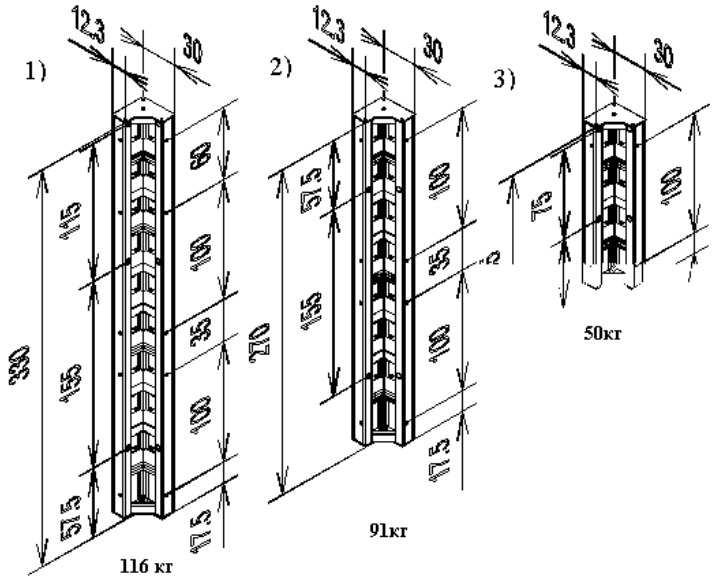
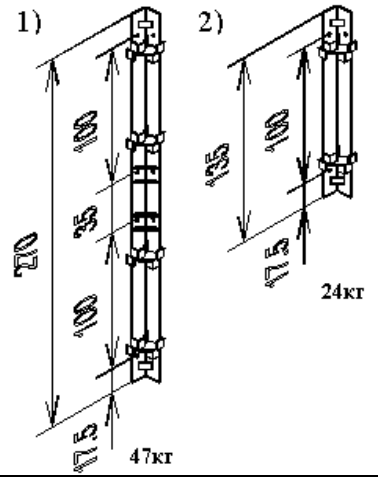
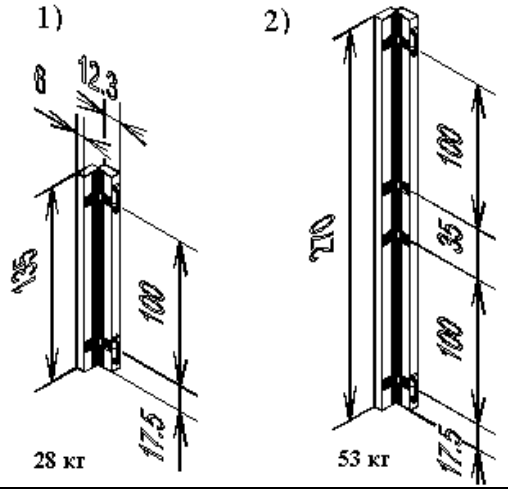
Таблица 39

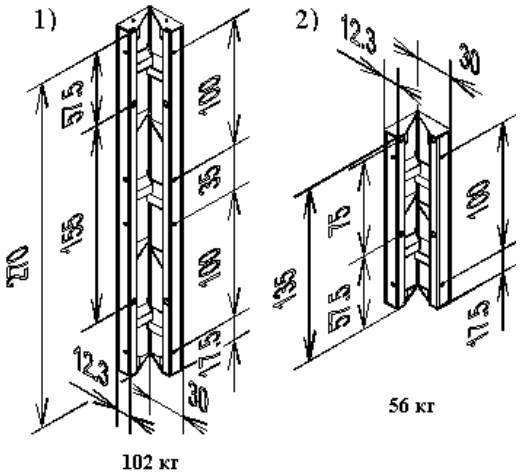
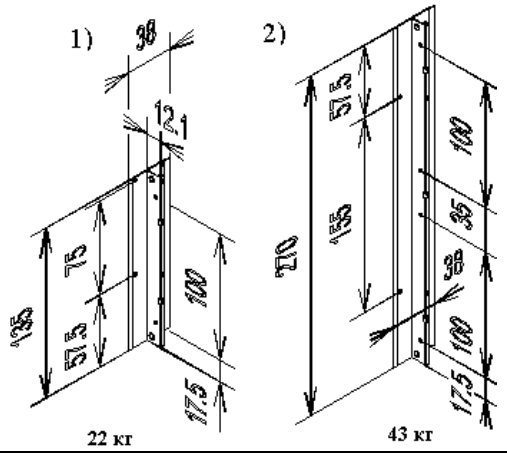
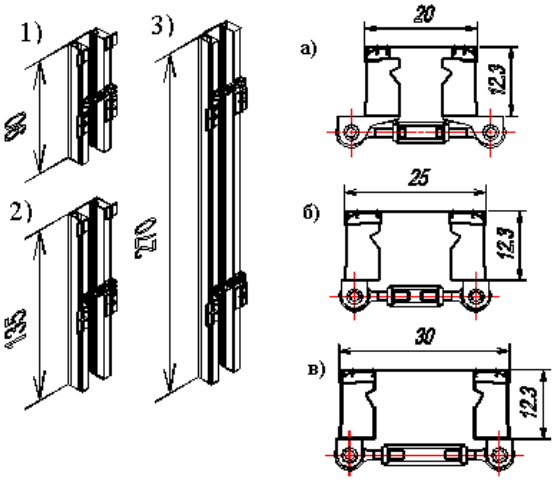
Каталог основных конструктивных элементов опалубки FRAMAX

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
1	Основной рамный опалубочный элемент площадью 6,48 м^2 и массой 379 кг 	Используется при формировании поверхности стен отдельными щитами и укрупненными фрагментами. Комбинируется с другими щитами опалубки FRAMAX, содержит 3 профильных балки, 4 анкерных отверстия.
2	Доборные рамные опалубочные элементы их параметры ***L, см*** — ***Площадь, м^2*** — ***Масса, кг*** 135 — 3,64 — 201 90 — 2,43 — 117 60 — 1,62 — 89 45 — 1,22 — 74 30 — 0,81 — 60 	Используются при формировании поверхности стен отдельными щитами и укрупненными фрагментами.

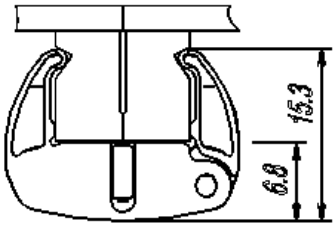
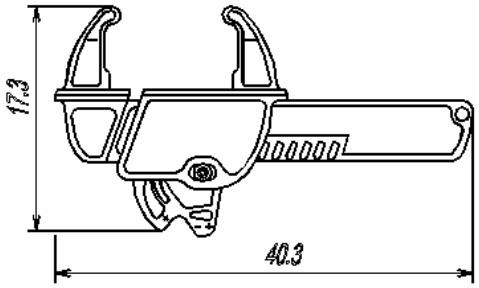
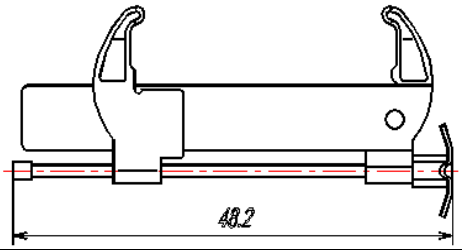
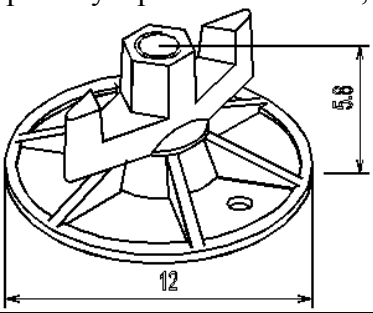
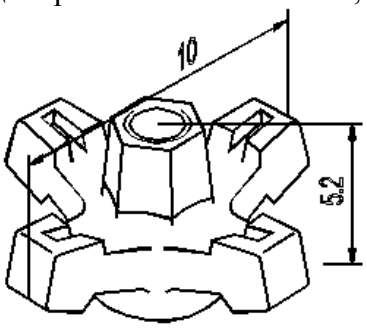
N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
3	Доборные рамные опалубочные элементы и их параметры ***L, см*** — ***Площадь, м²*** — ***Масса, кг*** 135 — 4,45 — 251 90 — 2,97 — 156 60 — 1,98 — 113 45 — 1,48 — 96 30 — 0,99 — 77  	Используются при формировании поверхности стен отдельными щитами и укрупненными фрагментами.
4	Доборные рамные опалубочные элементы и их параметры ***L, см*** — ***Площадь, м²*** — ***Масса, кг*** 135 — 1,82 — 101 90 — 1,22 — 65 60 — 0,81 — 47 45 — 0,61 — 39 30 — 0,41 — 31  	Используются при формировании поверхности стен отдельными щитами и укрупненными фрагментами.

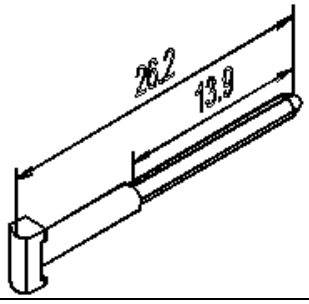
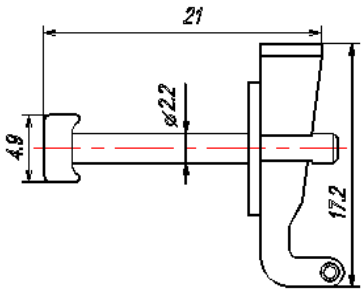
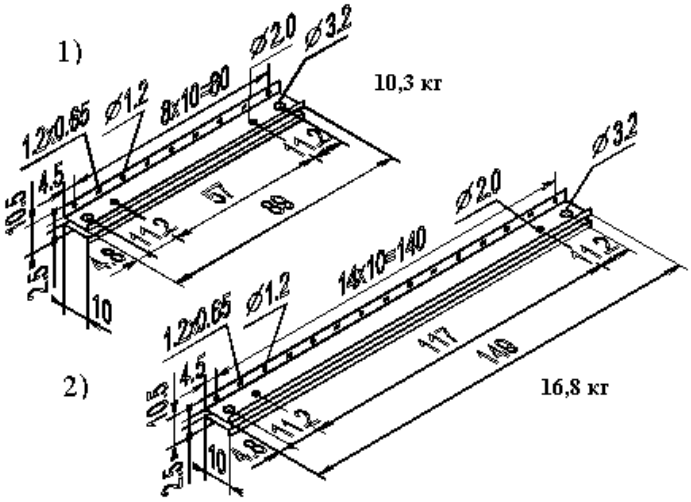
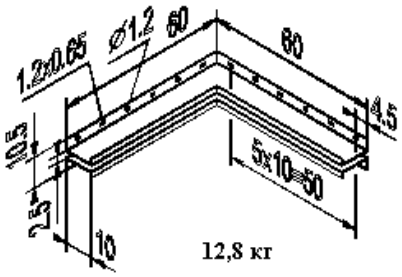
N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
5	Универсальные рамные опалубочные элементы и их параметры ***Тип*** ***Площадь, м²*** ***Масса, кг*** 1 1,22 76 2 0,81 61 3 2,43 141 4 2,97 179  	Используются при формировании угловых стыков опалубки для обеспечения совпадения анкерных отверстий с противостоящими щитами и для формирования опалубки колонн с различными размерами поперечного сечения (рис. 123). Отверстия для анкеров несимметричны относительно боковых кромок, что позволяет получать изменение толщины стен и колонн с шагом 50 и 60мм.

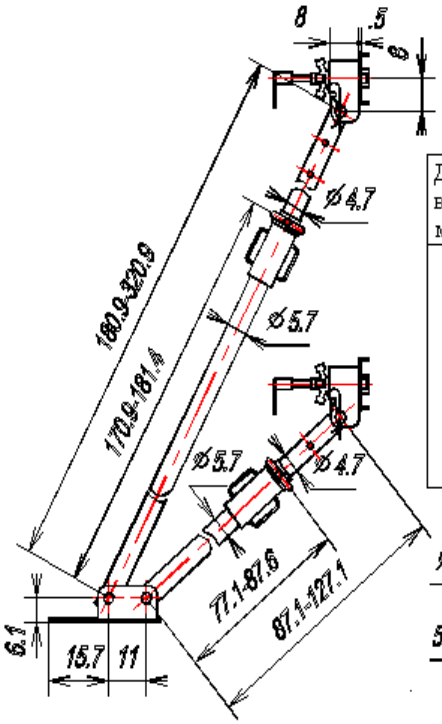
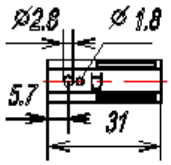
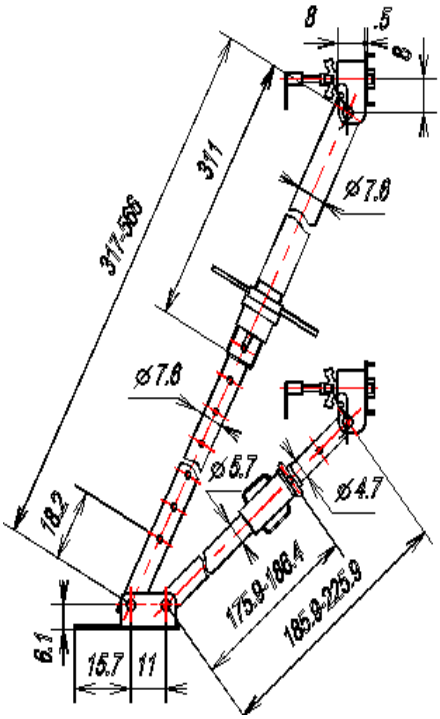
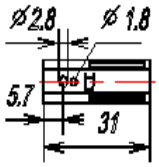
N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
6	Внутренние угловые элементы: 	Используются для формирования внутренних прямоугольных стыков опалубки стен в комбинации со щитами соответствующей длины (высоты). Соединения со щитами выполняются с помощью стандартных клиновых замков
7	Наружные угловые элементы: 	Используются для формирования внутренних прямоугольных стыков опалубки стен в комбинации со щитами соответствующей длины (высоты). Соединения со щитами выполняются с помощью стандартных клиновых замков
8	Шарнирные угловые элементы для внешних углов: 	Используются для соединения щитов опалубки при формировании наружных внешних непрямоугольных углов стен. Соединение щитов осуществляется с помощью стандартных клиновых замков, как и в случае с прямыми углами

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
9	Шарнирные угловые элементы для внутренних углов: 	Используются для формирования внутренних непрямоугольных стыков щитов опалубки с пределами раскрытия 70-180°. Соединение с щитами опалубки аналогично решениям, используемым при формировании прямых углов
10	Компенсационные листы: 	Используются для заполнения возможных зазоров шириной до 300мм между щитами опалубки . Формируют углубления в поверхности стены шириной 380мм на металлического толщину листа. При установке требуют применения накладных балок и анкерных болтов.
11	Дугообразующие элементы опалубки: 	Используются для формирования криволинейных в плане поверхностей стен с различными радиусами закруглений. Представляют собой рамные элементы с листовой металлической палубой и винтовыми регуляторами, формирующими упругий выгиб листов. Соединение элементов между собой и с щитами опалубки осуществляется с помощью стандартных клиновых замков

Тип элемента	Вес в зависимости от ширины, кг		
	а)	б)	в)
1	19	20	22
2	27	29	31
3	51	54	59

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
12	Зажимное приспособление массой 2,8 кг 	Клиновой замок опалубки фирмы DOKA, используемый в ее опалубочных системах. Служит для быстрого и надежного соединения щитов и угловых элементов между собой. Устанавливается через каждые 50-60см по длине стыка.
13	Универсальное зажимное приспособление массой 5,2 кг 	Универсальный клиновой замок фирмы DOKA для стягивания кромок щитов через прокладки.
14	Подгоняемое зажимное приспособление массой 5,3 кг 	Зажимное приспособление для стандартного рамного профиля с гибким регулированием длины соединения
15	Опорная суперплита массой 0,9 кг 	Используется для выполнения разнообразных болтовых соединений без использования гаечных ключей (анкерные соединения, стыки углов и т.п.). Затяжка и ослабление болтов осуществляется ударами молотка по плечикам суперплиты.
16	Звездообразная гайка массой 0,47 кг 	Используется для выполнения разнообразных болтовых соединений без использования гаечных ключей (стыки углов, крепление накладных балок и т.п.). Затяжка и ослабление болтов осуществляется ударами молотка по плечикам гайки

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
17	Универсальный соединительный болт массой 0,6 кг 	Используется в сочетании с суперплитой и барашком для выполнении угловых соединений с использованием универсальных щитов и как крепежный болт профильного ребра щита опалубки (рис. 123)
18	Универсальная клиновая зажимная клемма массой 1.6 кг 	Используется для быстрой установки зажимных шин на щиты опалубки
19	Зажимные шины 	Служат для дополнительного усиления опалубки в плоскости палубы при укрупнении опалубки, используются для крепления щитов-компенсаторов, для усиления опалубки в местах заполнения зазоров нестандартными элементами
20	Угловая зажимная шина 	Используются для формирования усиленных стыков элементов опалубки в угловых стыках.

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
21	Рихтующая стойка RN  Длина выдвижения, м / Допустимые усилия растяжения, кН 1,8 / 27 2 / 25 2,2 / 22 2,4 / 19 2,6 / 16 2,8 / 14 3 / 11 3,2 / 8  масса 32 кг	Используется для обеспечения устойчивости и вертикальности щитов во время сборки опалубки, а также для придания жесткости и неизменяемости собранной опалубки под воздействием технологических нагрузок.
22	Рихтующая стойка RG  Длина выдвижения, м / Допустимые усилия растяжения, кН 3,3 / 30 3,4 / 29 3,6 / 27 3,8 / 25 4 / 23 4,2 / 21 4,4 / 19 4,6 / 17 4,8 / 15 5 / 13 5,2 / 11 5,4 / 9 5,6 / 7 Пята стойки, вид сверху  масса 57 кг	Используется для обеспечения устойчивости и вертикальности щитов во время сборки опалубки, а также для придания жесткости и неизменяемости собранной опалубки под воздействием технологических нагрузок.

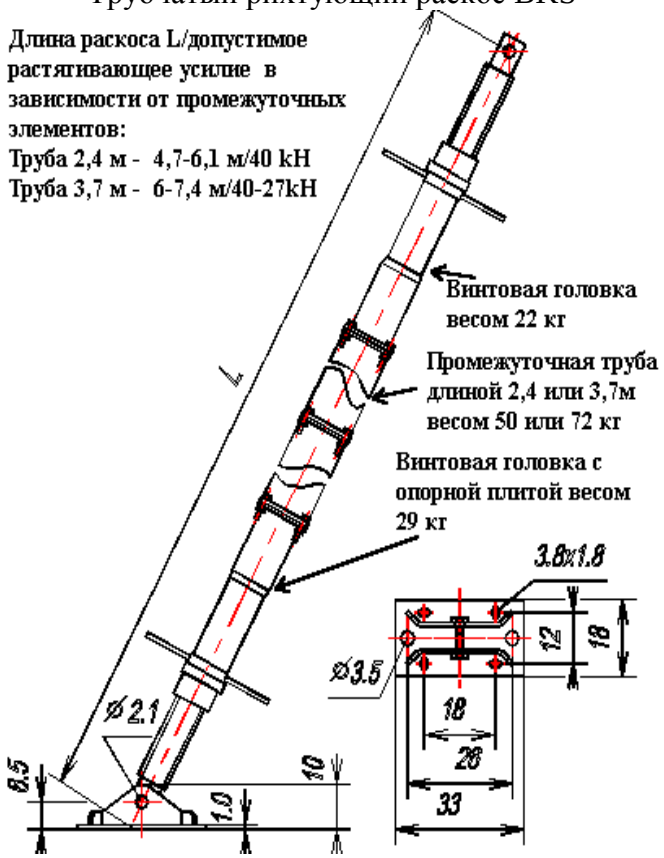
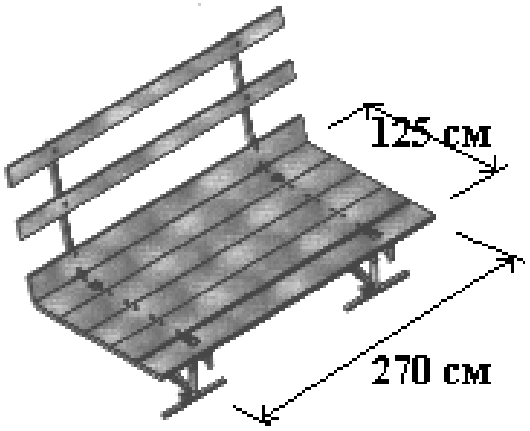
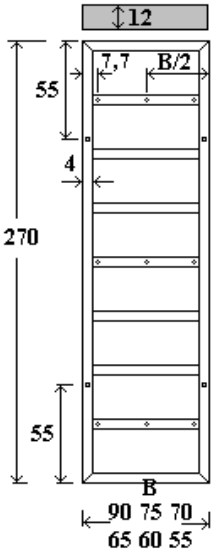
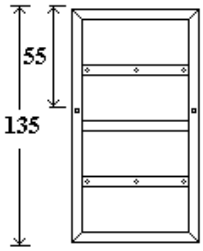
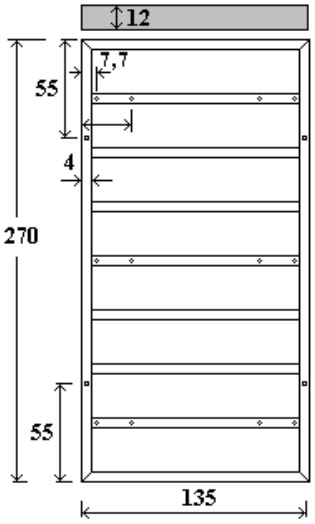
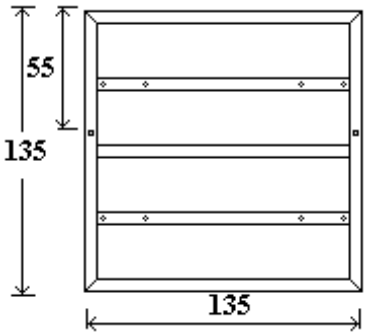
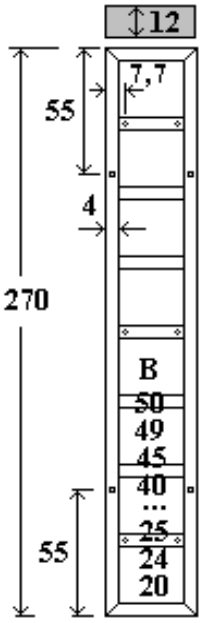
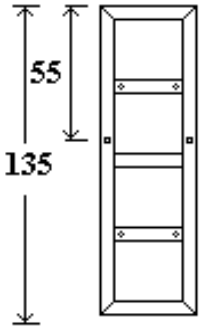
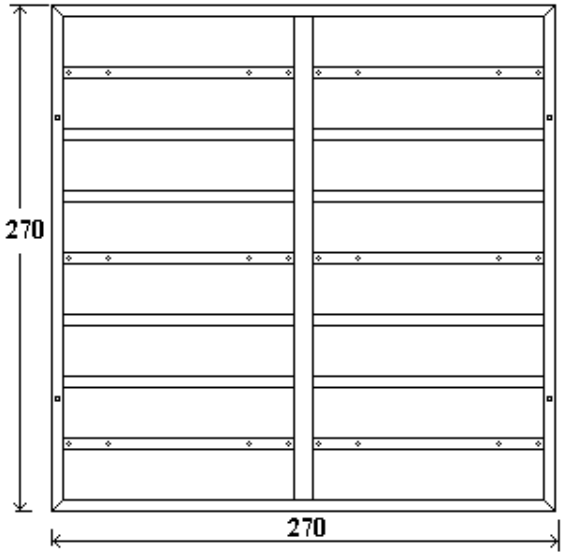
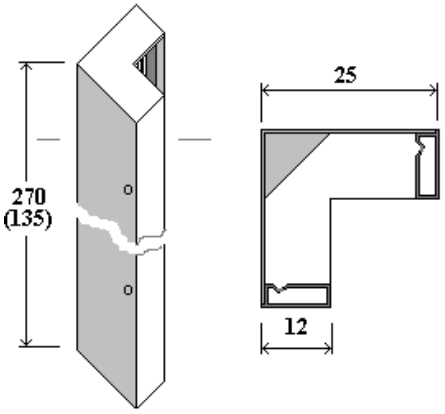
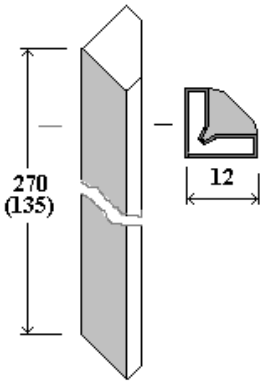
N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
23	Трубчатый рихтующий раскос BKS  	Используется для обеспечения устойчивости и вертикальности щитов во время сборки опалубки, а также для придания жесткости и неизменяемости собранной опалубки под воздействием технологических нагрузок.
24	Подмости Framax U  	Инвентарное средство подмащивания при бетонировании стен. Быстро устанавливаются в пределах рабочей зоны звена бетонщиков; затем переставляются по мере перехода рабочих по рабочим зонам. Максимальная допустимая нагрузка на подмости 150 кг/м^2. Масса 124 кг

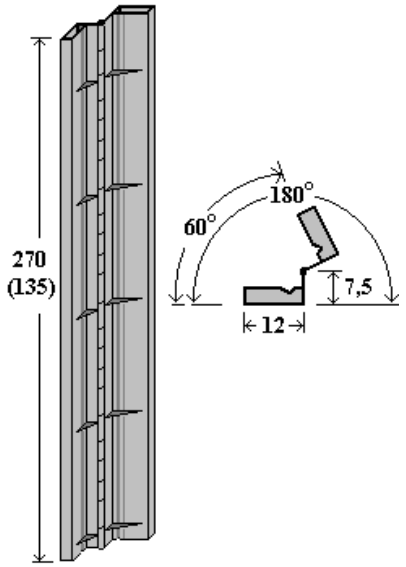
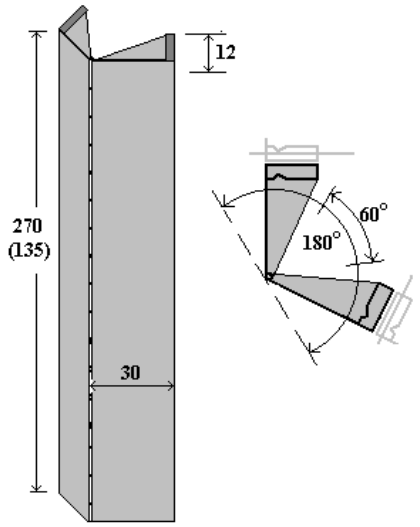
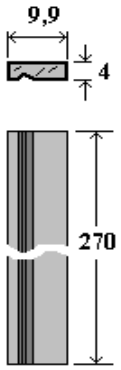
Таблица 40

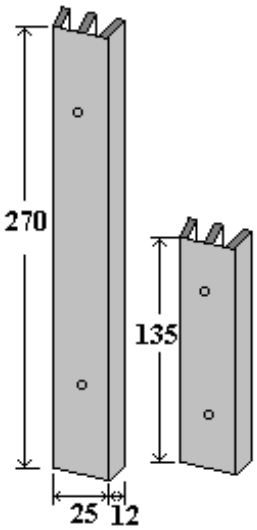
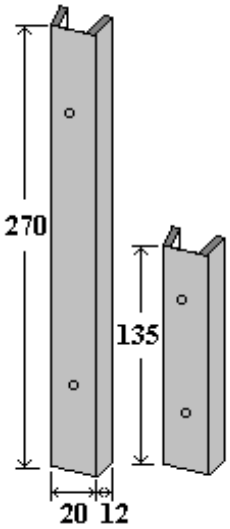
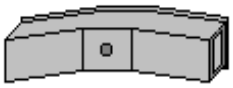
Каталог основных конструктивных элементов опалубки STAR TEC

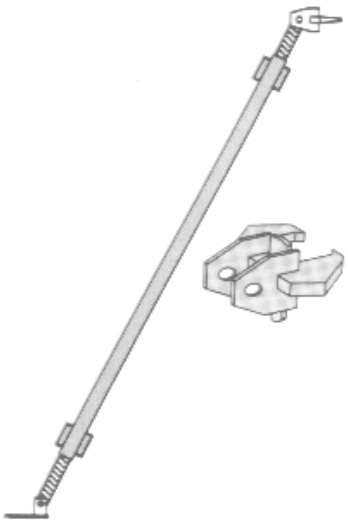
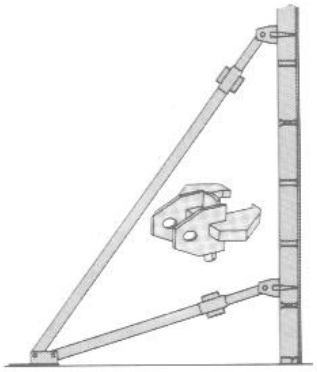
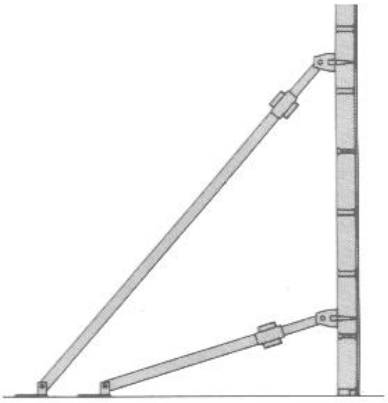
N°п п	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
1	Опалубочный щит тип 1 	Используется для формирования колонн, угловых соединений, укрупненных щитов. При расчетах массаа щитов следует принимать, приближенно, приведенный масса палубы и рамы щита 30 кг/м^2. Максимальная разрешенная величина бокового давления на щит 70 кН/м^2.
2	Доборный щит тип 1 	Аналог щита, представленного в позиции 1 меньшей высоты. Допускается использовать при компоновке по высоте и ширине.
3	Опалубочный щит тип 2 	Используется, преимущественно, для формирования прямых стен большой площади. При расчетах массаа щитов следует принимать, приближенно, приведенный масса палубы и рамы щита 29 кг/м^2. Максимальная разрешенная величина бокового давления на щит 70 кН/м^2.

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
4	Доборный щит тип 2  	Используется для наращивания щитов 2 типа по высоте или в комбинациях со щитами другого типа при необходимости.
5	Опалубочный щит тип 3  	Используется, преимущественно, для формирования угловых стыков, круговых стен, колонн, формирования палубы стен в комбинации со щитами большей ширины. При расчетах массаа щитов следует принимать, приближенно, приведенный масса палубы и рамы щита 31 кг/м^2. Максимальная разрешенная величина бокового давления на щит 70 кН/м^2.
6	Доборный щит тип 3  	Аналог щита в позиции 5 таблицы меньшей высоты.

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
7	Опалубочный щит тип 4  	Используется для формирования стен большой поверхности и длины. Снимает необходимость укрупнения щитов. При расчетах массаа щитов следует принимать, приближенно, приведенный масса палубы и рамы щита 29 кг/м^2.
8	Внутренний угловой элемент  	Используется для формирования внутренних прямых углов палубы стен. Конструктивно совместим со всеми типами щитов по приемам соединения
9	Наружный угловой элемент  	Служит для крепления щитов при формировании прямых углов стен. Конструктивно совместим со всеми типами щитов по приемам соединения

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
10	Шарнирный элемент наружного угла 	Служит для соединения щитов опалубки при формировании непрямых углов стен. Конструктивно совместим со всеми типами щитов по приемам соединения
11	Шарнирный элемент внутреннего угла 	Служит соединения щитов при формировании непрямых углов стен. Конструктивно совместим со всеми типами щитов по приемам соединения
12	Профилированная рейка 	Служит для формирования унифицированных соединительных кромок щитов, изготавливаемых на стройплощадке для заполнения некратных зазоров шириной 13-36см. Предусматривает использование фанеры толщиной 21 мм для изготовления палубы доборного щита

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
13	Дугообразующий элемент тип 1  	Используется для формирования криволинейной в плане опалубки стен толщиной 200-250мм в сочетании с балками-дугообразователями. Профиль вертикальных кромок щита-дугообразователя адекватен кромкам стандартных щитов
14	Дугообразующий элемент тип 2 (размеры в см)  	Используется для формирования криволинейной в плане опалубки стен толщиной 150 -200мм в сочетании с балками-дугообразователями. Профиль вертикальных кромок щита-дугообразователя адекватен кромкам стандартных щитов.
15	Балка-дугообразователь 	Используется в сочетании с дугообразующими щитами опалубки для придания им должного выгиба

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
16	Рихтующая распорка из набора STAR TEC 	Используется для регулировки вертикального положения опалубки и придания ей дополнительной жесткости и устойчивости (размеры не указаны в материале фирмы-изготовителя). Закрепление опорной площадки к плите перекрытия выполняется с помощью анкеров в высверливаемые гнезда. Крепление к раме щитов осуществляется с помощью сменных головок (головка с клиновым замком для крепления к вертикальным кромкам и головка с винтовым соединением для крепления к горизонтальным ребрам щитов с отверстиями для резьбовых соединений. Шаг установки распорок, ориентировочно, 2,5-3м (рис. 125)
17	Рихтующие распорки из набора STAR TEC 	Представляет собой усиленный вариант крепления опалубки из плоскости. Может использоваться при одностороннем закреплении опалубки. Крепление распорок к основанию и к щитам опалубки аналогично распоркам, представленным в позиции 16 (рис. 125)
18	Рихтующие распорки из набора STAR TEC 	Еще один вариант рихтующих распорок для усиленного одностороннего закрепления опалубки. Размеры и масса распорок не указаны в использованном рекламном материале фирмы-изготовителя

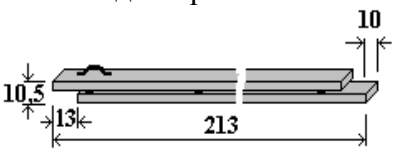
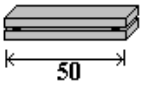
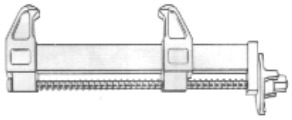
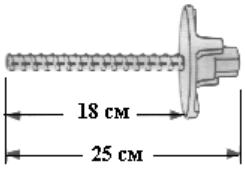
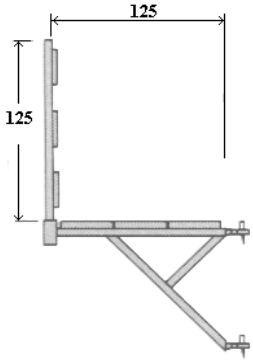
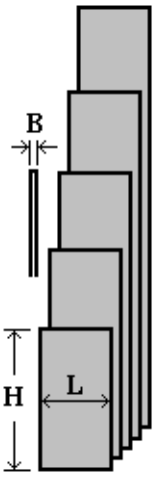
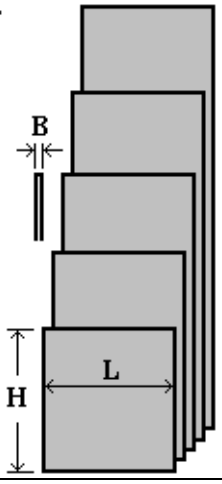
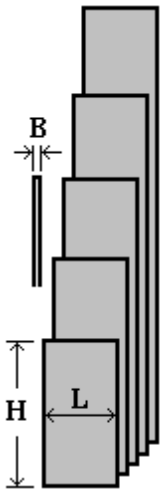
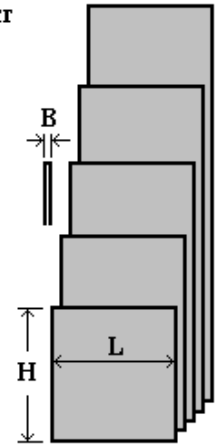
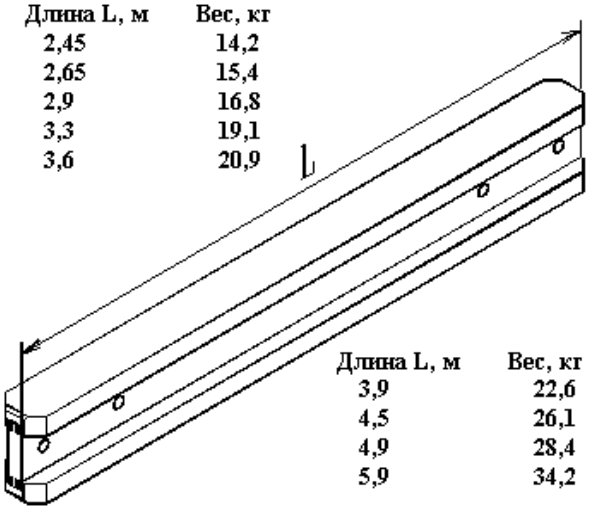
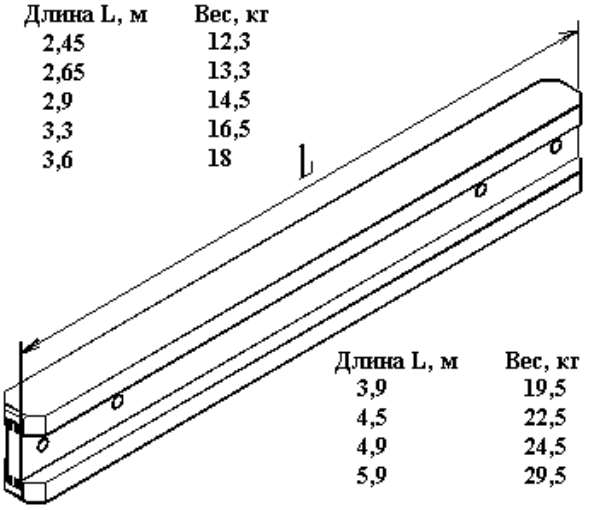
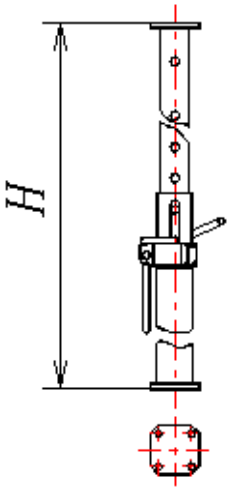
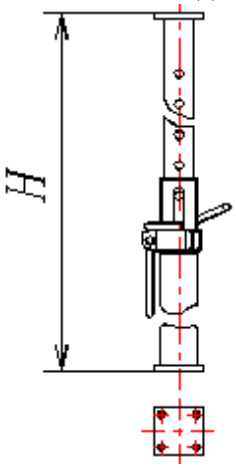
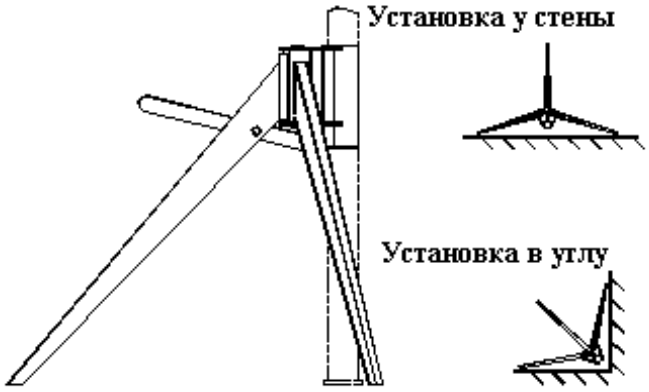
N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
19	Накладной ригель тип 1 	Используется для повышения жесткости и устойчивости собранных щитов из плоскости при формировании угловых соединений, укрупнении щитов
20	Накладной ригель тип 2 	Используется для повышения жесткости опалубки из плоскости в местах заполнения зазоров
21	Опорная анкерная площадка	Служит для крепления распорных анкеров по верхним кромкам опалубки
22	Барашковая гайка с опорной площадкой	Служит для крепления анкерных стержней. Затяжка и отвинчивание выполняется ударным способом с помощью молотка.
23	Клиновой замок	Служит для быстрого соединения профилированных кромок смежных щитов. Стягивание щитов осуществляется ударным способом с помощью молотка.
24	Универсальный замок 	Служит для соединения профилированных кромок, соединяемых через прокладки при ширине стыка до 20см.
25	Соединительный болт 	Служит для крепления головок рихтующих распорок и накладных ригелей к щитам опалубки. Ввинчивается в специальные резьбовые гнезда горизонтальных ребер щитов опалубки
26		Инвентарные подмости. Служат для обеспечения удобного доступа к верхней части опалубки при укладке бетонной смеси. Рама подмостей крепится к кромкам щитов с помощью унифицированных клиновых замков.

Таблица 41

Каталог основных конструктивных элементов опалубки DOKA- FLEX

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
1	Трехслойные плиты типа Дока-3-SO 21мм L, см / H, см / B, см / Вес, кг 50 / 100 / 2,1 / 5,3 50 / 150 / 2,1 / 7,9 50 / 200 / 2,1 / 9,6 50 / 250 / 2,1 / 12,3 50 / 300 / 2,1 / 14,9 50 / 350 / 2,1 / 17,6 50 / 400 / 2,1 / 20,3 50 / 450 / 2,1 / 22,9 50 / 500 / 2,1 / 25,6 50 / 550 / 2,1 / 27,3 50 / 600 / 2,1 / 30  L, см / H, см / B, см / Вес, кг 100 / 100 / 2,1 / 10,6 100 / 150 / 2,1 / 14,8 100 / 200 / 2,1 / 19,2 100 / 250 / 2,1 / 24,6 100 / 300 / 2,1 / 29,8 100 / 350 / 2,1 / 35,2 100 / 400 / 2,1 / 40,6 100 / 450 / 2,1 / 45,8 100 / 500 / 2,1 / 51,2 100 / 550 / 2,1 / 54,6 100 / 600 / 2,1 / 60  	Опалубочные панели, предлагаемые фирмой DOKA в комплектах опалубок перекрытий. Рабочие поверхности и кромки панелей покрыты влагооталкивающим слоем для повышения долговечности и снижения адгезии с бетоном. В ходе работ могут обрезаться по требуемым размерам, однако более дешевым приемом заполнения некратных мест является использование многослойной отечественной влагостойкой фанеры равной толщины. Выбор типа панелей по размерам в значительной степени определяется их массаом и условиями транспортировки панелей вручную при разборке опалубки перекрытия.
2	Трехслойные плиты типа Дока-3-SO 27мм L, см / H, см / B, см / Вес, кг 50 / 100 / 2,7 / 6,5 50 / 150 / 2,7 / 9,8 50 / 200 / 2,7 / 13 50 / 250 / 2,7 / 16,3 50 / 300 / 2,7 / 19,5 50 / 350 / 2,7 / 22,8 50 / 400 / 2,7 / 26 50 / 450 / 2,7 / 29,3 50 / 500 / 2,7 / 32,5 50 / 550 / 2,7 / 35,75 50 / 600 / 2,7 / 39  	Аналогичны по функциональному назначению панелям, представленным в позиции 1 табл.4. Отличаются повышенной жесткостью и применяются для устройства опалубки перекрытий толщиной более 250 мм.

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
	L, см / H, см / B, см / Вес, кг 100 / 100 / 2,7 / 13 100 / 150 / 2,7 / 19,5 100 / 200 / 2,7 / 26 100 / 250 / 2,7 / 32,5 100 / 300 / 2,7 / 39 100 / 350 / 2,7 / 45,5 100 / 400 / 2,7 / 52 100 / 450 / 2,7 / 58,5 100 / 500 / 2,7 / 65 100 / 550 / 2,7 / 71,5 100 / 600 / 2,7 / 78 	.
3	Деревянные балки типа Н 20 N Длина L, м / Вес, кг 2,45 / 14,2 2,65 / 15,4 2,9 / 16,8 3,3 / 19,1 3,6 / 20,9  Длина L, м / Вес, кг 3,9 / 22,6 4,5 / 26,1 4,9 / 28,4 5,9 / 34,2	Используются для устройства несущего каркаса опалубки перекрытий в качестве балок нижнего и верхнего уровня. Частота установки балок и количество опор определяются условиями несущей способности используемых стоек и величиной допустимого прогиба балок в пролете от действия технологических нагрузок (масса бетонной смеси, людей и оборудования, собственный масса опалубки). Допускаемые: **Поперечное усилие 11 кН** **Изгибающий момент 5 кНм**
4	Деревянные балки типа Н 20 N Длина L, м / Вес, кг 2,45 / 12,3 2,65 / 13,3 2,9 / 14,5 3,3 / 16,5 3,6 / 18  Длина L, м / Вес, кг 3,9 / 19,5 4,5 / 22,5 4,9 / 24,5 5,9 / 29,5	Используются, преимущественно в качестве балок верхнего уровня. Частота установки балок и количество опор определяются допустимыми прогибами опалубочной панели и собственным прогибом балок второго уровня в пролете между несущими балками первого уровня от действия технологических нагрузок (масса бетонной смеси, людей и оборудования, собственный масса опалубки). Допускаемые: **Поперечное усилие 11 кН** **Изгибающий момент 5 кНм**

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
5	Стойка для перекрытий типа Ойрекс  **Высота, мм / Нагрузка, кН / Вес, кг** 1520 ÷ 2600 / 20 / 13.8 1720 ÷ 3000 / 20 / 15.3 1970 ÷ 3500 / 20 / 17.8 2270 ÷ 4100 / 20 / 23.7 2970 ÷ 5500 / 20 / 34.6 1520 ÷ 2600 / 30 / 15.2 1720 ÷ 3000 / 30 / 16.9 1970 ÷ 3500 / 30 / 20.5 2270 ÷ 4100 / 30 / 25.4	Служат в качестве основных и промежуточных опор балок нижнего пояса, используются как промежуточные стойки под ранее забетонированным перекрытием после снятия опалубки для восприятия технологических нагрузок от вышележащих перекрытий. Количество стоек и частота их установки соотносятся с воспринимаемой массой опалубки и бетона, требуемыми минимальными прогибами перекрытий. Перед установкой оснащаются головками нужного типа.
6	Стойка для перекрытий типа Эко 20  **Высота, мм / Нагрузка, кН / Вес, кг** 1560÷2600 / 20 / 11.7 1760÷3000 / 20 / 13.0 2010÷3500 / 20 / 15.3 2310÷4100 / 20 / 19.2	Модификация стоек предыдущего типа (позиция 5 табл.4); имеют аналогичное функциональное назначение
7	Тренога для фиксации стоек в вертикальном положении массой 15,6 кг  	Используются для установки отдельных стоек по фронту сборки опалубки перекрытия при установке балок нижнего пояса. По мере закрепления нижних балок верхними, треноги могут сниматься или оставляться до момента разборки опалубки. Фиксация опор треноги на вертикальном шарнире позволяет устанавливать стойки в углах и вплотную к стенам. Количество треног определяется с учетом числа звеньев рабочих и порядка формирования балочного каркаса опалубки

N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
8	Опускаемая 4-х ходовая головка Н20 массой 5,9 кг	Используется в качестве съемной головки стоек для установки балок нижнего пояса. Существенно облегчает процесс разборки опалубки после выдерживания перекрытий. Требуемое количество опускаемых головок определяется последовательностью разборки опалубки. В общем виде рекомендуется чередование рядов основных опор балок нижнего пояса с опускаемыми и не опускаемыми головками.
9	Не опускаемая 4-х ходовая головка Н20 массой 4кг	Предназначена для фиксации балок нижнего пояса в каркасе опалубки перекрытия в двух направлениях
10	Промежуточная удерживающая головка Н20 массой 0,8 кг	Устанавливается на стойках, используемых в качестве промежуточных опор. Надежно фиксируется за счет поворота и прибивки к нижней полке балки.
11	Опорная плитка Н20 массой 0.5 кг	Используется в качестве опорной прокладки при опирании балок на металл и бетон

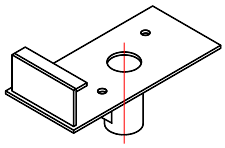
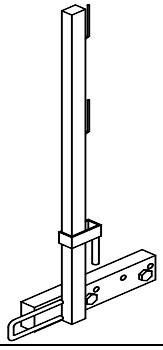
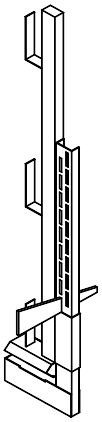
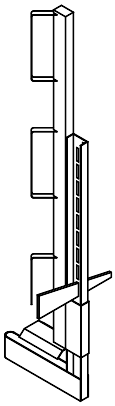
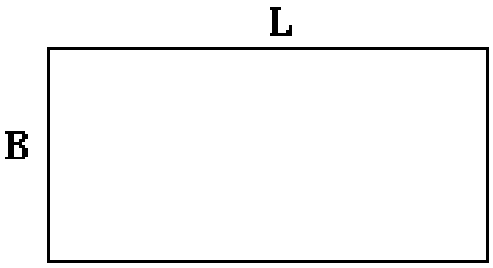
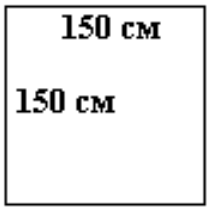
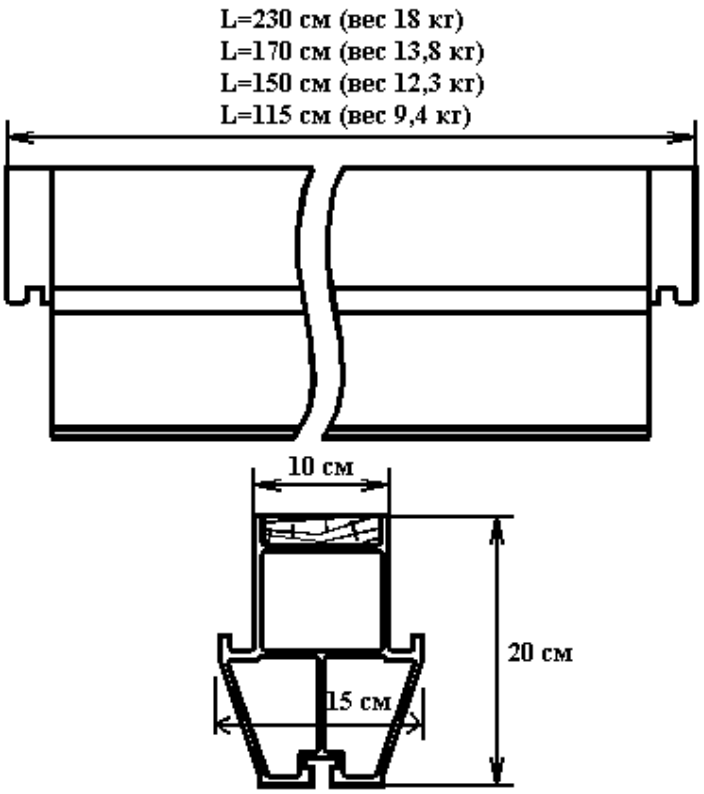
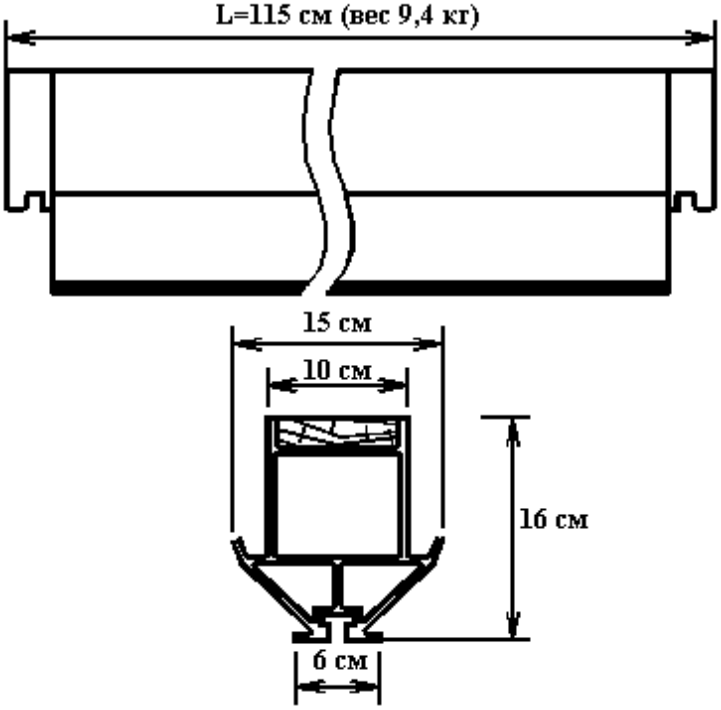
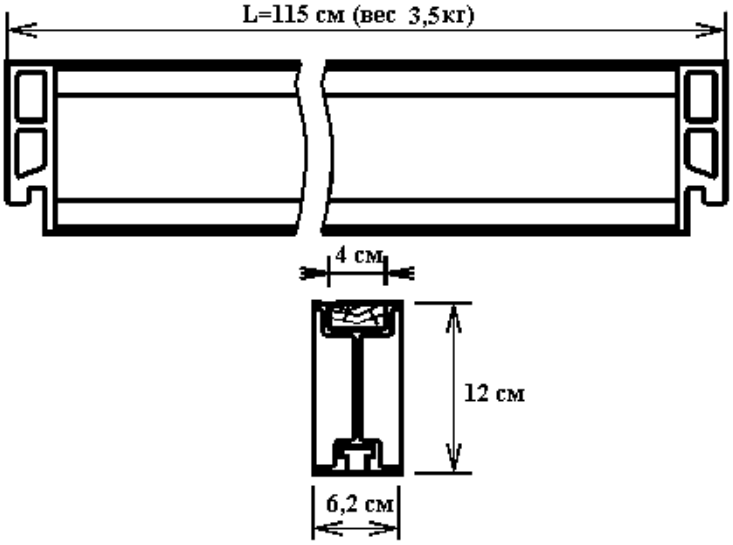
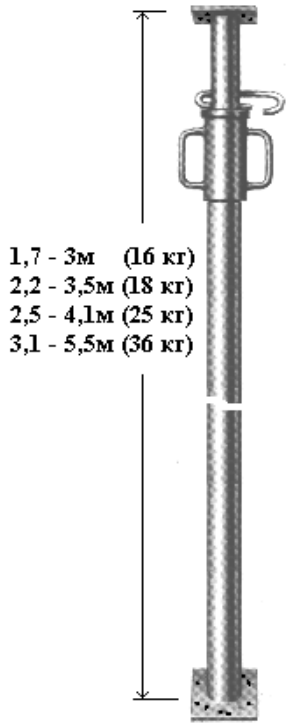
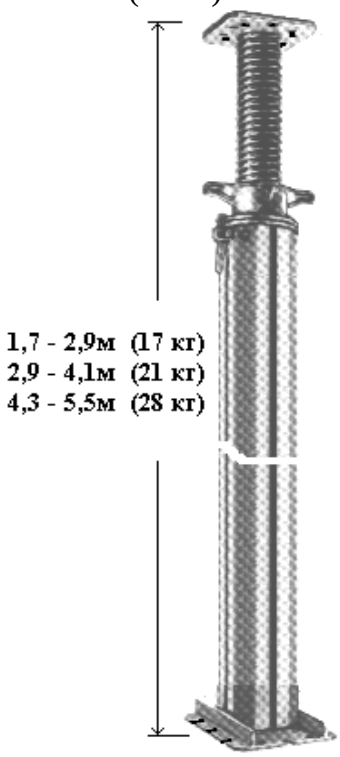
N° пп	Эскизы основных элементов (размеры в см)	Примечания
12	Удерживающая плитка для продольных балок 	Служит для крепления верха стоек к балкам нижнего уровня
13	Инвентарная стойка ограждения DF массой 14.2 кг 	Служит для быстрой установки защитного ограждения на краях опалубки. Для фиксации стойки используются неинвентарные деревянные клинья.
14	Держатель перил ограждения массой 9 кг 	Вариант решения конструкции ограждающей стойки с инвентарным стальным клином.
15	Держатель перил ограждения S массой 10 кг 	Вариант решения конструкции ограждающей стойки с инвентарным стальным клином.

Таблица 42

Каталог основных конструктивных элементов опалубки TITAN HV

N° пп	Эскизы основных элементов	Примечания
1	Стандартные листы ламинированной фанеры: В=120см; L=240 см; б=19-21мм; масса 900 кг/м^3 	Стандартные листы ламинированной фанеры толщиной 21 мм, выпускаемые заводом в г. Чудово.
2	Стандартный лист фанеры 	Стандартные листы многослойной фанеры, используемые для одноразового заполнения некратных мест
3	Основная балка тип 1 	Используются для устройства несущего каркаса опалубки перекрытий в качестве основных балок. Частота установки балок и количество опор определяются условиями несущей способности используемых стоек и значениями момента и поперечной силы в балке от действия технологических нагрузок (масса бетонной смеси, людей и оборудования, собственный масса опалубки). Допускаемые: **Поперечное усилие 42 кН** **Изгибающий момент 6,89 кНм** Для расчетов расстояний между стойками следует добавлять 10 см к длине используемой балки.

N° пп	Эскизы основных элементов	Примечания
4	Основная балка тип 2 L=230 см (вес 18 кг) L=170 см (вес 13,8 кг) L=150 см (вес 12,3 кг) L=115 см (вес 9,4 кг) 	Частота установки балок и количество опор определяются допустимыми прогибами опалубочной панели и собственным прогибом балок второго уровня в пролете между несущими балками первого уровня от действия технологических нагрузок (масса бетонной смеси, людей и оборудования, собственный масса опалубки). Допускаемые: **Поперечное усилие 42 кН** **Изгибающий момент 6,89 кНм** Для расчетов расстояний между стойками следует добавлять 10 см к длине используемой балки.
5	Второстепенная балка L=170 см (вес 6,2 кг) L=150 см (вес 5,5 кг) L=115 см (вес 3,5кг) 	Шаг установки второстепенных балок определяется в зависимости от длины балки и толщины монолитного перекрытия. Следует стремиться размещать швы панелей опалубки на балках или вблизи них. В случае необходимости по швам устанавливаются дополнительные балки. Допускаемые: **Поперечное усилие 17 кН** **Изгибающий момент 3,3 кНм**

N° пп	Эскизы основных элементов	Примечания
6	Стальная стойка TITAN HV (тип 1)  	Служат в качестве основных и промежуточных опор основных балок, используются как промежуточные стойки под забетонированным перекрытием после снятия опалубки для восприятия технологических нагрузок от вышележащих перекрытий. Количество стоек и частота их установки соотносятся с воспринимаемой массой опалубки и бетона, рабочей высотой стоек (табл.42). Перед установкой оснащаются опускаемыми опорными площадками.
7	Алюминиевая стойка TITAN MEGASHORE/TITAN LEG (тип 2)  	Более мощные стойки, имеют аналогичное функциональное назначение стальным стойкам. Проверка стоек по несущей способности выполняется с использованием данных табл. 43.

Окончание таб. 42

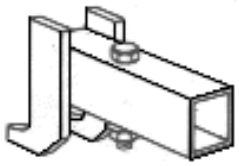
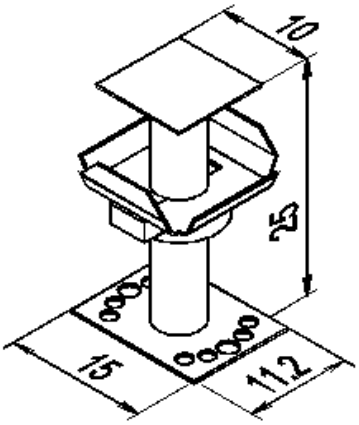
N° пп	Эскизы основных элементов	Примечания
8	Крепежное устройство для балок 	Используется для закрепления балок на опорах и между собой
9	Крепежное устройство для промежуточных опор основных балок	Используется для крепления промежуточных стоек в пролете основных балок
10	Опускаемая опора 	Предназначена для фиксации балок нижнего пояса в каркасе опалубки перекрытия в двух направлениях; используется в качестве промежуточных опор монолитного перекрытия
11	Инвентарная стойка ограждения	Используется для быстрой установки ограждений крайних зон опалубки

Таблица 43

Допускаемые нагрузки стальных стоек TITAN

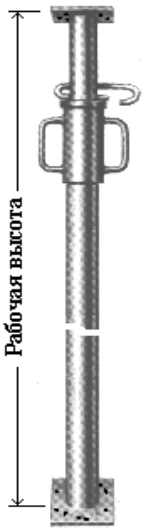
Эскиз	Рабочая высота стойки, м	Несущая способность стойки, кН			
		Стойка тип 1 с интервалом рабочей высоты 1,7-3м и массой 16 кг	Стойка тип 1 с интервалом рабочей высоты 2,2-3,5м и массой 18 кг	Стойка тип 1 с интервалом рабочей высоты 2,5-4,1м и массой 25 кг	Стойка тип 1 с интервалом рабочей высоты 3,1-5,5м и массой 36 кг
	1,8	39			
	2,0	33			
	2,2	29	37		
	2,4	27	34		
	2,6	25	31	39	
	2,8	23	28	37	
	3,0	21	26	35	
	3,2		24	31	37,5
	3,4		22	29	33
	3,6			27	29,5
	3,8			25	26
	4,0			24	22
	4,4				16
	4,8				12
	5,2				9
	5,5				8

Таблица 444

Допускаемые нагрузки алюминиевых стоек TITAN MEGASHORE/TITAN LEG

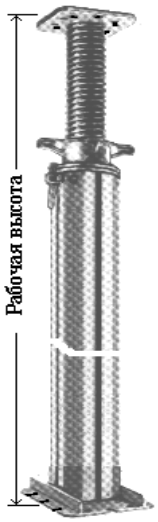
Эскиз	Рабочая высота стойки, м	Несущая способность стойки, кН		
		Стойка тип 1 с интервалом рабочей высоты 1,7-3 м и массой 16 кг	Стойка тип 1 с интервалом рабочей высоты 2,2-3,5 м и массой 18 кг	Стойка тип 1 с интервалом рабочей высоты 2,5-4,1 м и массой 25 кг
	1,7	101,8		
	2,1	79,3		
	2,3	63,9		
	2,5	52,7		
	2,7	44,2		
	2,9	36,9	93	
	3,1		78,7	
	3,3		60,1	
	3,5		47,6	
	3,7		39	
	3,9		32,5	
	4,1		27,3	
	4,3			45,4
	4,5			41,6
	4,7			37,1
	5,1			27,2
	5,5			20,3

Таблица 45

Каталог конструктивных элементов опалубки СИРИУС-МОНОЛИТ

№ п/п	Наименование изделия	Марка	Ед. изм.	Вес, кг
Опалубка стен ОСК.Ст1-8 по ГОСТ Р 52085-2003				
	Основные элементы			
1	Щиты прямые Н=3 м	Щп 3×1,2	шт	197
2		Щп 3×1,0	шт	175
3		Щп 3×0,9	шт	163
4		Щп 3×0,8	шт	151
5		Щп 3×0,7	шт	138
6		Щп 3×0,6	шт	126
7		Щп 3×0,5	шт	114
8		Щп 3×0,4	шт	103
9		Щп 3×0,3	шт	97
10	Щиты прямые Н=1,2 м	Щп 1,2×1,2	шт	79
11		Щп 1,2×1,0	шт	70
12		Щп 1,2×0,9	шт	65
13		Щп 1,2×0,8	шт	60,5
14		Щп 1,2×0,7	шт	55,2
15		Щп 1,2×0,6	шт	50,4
16		Щп 1,2×0,5	шт	45,6
17		Щп 1,2×0,4	шт	41,6
18		Щп 1,2×0,3	шт	38,8
	Угловые элементы			
19	Щит угловой внутренний	Щу 0,37×0,37×3 м	шт	163
20		Щу 0,37×0,37×1,2 м	шт	65,2
21	Уголок наружный	Н=3 м	шт	49
	Вспомогательные и монтажные элементы			
22	Подкос двойной		шт	25,5
23	Кронштейн подмостей		шт	9
24	Замок		шт	3,6
25	Замок добора	балка выравнивающая L=900 мм	шт	8,6
26	Комплект соединительный		шт	1,8
27	Скоба строповочная		шт	5,8
28	Стяжка в комплекте	L=900 мм	шт	2,9
29	Кронштейн ограждения		шт	10,2

Таблица 46

Каталог основных конструктивных элементов мелкощитовой опалубки системы АОЗТ ЦНИИОМПТ и ПТК ХозСтройИнструмент

Наименование	Марка	Площадь щита, м²	Вес, кг	Наименование	Марка	Длина щита, м	Вес, кг
АОЗТ ЦНИИОМПТ				**ПТК ХозСтройИнструмент**			
Щит	ЩМ1,8×0,3	0,54	29,6	Стойка опорн.	$СД_н$ -3,1м	–	12,1
Щит	ЩМ1,5×0,3	0,45	24,6	Стойка опорн.	$СД_н$ -3,7м	–	14,1
Щит	ЩМ1,2×0,3	0,36	20	Стойка опорн.	$СД_н$ -4,2м	–	15,5
Щит	ЩМ1,2×0,3	0,27	15,3	Стойка опорн.	$СД_н$ -4,5м	–	16,4
Схватка	$С_х$ 3,6	–	26,2	Стойка опорн.	$СД_н$ -4,5м	–	18,9
Схватка	$С_х$ 3,0	–	22,2	Тренога		–	5,5
Схватка	$С_х$ 2,4	–	18,2	Унивилка		–	1,95
Схватка	$С_х$ 1,8	–	14,3	Балка	БДК1.1-12	1200	6,6
Схватка	$С_х$ 1,2	–	10,5	Балка	БДК1.1-15	1500	8,25
Уголок монтажный	УМ 0,6×0,3	–	1,5	Балка	БДК1.1-18	1800	9,90
				Балка	БДК1.1-21	2100	11,55
Уголок монтажный	УМ 0,3×0,3	–	0,8	Балка	БДК1.1-24	2400	13,2
				Балка	БДК1.1-25	2500	13,75
Крюк натяжной		–	0,21	Балка	БДК1.1-27	2700	14,85
Клин	L=125мм	–	0,25	Балка	БДК1.1-29	2500	15,05
Клин	L=80мм	–	0,06	Балка	БДК1.1-30	3000	16,56
Палец	L=123мм	–	0,95	Балка	БДК1.1-33	3300	18,15
Стяжка		–	0,4	Балка	БДК1.1-36	3600	19,8
Замок стяжки		–	0,64	Балка	БДК1.1-39	3900	21,45
Стакан		–	81	Балка	БДК1.1-42	4200	23,16
Кронштейн с настилом и навесной лестницей		–	19,1	Балка	БДК1.1-45	4500	24,75

Таблица 47

Основные технические характеристики опалубок VELOX

Наименование характеристик	Значение характеристик				
	WS-25	WS-35	WSD-35	WSL-35	WSL-50
1	2	3	4	5	6
1. Стандартные размеры плиты, мм:					
- длина	2000	2000	2000	2000	2000
- ширина	500	500	500	500	500
- толщина	25	35	35	25	50

Окончание таб.47

1	2	3	4	5	6
2. Средний вес плиты, кг	22	26	28	24	50
3. Средняя плотность плиты, кг/м^3	690	670	800	690	650
4. Коэффициент теплопроводности ($В_{мк}$ = 6%), Вт/(м·К)	0,11	0,11	0,145	0,11	0,11
5. Прочность на изгиб, Н/мм^2	>1,8	>1,3	>2,2	>1,9	>1,0
6. Разбухание по толщине за 24 часа экспонирования в воде, %	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
7. Морозостойкость, цикл	F100	F100	F100	F100	F100
8. Коэффициент диффузионного сопротивления	13,7	13,7	19,2	13,7	13,7
9. Пожарная опасность: – группа горючести – группа воспламеняемости – группа дымообразующей способности	Г1 В1 Д1				

Таблица 48

Технические характеристики несъемной опалубки VELOX

Обозначение	Описание опалубки	Толщина, мм	Удельный вес, кг/м^2	Минимальная прочность при изгибе, Н/мм^2
VELOX WS	Однослойная щепоцементная опалубочная плита для опалубки внутренних и наружных стен	25 35 50	19 25 33	1,8 1,3 1,0
VELOX WSD	Однослойные щепоцементные плиты с повышенной объемной массой для опалубки внутренних и несущих стен с высокими требованиями звукоизоляции	25 35 50	21 29 40	2,9 2,2 1,8
VELOX WS-EPS	Двухслойные опалубочные плиты из щепоцементной плиты VELOX WS толщиной 35 мм и слоя стабилизированного пенополистирола для наружной опалубки наружных стен	85 95 115 135 155 185	27 27 28 28 29 29	0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4

Таблица 49

Технические характеристики несъемной опалубки PLASTBAU

Технические характеристики	Пенополистирольные плиты для		
	стен	перекрытий	перегородок
Ширина, мм	1200	600	600
Высота, мм	2800; 3000; 3300; 3600; 4200	180 – 320	–
Длина, мм	-	2000 – 9000	до необходимой высоты
Толщина внутреннего слоя из ППС, мм	50	-	–
Толщина наружного слоя из ППС, мм	50 – 200	-	–
Толщина бетона, мм	100 – 290	-	–
Толщина панели, мм	-	-	60; 80; 100; 120; 150; 200

Таблица 50

Основные технические характеристики фибролитовой несъемной опалубки из плит «Green Board» – GB (технология «Eltomation»)

Наименование характеристик	Значения характеристик		
	GB - 1	GB - 2	GB – 3
1. Размеры плиты, мм	600×300	600×300	600×300
2. Толщина плиты, мм	25; 35; 50; 75; 100	12; 18; 22; 25; 35; 50	10; 12; 14; 18; 22; 25
3. Плотность, кг/м^3	300	700	950
4. Влажность, %	≤ 300	≤ 700	≤ 950
5. Разбухание по толщине за 24ч, %	≤ 6	≤ 5	≤ 4
6. Водопоглощение за 24ч, %	≤ 50	≤ 40	≤ 40
7. Модуль упругости, МПа	–	≥ 700	≥ 1700
8. Прочность при изгибе, МПа	≥ 0,2	≥ 2,7	≥ 9,0
9. Прочность при сжатии, МПа	≥ 0,15	≥ 4,0	≥ 9,0
10. Прочность при растяжении перпендикулярно к пластичности плиты, МПа	≥ 0,08	≥ 0,20	≥ 0,25
11. Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,063	0,13	0,16
12. Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	1,0	2,4	2,6
13. Твердость, МПа	≥ 10	≥ 26	≥ 35
14. Удельное сопротивление выдергиванию шурупов из пластин, Н/м	≥ 6-8	≥ 20-22	≥ 50
15. Расчетный коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)	0,15	0,06	0,04

Таблица 51

Технические характеристики стандартного блока N опалубки «Durisol»

Технические характеристики	**Ед. изм.**	**Значения**				
Рисунок						
Размеры блока: - толщина	мм	150	220	250	300	375
- высота/длина	мм	250/500				
Вес	кг	6	8	12	11	15
Теплоизоляционные характеристики – приведенное сопротивление теплопередаче стены (без отделки)	$м^2$°С/Вт	0,57	0,91	1,09	2,2	3,29
Звукоизоляционные характеристики – коэффициент звукоизоляции	дБ	52	56	60	52	51
Конструкционные характеристики:						
- размер бетонного ядра	мм	90×184	150×185	180×196	150	140
- опорная площадь бетона на погонный метр стены	$см^2$/.м	694	1140	1432	1079	951
- удельный вес стены	кг/$м^2$	275	420	500	440	410
Удельный расход материалов:						
- число блоков	шт/$м^2$	8	8	8	8	8
- бетонная смесь	л/$м^2$	75	125	144	120	105
- арматура	кг/$м^2$	0,25	0,25	0,30	0,3	0,3
Затраты времени на возведениена 1 $м^2$ (без учета времени приготовления бетона)	чел/час	0,59	0,67	0,7	0,75	0,75

Таблица 52

Основные технические характеристики блочной несъемной опалубки Изодом 2000

Наименование характеристик	Значение характеристик				
	Стеновой разборный блок 1,5	**Стеновой разборный блок 1,5**	**Заглушка торцевая**	**Поворотный блок**	**Перемычка 250**
1. Размеры блока: - длина, мм - ширина, мм - высота, мм	 1500 250 250	 1500 300 250		 700 250 250	250; 300
2. Плотность, кг/м^3	27-30	27-30		27	
3. Толщина стенки опалубки блока, мм	50×2	50×2		50	
4. Толщина бетонной стены, мм	150	200		150	150; 200
5. Количество перемычек (ПБП) на один блок, шт	9	9			
Назначение элементов опалубки	Формование стен из двух пластин утеплителя толщиной 50мм и 9 шт. пластиковых перемычек, устанавливаемых в специальные прорези утеплителя	Формование стен и перегородок из двух пластин утеплителя толщиной 50мм и 9 шт. пластиковых перемычек	Формование прямых и Т-образных углов стен; упрощает также монтаж оконных и дверных проемов	Шарнирный элемент для формования эркеров, окружности и углов от 90°	Соединяет в блок две пластины стенового разборного блока, за счет длины варьирует толщину бетонной стены в несъемной опалубке

Таблица 53

Размеры и типы U-образных газобетонных блоков несъемной опалубки «Ytong»

Размеры, мм			Количество блоков на поддоне	
длина	**ширина**	**высота**	**м^3**	**шт**
500	200	250	0,750	30
500	250	250	0,750	24
500	300	250	0,675	18
500	375	250	0,750	16

Таблица 54

Показатели стеновых конструкций с применением Симпролит блоков

Марка блока	Бетонные колонны			Расходные материалы на кв. м стены						Вес конструкции, кг/м²	Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции Ro при условиях эксплуатации, м²·°С/Вт	
	Расстояние между колоннами, см	Сечение (ширина х толщина), см	Площадь сечения, см²	Блоки, шт	Толщина продольной вставки, см	Бетон, м³	Арматурная сталь А-III, кг	Облицовочный кирпич, шт	Кладочный раствор, кг		А	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
несущие конструкции												
СБДС30	15			8,77			1,84					
		15х20	300			0,100				305	2,59	2,45
		15х16	240		3	0,080				259	3,18	3,01
		15х15	225		4	0,075				248	3,32	3,14
		15х14	210		5	0,070				237	3,45	3,27
		15х13	195		6	0,065				225	3,58	3,39
		15х16	240		3	0,080		56	19,8	418	3,59	3,40
СБДС25	12,5			10,53			1,84					
		12,5х17	212,5			0,085				262	2,14	2,02
		12,5х13	162,5		3	0,065				216	2,73	2,59
		12,5х12	150		4	0,060				205	2,86	2,71
		12,5х11	137,5		5	0,055				194	2,99	2,84
		12,5х13	162,5		3	0,065		56	19,8	375	3,13	2,97
		12,5х11	137,5		5	0,055		56	19,8	353	3,38	3,21
самонесущие (фасадные) конструкции												
СБС30	15			8,77			0,44					
		15х8	120			0,040				151	3,41	3,23
		15х8	120		3	0,040				153	3,85	3,65
		15х8	120		4	0,040				154	3,94	3,74
		15х8	120		5	0,040				155	4,03	3,81
		15х8	120		3	0,040		56	19,8	312	4,24	4,01

Окончание таб. 54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
СБС25	12,5			10,53			0,44					
		12,5х7	87,5			0,035				144	2,80	2,65
		12,5х7	87,5		3	0,035				147	3,24	3,07
		12,5х7	87,5		4	0,035				147	3,32	3,15
		12,5х7	87,5		5	0,035				148	3,39	3,21
		12,5х7	87,5		3	0,035		56	19,8	306	3,62	3,43
перегородки												
СПБ12	9,5	20,5х4	82	8,77		0,027	0,44			94		
СПБС15Д	22,5	22,5х4	90	5,85		0,020	0,44			82		

В таблице использованы следующие параметры расходных материалов.
Количество арматурной стали: для устройства несущих конструкций малоэтажных зданий.
Бетон монолитной конструкции: ρ=2400, λА=1,74, λБ=1,86.
Теплоизоляционные вставки: полистиролбетон Симпролит® марки по плотности D160, ρ=160, λА=0,060, λБ=0,063.
Цементно-песчаная штукатурка: ρ=1800, λА=0,76, λБ=0,93, толщина внутреннего слоя - 10 мм, внешнего слоя - 5 мм.
Облицовочная кирпичная кладка: ρ=1400, λА=0,52, λБ=0,58, учтена замкнутая воздушная прослойка толщиной 20 мм, толщина кладки 120 мм.
Обозначения: ρ - плотность материала, кг/м³,
λА - коэффициент теплопроводности при условиях эксплуатации А, Вт/(м·°С),
λБ - коэффициент теплопроводности при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·°С).

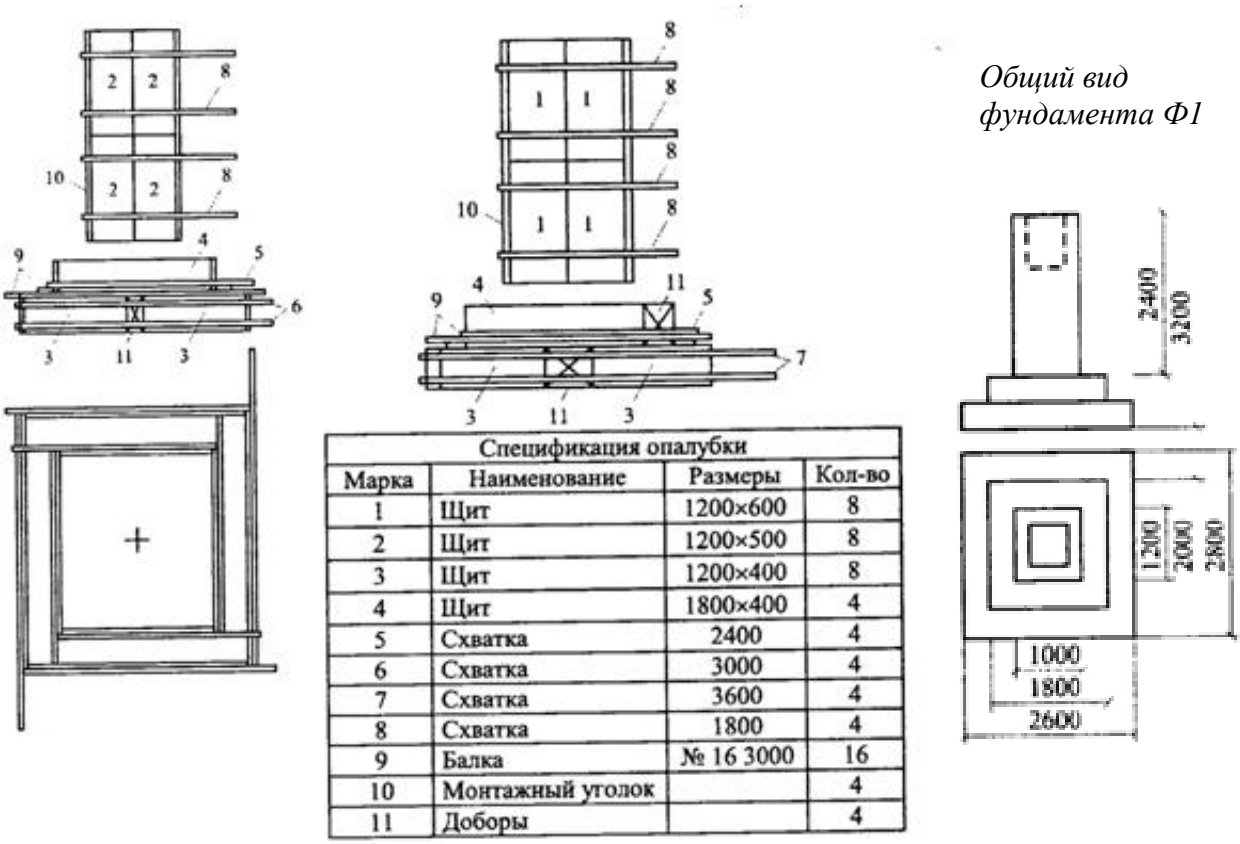
Таблица 55

Основные технические характеристики несъемной опалубки из теплоизоляционных бетонных блоков «Lammi»

Наименование характеристик	**Значения характеристик**			
	Рядовой блок ЕМН-350	**Угловой блок ЕМН-350**	**Разрезанный вдоль блок ЕМН-350**	**Торцевой блок ЕМН-350**
1. Размер блока, мм (длина×ширина×высота)	600×350×200	550×350×200	600×175×200	600×350×200
2. Расход бетона, л/м^2	125	125	125	125
3. Коэффициент теплопроводности, Вт/т2К	0,25	0,25	0,25	0,25
4.Звукоизоляция, дБА	51	51	51	51
5.Вес бетонируемой стены, кг/м^2	530	530	530	530
6.Расход блоков, шт/м^2	8,33	8,33	8,33	8,33
7.Вид утеплителя	Экструдированный пенополистирол – EPS			

На производство опалубочных работ должны быть разработаны маркировочные чертежи (рис. 132).

Маркировочный чертеж представляет собой план и боковые проекции опалубливаемой конструкции с указанием условных осей основных граней. Кроме того, на чертеже указываются элементы опалубки с присвоенными или условными обозначениями (марками), а так же спецификация элементов опалубки. Раскладку элементов опалубки производят на развертках поверхности бетонируемой конструкции; здесь же указывают места установки крепежных элементов.



Спецификация опалубки			
Марка	Наименование	Размеры	Кол-во
1	Щит	1200×600	8
2	Щит	1200×500	8
3	Щит	1200×400	8
4	Щит	1800×400	4
5	Схватка	2400	4
6	Схватка	3000	4
7	Схватка	3600	4
8	Схватка	1800	4
9	Балка	№ 16 3000	16
10	Монтажный уголок		4
11	Доборы		4

Рис. 132. Схема (маркировочный чертеж) опалубки фундамента стаканного типа

Если технологическая карта разрабатывается на устройство больших по размерам конструкций, то опалубочный (маркировочный) чертеж можно выполнять на повторяющуюся часть бетонируемого элемента.

5.3.3. Выбор средств малой механизации

В первую очередь при проектировании производства монолитных работ следует выбрать грузозахватные приспособления, средства для пакетирования и подачи опалубки, арматуры и бетонной смеси на проектную отметку, а так же приспособления, обеспечивающие безопасное ведение работ.

Элементы опалубки обычно подаются к месту её установки пакетами (щиты, стойки, балки) или в контейнерах (стяжки, скрутки и т.п.). Возможно так же предварительное укрупнение опалубки в блоке из отдельных щитов с последующей подачей блока (рис. 133). Схемы строповки некоторых грузов дополнительно представлены на рис. 134.

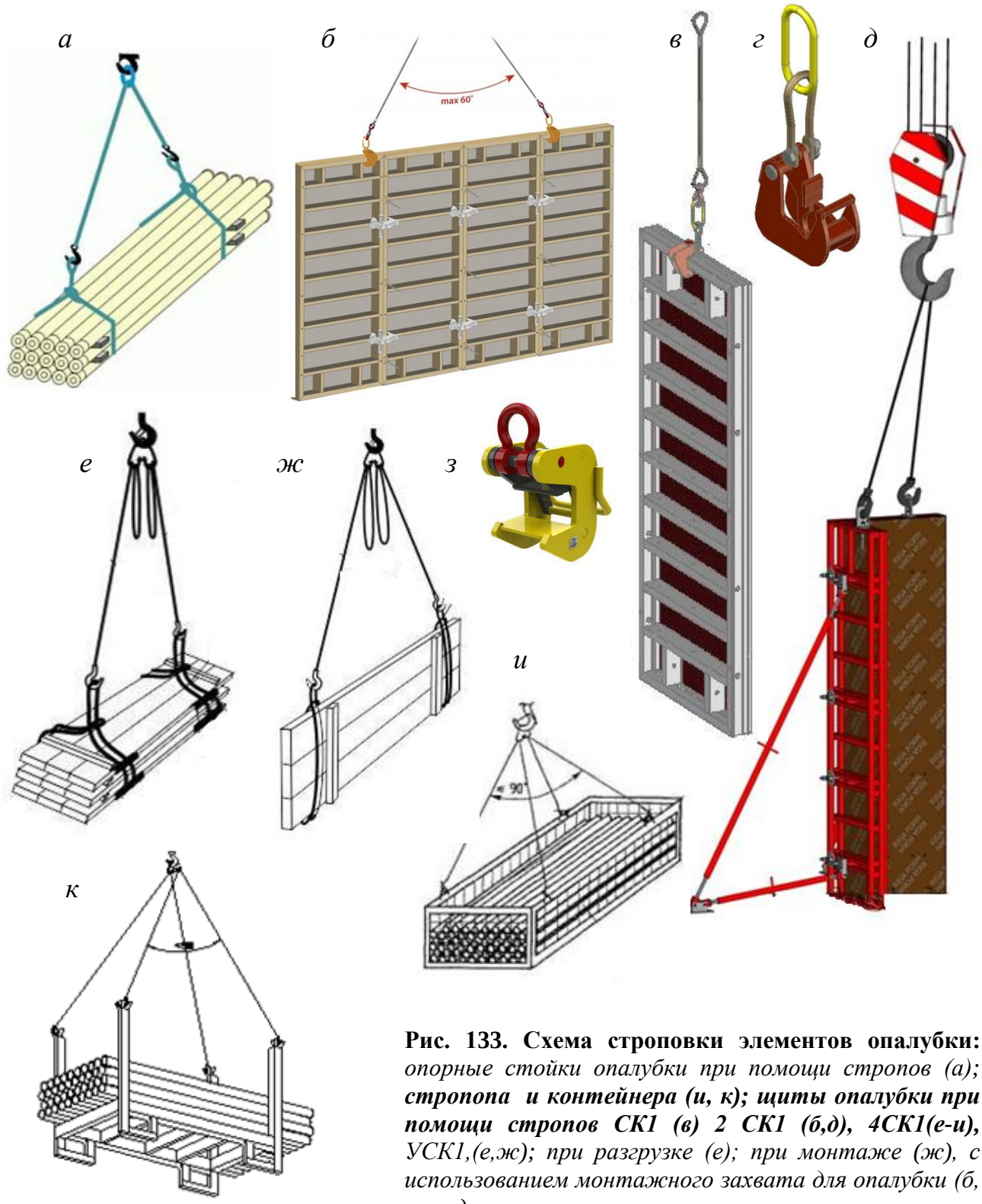


Рис. 133. Схема строповки элементов опалубки: *опорные стойки опалубки при помощи стропов (а);* ***стропопа и контейнера (и, к); щиты опалубки при помощи стропов СК1 (в) 2 СК1 (б,д), 4СК1(е-и),*** *УСК1,(е,ж); при разгрузке (е); при монтаже (ж), с использованием монтажного захвата для опалубки (б, в, г ,з)*

В настоящее время получили широкое распространен крановые монтажные захваты для опалубки (рис. 133 г, з). Они обеспечивают возможность быстро закреплять опалубочные щиты к стропам подъёмного крана и безопасно транспортировать их на место установки и обратно. Применение захватов позволяет значительно сэкономить время и средства при выполнении погрузочно-разгрузочных операций. Они существенно облегчают стропирование грузов. Специальная конструкция захвата, изготовленная под профиль щита, позволяет обеспечить надёжное и безопасное его удерживание во время подъёма и перемещения подъёмным краном.

Существует множество видов захватов:З0-О3, З0-О4, АГС, АГС-М, захват для опалубки гамма, Старый Оскол и пр. В табл. 56 указаны некоторые виды захватов и их краткая характеристика.

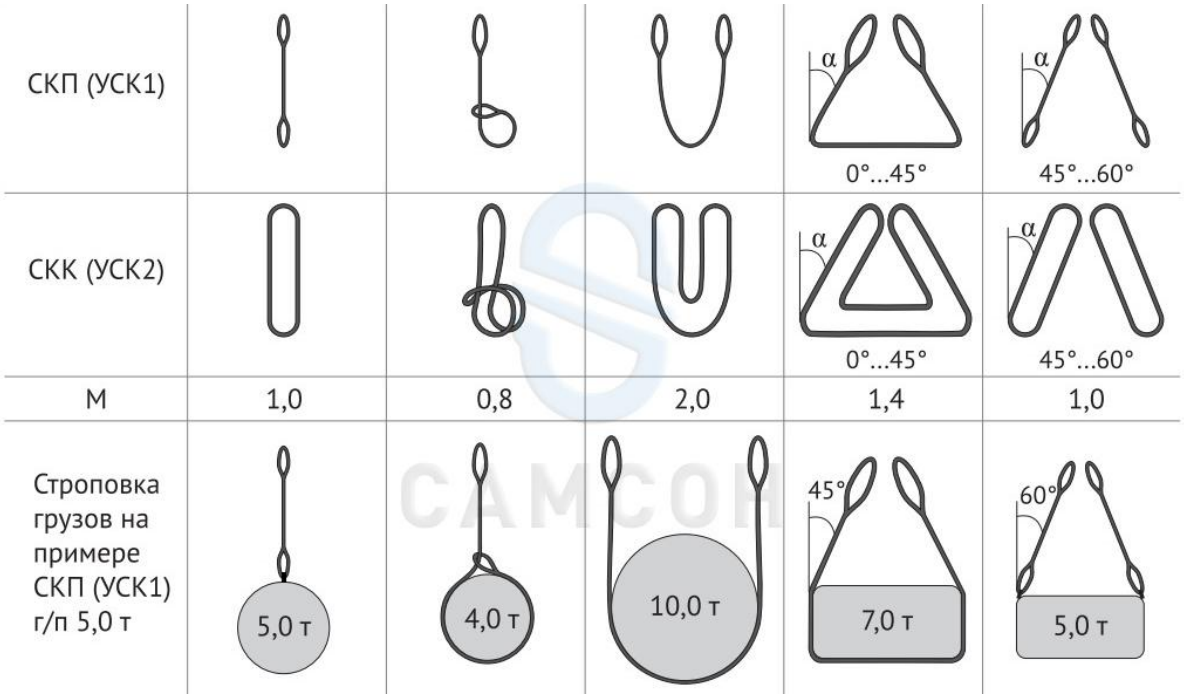


Рис. 134. Схемы строповки грузов

М - коэффициент зависимости грузоподъемности от способа строповки, обвязки груза и угла наклона ветвей.

Таблица 556

Основные технические характеристики захватов для опалубочных щитов

Наименование (тип)	Грузоподъемность, т	Масса захвата, кг	Характеристика
З0-О3	1,5	8,500	Широкий
З0-О4	1,5	5,500	Узкий
АГС	1,25	6,500	Узкий
АГС-М	1,65	10,200	
Гамма	1,65	10,900; 11,300	
Старый Оскол	1,25	6,500	

Арматурные элементы подаются отдельно или пакетами (см. рис. 67)

Так как основной объем бетонной смеси (до 85% укладываемого объема) подается кранами в бадьях, то следует рационально подойти к выбору бадьи (переносных бункеров) для бетонирования конкретных конструкций.

По конструкции и принципу действия бадьи (переносные бункеры) бывают *поворотные (БП)* и *неповоротные (БН)* (рис. 135).

Рис. 135. Разновидности тары для бетона:
бадья поворотная (БП) - а, б, д, з ("туфелька", "калоша"); бадья неповоротная (БН) - в, е, ж ("рюмка", "ГОСТ", "колокольчик");(БНп) -г ("пирамида")

Переносной бункер должен обеспечивать:

- ✓ приемку бетонной смеси из самосвалов, перегрузочных устройств, автобетоновозов, автобетоносмесителей, стационарных и передвижных бетоносмесительных устройств;
- ✓ непрерывную порционную выгрузку бетонной смеси до полного опорожнения бадьи;
- ✓ возможность транспортирования с помощью кранов;
- ✓ герметичность, исключение потерь цементного молока.

Технические характеристики переносных бункеров представлены в табл. 57-59

Таблица 57

Технические характеристики бадьи БП, БН

Модель	Объём, л	Грузоподъёмность, кг	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг
Бадья поворотная БП (туфелька)						
БП-1,0	1000	2500	3300	1500	1000	400
БП-1,6	1600	3500	3900	1500	1000	420
БП-2,0	2000	4500	3900	1520	1150	470
БП-2,5	2500	6250	4000	2100	1140	550
БП-3,0	3000	7500	3200	2100	2100	960
БП-4,0	4000	10 000	3200	2500	2500	1040
Бадья вертикальная круглая неповоротная БН (колокольчик)						
БН-0,5 (лоток)	500	1250		1340	1270	180
БН-0,5 (воронка, лоток)	500	1120		1400	1400	200
БН-0,5 (люлька, воронка, лоток)	500	1120		1380	1420	230
БН-1,0 (лоток)	1000	2500		1340	1860	225
БН-1,0 (воронка, лоток)	1000	2400		2000	1250	250
БН-1,0 (люлька, воронка, лоток)	1000	2500		1970	1420	280
БН-1,5 (лоток)	1500	3750		1580	1930	310
БН-1,5 (воронка, лоток)	1500	3750		2040	1580	350
БН-1,5 (люлька, воронка, лоток)	1500	3750		2040	1660	380
БН-2,0 (лоток)	2000	5000		1580	2340	350
БН-2,0 (воронка, лоток)	2000	5000		2450	1580	380
БН-2,0 (люлька, воронка, лоток)	2000	5000		2450	1660	410
БН-3,0 (лоток)	3000	7500		1570	2850	550
БН-4,0 (лоток)	4000					

Таблица 58

Технические характеристики переносных бункеров

Показатели	Переносные неповоротные бункера					Переносные поворотные бункера						
						Конструкция ЦНИИОМТП				С боковой загрузкой	Конструкция Камгэсстроя	
	Объем номинальный, $м^3$											
	0,5	**1**	**1,6**	**3,2**		**0,5**	**1**	**1,5**	**2**	**1**	**3,2**	**6,4**
Размеры выгрузочного отверстия	250×600	350×600	500×640	600×800		350×600						
Тип затвора	челюстной ручной		штор-ный	роликовый		челюстной ручной				секторный ручной	челюстной ручной	
Допустимая перегрузка, % номинальной емкости	—	—	—	—	—	30	25	15	25	—	—	
Габаритные размеры, мм:												
- длина	1200		1600	-	-	3260	3612	4014	3600	3644	3910	4510
- ширина	1200		1600	1800	2150	750	1232	1232	2250	1232	3010	3000
- высота	1300		1520	2200	2240	1040	1040	1040	1040	1295	1890	1950
Масса, кг	228		350	994	1697	315	490	617	880	530	2200	3300
Число бункеров, устанавливаемых для приемки бетонной смеси при разгрузке одного самосвала:												
ЗИЛ ММЗ-585	—	—	—	—		3	2	—	—	—	—	—
ЗИЛ ММЗ-555	—	—	—	—		3	2	—	1	—	—	—
МАЗ - 250	—	—	—	—		—	2	2	1	—	—	—
МАЗ - 503А	—	—	—	—		—	—	2	—	—	—	—

Таблица 59

Технические характеристики переносных неповоротных бункеров

Показатель	Номинальный объем, м^3							
	0,3	0,5		0,8	1	1,6	3,2	
Размер выгрузочного отверстия, мм			250×600		350×600	500×640	600×800	
Тип затвора			челюстной ручной		челюстной ручной	шторный	роликовый	
Габаритные размеры, мм: - длина	900	2175	1200	1500	1200	1600	—	—
- ширина	900	1100	1200	1180	1200	1600	1800	2150
- высота	760	970	1300	1310	1300	1520	2200	2240
Масса, кг	125	280	228	445	228	350	994	1697

Для бетонирования немассивных конструкций (отдельно стоящих фундаментов небольших объемов обычных колонн, балок, ригелей, перекрытий, покрытий, тонких стен и т.п.) применяют переносные бункера обоих типов объемом 0,5 – 1 м^3. Для конструкций средней массивности (фундаменты под здания и сооружения средних объемов мощных каркасов, подпорных стенок и т.п.) - переносные бункеры объемом 1 – 2м^3. Массивные конструкции -объемом более 2м^3. Более подробная методика определения вместимости бадьи изложена ниже.

Для подачи всех вышеперечисленных грузов необходимо подобрать ***грузозахватные приспособления***, грузоподъемность которых должна быть больше массы поднимаемого груза. Такими приспособлениями являются различные стропы (универсальные, одно- и многоветвевые) и траверсы для подъема различных арматурных элементов.

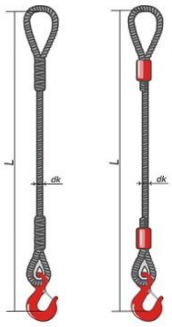
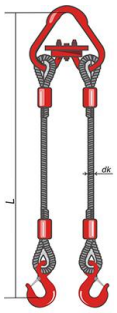
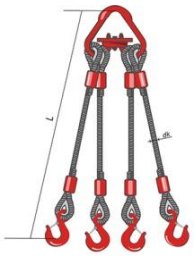
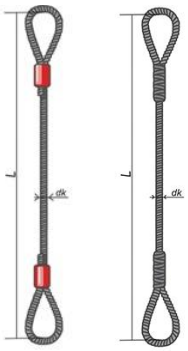
Строп (от лат. stroppus, «*витой шнур», с голланд., strop – «петля»*. Стропы - грузозахватное приспособление, предназначенное для строповки (захвата) штучных грузов, подъема, перемещения. На конце стропы для более комфортного захвата груза оснащены кольцом, скобой, крюком, карабином.

Существует три вида строп: *стропы канатные, стропы текстильные и цепные стропы*. Использование в грузовой работе того или иного вида строп зависит от габаритов груза и от рода работы, которую необходимо выполнить с ним. Основные характеристики строп приведены в табл. 59.

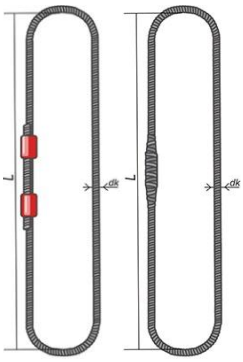
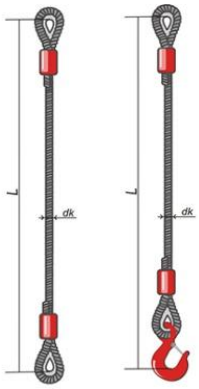
Конструкция *канатных* и *цепных* стропов практически идентична. Один конец стропы имеет петлю или звено, а противоположный - грузозахватное приспособление. Но в отличии от цепных строп, канатные стропы могут оснащаться петлей с коушем. *Текстильные* стропы могут быть или плоской лентой с петлями на обоих концах, или иметь вид кольца.

Таблица 60

Технические характеристики канатных и цепных строп

Наименование, тип	Рисунок	Описание	Метод производства	Область применения
1	2	3	4	5
Стропы канатные				
Стропы канатные 1 СК, одноветвевые		Канатные стропы 1 СК состоят из 1 канатной ветви. Подразделяются на два вида – канатные стропы с коушем на верхней петле и без коуша	Способ заплетки или опрессовка алюминиевой втулкой	Стропы канатные 1 СК с коушем используется как ремонтный комплект. Канатные стропы без коуша применяются для навешивания на крюк крана в виде самостоятельной единицы
Стропы канатные 2 СК - двухветвевые		Двухветвевые стропы - 2 СК состоят из двух канатных ветвей.	Способом заплетки либо опрессовкой алюминиевой втулкой.	2СК предназначены для прикрепления грузов к крюкам грузоподъемного оборудования. Канатные стропы 2 СК применяются на промышленных предприятиях, складах, транспортных объектах
Стропы канатные 4СК - четырехветвевые		Четырехветввые канатные стропы 4СК (строп паук) имеют звено и четыре канатные ветви	Опрессовкой алюминиевой втулки или путем заплетки	Канатные стропы 4СК используются на промышленных предприятиях, складских и строительных объектах.
Стропы канатные СКП (УСК1), двухпетлевой строп		В отличие от кольцевых строп имеют вдвое большую толщину стального каната при той же грузоподъемности.	Стропы УСК 1 (СКП) аналогичен вышеперечисленным методам изготовления канатных строп.	Петлевые канатные стропы призваны соединять груз с крюком крана. Стропы УСК 1 двухпетлевые (*чалки грузовые - подстропник*) самый распространенный вид строп.

Продолжение таб. 60

1	2	3	4	5
Стропы канатные СКК (УСК2) - кольцевые		Диаметр каната универсальных строп вдвое уменьшен, но грузоподъемность строп УСК аналогична петлевым стропам.	Опрессовка алюминиевой втулкой или способом заплетки. УСК 2 производится в соответствии со стандартом РД-10-33-93 и ГОСТ 25573-82.	Кольцевые канатные стропы СКК предназначены для установления сцепления груза с крюком крана. Их назначение может быть разным, они могут работать от двух до восьми ветвей, что позволяет транспортировать очень габаритные грузы
Стропы канатные ВК - ветвь канатная, ВК с крюком		Максимальная грузоподъемность петлевой стропы, минимальная длина канатной ветви, диаметр каната, напрямую зависят от модификации двухпетлевых канатных строп ВК.	Концы каната стропы ВК заделываются либо заплеткой, либо опрессовкой.	стропа ВК используется как простое и эффективное грузозахватное приспособление, удлинительный или соединительный элемент при погрузочных работах или на производстве.
Стропы цепные				
Одноветвевые стропы цепные 1СЦ		Основа цепных строп 1 СЦ - комплектующие элементы обычной прочности и цепи.		Чрезвычайная прочность цепных строп и их устойчивость к изломам позволяет применять цепные стропы при экстремальных температурах. Используются при подъеме или перемещении грузов с острыми гранями.
Строп ВЦ - ветвь цепная		Обе петли цепного стропа ВЦ изготовлены в виде овального звена типа Ов.		Цепную ветвь ВЦ можно использовать и как самостоятельную связующую единицу между грузом и грузоподъемником. Строп ВЦ применяют в качестве запчасти для ремонте цепных строп.

Окончание таб. 60

1	2	3	4	5
Двухветвевые стропы цепные 2 СЦ		Две ветви цепей в стропах 2 СЦ увеличивают их грузоподъемные характеристики. Даже при критических нагрузках звенья стропа этого типа деформируются, растягиваясь, но не разрываясь. Эта особенность цепного стропа 2 СЦ позволяет вовремя заменять изношенные узлы	2СЦ создан из комплектующих по классу прочности стали Т8.	Цепные двухветвевые стропы 2 СЦ навешиваются на сам крюк грузоподъемного крана. Широко применяются в такелажных и строительных работах. Есть возможность изменять длину ветвей СЦ стропа
Четырехветвевые стропы цепные 4 СЦ		Конструкция цепных строп 4 СЦ представляет собой звено и четыре цепные ветви.		Стропы цепные 4 СЦ используют для сроповки и подъема грузов, имеющий некоторые габаритные особенности или нестандартную форму и не подходящие для применения двухветвевых цепных стропов.
Цепной универсальный строп УСЦ (кольцевой)		Универсальный цепной строп УСЦ – замкнутая в кольцо цепь. УСЦ строп может использоваться как индивидуально, так и в комплекте с другими цепными и канатными стропами.	. Кольцевые цепные стропы по РД производятся из цепей и комплектующих элементов обычной прочности	Производства с высокой температурой, химически агрессивной средой. Стропы кольцевые цепные УСЦ используют для подъема нестандартных грузов с острыми гранями и кромками

Текстильные стропы – наиболее универсальные из всех видов строп. Их изготавливают из текстильной тканой ленты, материал – полиэстер, пропилен, полиамид, капрон и др. Этот тип строп набирает все большую популярность, так как обладает гибкостью, легкостью и большой грузоподъемностью. Стропы из текстиля не царапают и не деформируют грузы при транспортировке. Текстильные стропы состоят из двух ременных слоев. Цвет стропов из текстиля отличается в зависимости от допустимых нагрузок. Срок эксплуатации текстильных стропов продлевает специальная защитная ткань в области петель строп или по всей длине текстильной стропы. Текстильные стропы предназначены для подъема и перемещения различных грузов весом от 1 до 60 тонн , требующих мягкого захвата, не нарушающего покрытия, формы и структуры груза.

Схемы строповки представлены выше в данном учебно-методическом пособии. Технические характеристики приведены в табл. 61.

Текстильные ленточные стропы

Текстильные круглопрядные стропы

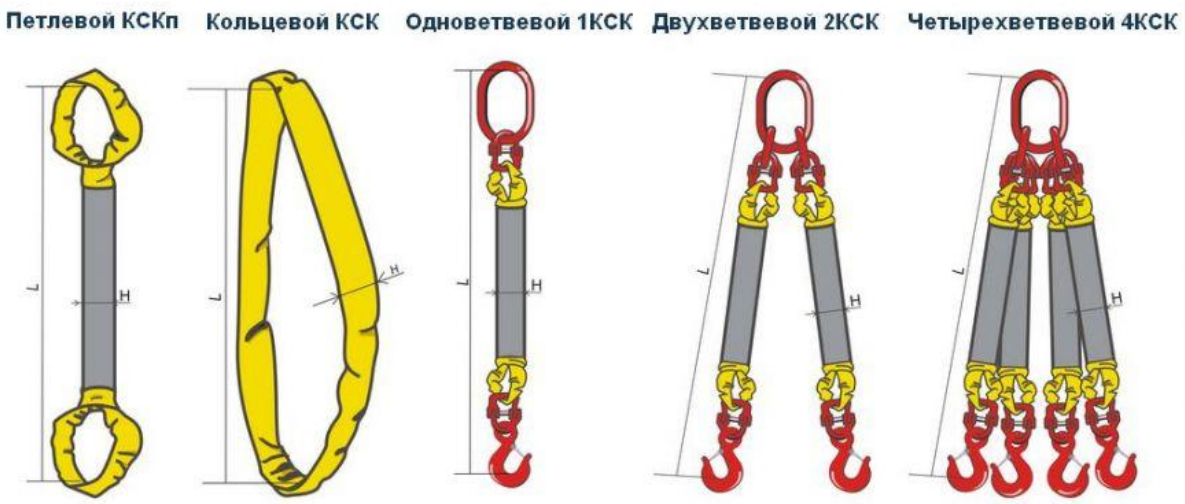
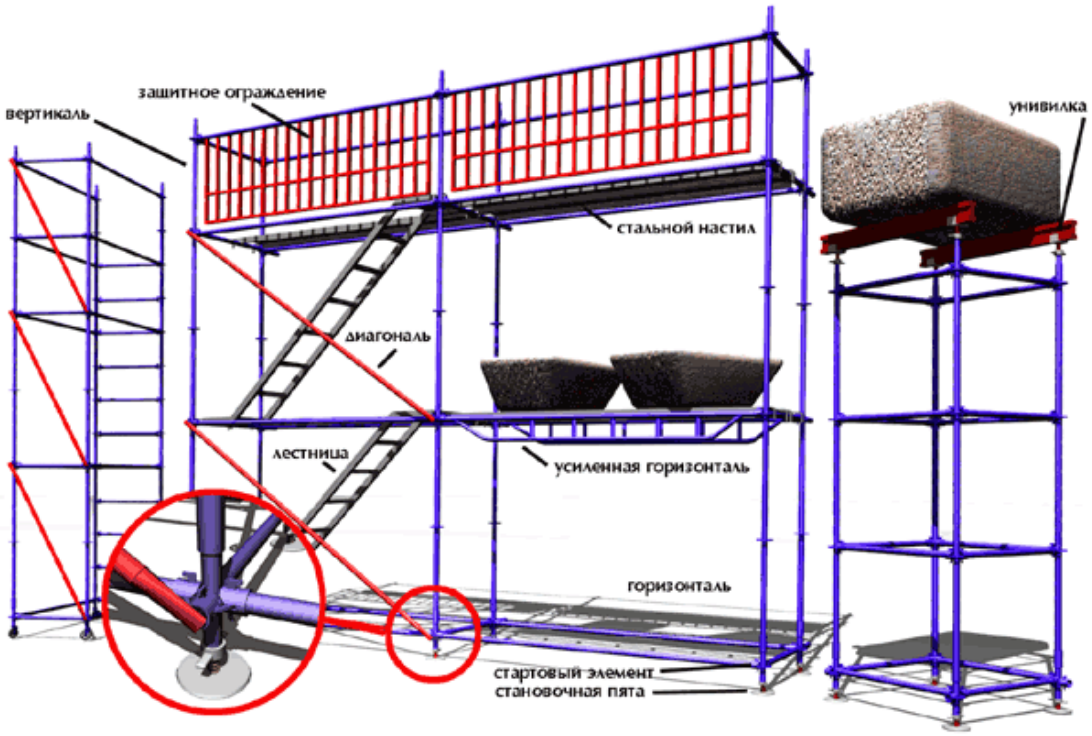
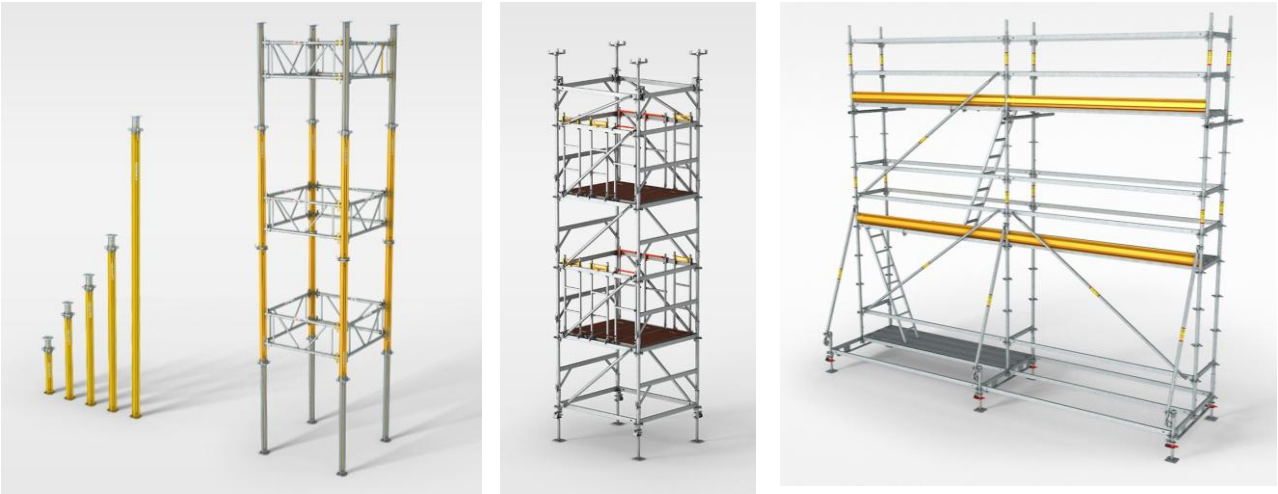


Рис. 136. Виды текстильных стропов

а



б *в* *г*



д *е*

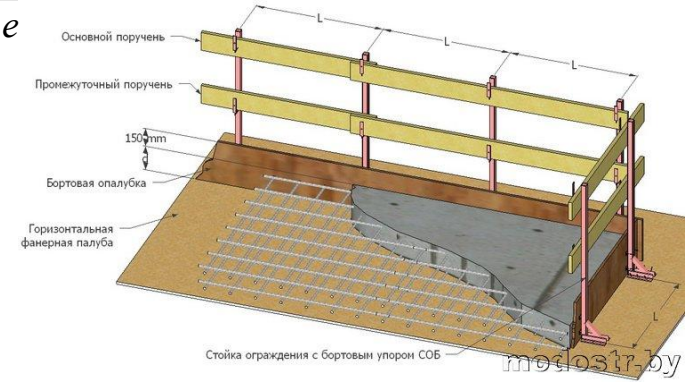


Рис. 137. Приспособления для безопасного проведения работ: *а - леса клиновые строительные (тип ЛСК); б - алюминиевые стойки для перекрытий с возможностью сборки в несущие башни; в - опорная башня с интегрированной системой безопасности; г - леса для армирования; д - перемещаемые подвесные строительные леса; е - бортовая опалубка с защитными ограждениями*

Таблица 61

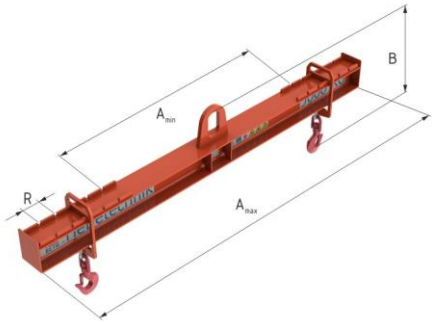
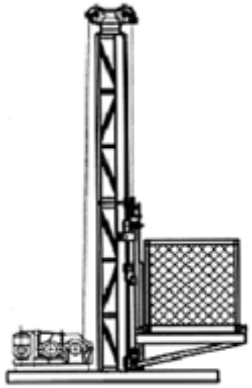
Технические характеристики грузозахватных приспособлений

Наименование приспособления; организация-разработчик	Эскиз	Инвентарный номер, тип, номер чертежа	Грузоподъемность, т (или нагрузка)	Масса, кг	Расчетная высота, м (min/max)	Назначение
1	2	3	4	5	6	7
Строп четырехветвевой ПИ Промсталь-конструкция		№ 21059М 290 4072 3958 1094 21059М 1079 910М 1095 3311 1096	3 5 1 3 5 5 6 7 10 15 18 20	88 215 8-18 30-33 50-78 45-63 95-215 100 99-133 208-228 262-275 299	4,24 9,3 1,5-5 1,2-3 1,5-2,2 3-6 4-9,3 4,2 3-8 3-5 4,5-6 3	Выгрузка и раскладка различных конструкций. Максимальный угол раскрытия ветвей - 90^0
Строп двухветвевой *ГОСТ 25573-82 Стропы грузовые канатные для строительства. Технические условия*		2СК-5 2СК-2 947 3129 1191 2787 2988 1099 143 1950-52	5 2,5 1 2 3 5 8 10 15 23	18 12 11 11-17 31 40-44 69-76 113-136 124 184	2,2 2 1 1-1,5 2,7 2,6-5 2,6-5 1,7-5 7,5 6	Выгрузка и раскладка различных конструкций. Максимальный угол раскрытия ветвей - 90^0

1	2	3	4	5	6	7
Строп кольцевой канатный типа СКК (универсальный)		3126 2874 2085 4077 3141 2974 3112 1099 1177 1199 1107 1177 1360	0,5 1,5 2 2,5 3 4 5 6 7 8 10 14 20	2-12 7 14 14 5-18 15 15 16 17 19 23 65 96	5,5-12 4 8,5 6 1,2-10 6 6 6 8 6 6 6 6	
Строп одноветвевой облегченный		3140 4077 3141	2,5 2,5 3	7 11-14 8-16	2,5 6-12 3-10	Для монтажа конструкций без петель
Регулируемый вилочный захват Габаритные размеры: ДхШхВ - 6360х2450х4950 м		ЗСО-2	1,5	1300	4,95 Максимальный габаритный размер опалубочного стола 8,0х5,0 м	предназначен для безопасного перемещения опалубочных столов при бетонировании перекрытия. Имеет возможность регулировки расположения вил по ширине: 880мм,1360мм, 2000мм, 2280 мм.

1	2	3	4	5	6	7
Траверса универсальная с дистанционной отцепкой крюков		№ проекта 11500	10	209	5,500	с дистанционной отцепкой крюков предназначена для строповки, подъема и монтажа строительных конструкций при возведении полносборных домов.
Траверсы линейные с центральной точкой подъема		ТЛЦ-1,6/2,0 ТЛЦ-1,6/4,0 ТЛЦ-1,6/6,0 ТЛЦ-1,6/8,0 ТЛЦ-1,6/10,0 ТЛЦ-2,0/2,0 ТЛЦ-2,0/4,0 ТЛЦ-2,0/6,0 ТЛЦ-2,0/8,0 ТЛЦ-2,0/10,0 ТЛЦ-3,0/2,0 ТЛЦ-3,0/4,0 ТЛЦ-3,0/6,0 ТЛЦ-3,0/8,0 ТЛЦ-3,0/10,0 ТЛЦ-1,6/2,0 ТЛЦ-1,6/4,0 ТЛЦ-1,6/6,0 ТЛЦ-1,6/8,0 ТЛЦ-1,6/10,0	1,6 2,0 3,0 1,6	55 130 225 340 480 65 160 280 430 600 70 190 330 505 690 55 130 225 340 480	430 470 490 510 530 450 500 540 570 600 460 530 580 625 650 430 470 490 510 530	**Пример обозначения траверсы:** **ТЛЦ – 10,0/6,0-А-6 –** траверса линейная с центральной точкой подъема; 10,0 – грузоподъемность траверсы в тоннах (10,0т); 6,0 – длина траверсы в метрах (6,0м); А – тип верхнего соединительного элемента (проушина); 6 – тип нижнего соединительного элемента (скоба поперечная).

1	2	3	4	5	6	7
Траверсы линейные с концевыми точками подъема		ТЛК-1,6/2,0 ТЛК-1,6/4,0 ТЛК-1,6/6,0 ТЛК-1,6/8,0 ТЛК-1,6/10,0 ТЛК-2,0/2,0 ТЛК-2,0/4,0 ТДК-2,0/6,0 ТЛК-2,0/8,0 ТЛК-2,0/10,0 ТЛК-3,0/2,0 ТЛК-3,0/4,0 ТЛК-3,0/6,0 ТЛК-3,0/8,0 ТЛК-3,0/10,0 ТЛК-4,0/2,0 ТЛК-4,0/4,0 ТЛК-4,0/6,0 ТЛК-4,0/8,0 ТЛК-4,0/10,0	1,6 2,0 3,0 4,0	33 78 135 204 288 39 96 168 258 360 42 114 198 303 414 48 126 225 354 480	1430 2470 3490 4510 5530 1450 2500 3540 4570 5600 1460 2530 3580 4625 5650 1510 2580 3640 4700 5730	**Пример обозначения траверсы: ТЛК – 10,0/6,0-Б-5** – траверса линейная с концевыми точками подъема; 10,0 – грузоподъемность траверсы в тоннах (10,0т); 6,0 – длина траверсы в метрах (6,0м); Б – тип верхнего соединительного элемента (проушина-скоба); 5 – тип нижнего соединительного элемента (крюк поворотный)
Площадка выносная разгрузочная *Примечание:* *К-1,1; К-1,4 - деревянный настил* *К-1,3 - металлический настил*		К-1.1 К-1.3 К-1.4 ВП-1(К-1.1) ВП-2(К-1.2) ВП-3(К-1.3) ВП-4(К-1.4) ВП-5(К-1.5)	1,2 2,5 2,5 1200 1200 2500 2500 3500	480 1000 900 500 450 800 700 1100	3,2х2 4,6х2,2 4,6х2,2	устанавливают в оконный проём или проём здания. Строительные материалы с помощью крана поднимаются на необходимую высоту и подаются на выносную площадку.

1	2	3	4	5	6	7
Регулируемая балочная траверса TBV		TBV 1,0 / 1500 TBV 1,0 / 2500 TBV 1,0 / 3500 TBV 1,0 / 5000 TBV 1,0 / 6500 TBV 1,0 / 8000 TBV 2,0 / 1500 TBV 2,0 / 2500 TBV 2,0 / 3500 TBV 2,0 / 5000 TBV 2,0 / 6500 TBV 2,0 / 8000 TBV 3,0 / 1500 TBV 3,0 / 2500 TBV 3,0 / 3500 TBV 3,0 / 5000 TBV 3,0 / 6500 TBV 3,0 / 8000	1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3	40 58 95 190 270 342 41 84 137 219 624 710 540 580 605 625 712 840	410 410 410 465 540 540 440 475 500 520 370 458 53 105 162 260 445 547	Предназначена для подачи грузов и конструкций
Одномачтовый подъемник		ПМГ 500 1000кг ПМГ-1-09 ПМГ-1-05	1 0,5 0,75	 4200 5000	до 100 до 100	Предназначен для вертикального подъема грузов различного характера как внутри помещения, так и снаружи, груз подается в проем здания на стационарной платформе или с помощью выкатной платформы.

Окончание таб. 61

1	2	3	4	5	6	7
Автогидроподъемников АГП		АГП-12 (ГАЗ-53А) АГП-18 (ГАЭ-53А) АГП-22 (ЗИЛ-130)	0,2 0,35 0,3	6,05 7,2 8,9	до 12 до 18 до 22	Обеспечение рабочих мест на высоте Наибольший вылет люлек от оси гидроподъемника - 9,0; 10,0 и 10,5, м соответственно
Одномачтовые подъемники		GTWY4-100 GTWY6-100 GTWY8-100 GTWY9-100	4 6 8 9		230 450 485 271	.
Подъемник грузовой строительный		ПМГ-1-Б(500кг)	0,5	870-3790	3- 99	Предназначен для подъема строительных материалов горизонтальной подачи их внутрь проемов зданий (выкатная платформа) и на кровлю.

Все выбранные приспособления и средства малой механизации должны быть представлены в табл. 62.

Таблица 62

Ведомость приспособлений и средств малой механизации (СММ)

Наименование материала (груза)	Масса, т	Наименование приспособления и СММ	Характеристика приспособлений и СММ			Эскиз приспособления
			Грузоподъемность, т	Масса, кг	Расчетная высота, м	
1	2	3	4	5	6	7

5.3.4. Выбор машин и оборудования для подачи грузов и укладки бетонной смеси

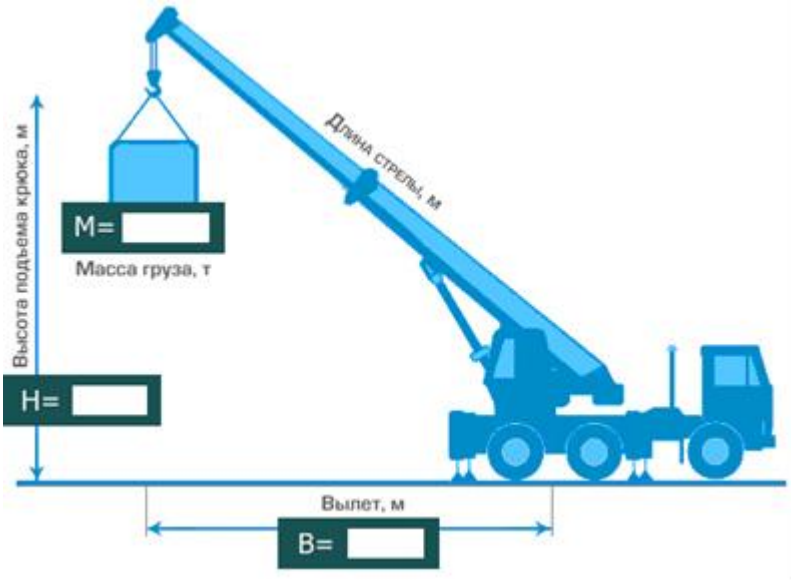


Рис. 138. Основные технические характеристики крана

Индустриализация монолитных работ в большей степени обеспечивается механизированным выполнением опалубочных, арматурных и бетонных работ. Необходимо также, чтобы доставка, разгрузка и складирование материалов выполнялось с применением машин. При этом наибольший эффект обеспечивает комплексная механизация работ с обязательной увязкой производительности ведущей машины (крана, бетононасоса, бетоноукладчика, пневмонагнетателя) с производительностью вспомогательных машин (автобетоновозов, автобетоносмесителей и др.). Имеющиеся технические средства для выполнения всего комплекса работ позволяют создать необходимый комплект машин и оборудования с учетом минимизации стоимостных и трудовых затрат на устройство монолитных конструкций.

В курсовом проекте необходимо рассмотреть не менее 2-х технически возможных вариантов производства работ, основанных на выборе различных комплектов машин для подачи и укладки бетонной смеси. Основным критерием эффективности принятого в производство варианта должна являться себестоимость механизированных работ (или удельная себестоимость) с обязательным анализом трудоемкости и продолжительности работ.

Для назначения схем производства работ необходимо учитывать современные методы и способы транспортирования (при централизованном приготовлении), подачи и укладки бетонной смеси, изложенные в разделе 4.3.

Практика показывает, что при интенсивности бетонирования до 40 м^3/см экономически целесообразно использовать комплекты механизации на базе кранов при интенсивности до 80 м^3/см – комплекты на базе ленточных транспортеров и бетоноукладчиков, и только при интенсивности бетонирования до 120 – 200 м^3/см целесообразно применение комплектов на базе автобетононасосов и стационарных бетононасосов с гидроприводом.

Как было отмечено выше, доминирующие объемы бетонной смеси укладываются крановыми комплектами. Это объясняется возможностью её подачи вертикально и в плане в любую точку объекта, а также универсальностью использования крана в качестве грузоподъемного механизма не только бетонной смеси, но и арматуры и опалубки.

Приняв крановый вариант, можно предварительно установить вместимость (емкость) бадьи для подачи бетонной смеси по формуле:

$$\mathbf{q_б = Q_{см}/T_{см} \cdot n_ц \cdot k_в}, \qquad (5.5)$$

где: $\mathbf{q_б}$ – вместимость бадьи для подачи бетонной смеси, м^3;

$\mathbf{Q_{см}}$ – расчетная интенсивность бетонирования, м^3/ч (определяется делением объема бетонных работ на продолжительность бетонирования);

$\mathbf{n_ц}$ – число циклов крана при подаче бетонной смеси в час (табл. 62);

$\mathbf{k_в}$ – коэффициент использования крана по времени (в КП принимать равным 0,8 – 0,85);

$\mathbf{T_{см}}$ – продолжительность рабочей смены, 8 ч.

Таблица 63

Расчетное число циклов крана при подаче бетонной смеси

Тип крана	**Число циклов крана в час при бетонировании конструкций**		
	тонкостенных	**средней массивности**	**массивных**
Башенный	4	6	8
Самоходный стреловой	4	7	9

Полученное значение округляется до целого числа в большую сторону.

При выборе монтажного крана для выполнения монолитных работ необходимо установить требуемые (расчетные) значения основных технических характеристик (параметров) крана (рис. 137), а именно: ***грузоподъемности*** ($\mathbf{Q_{тр}}$), ***высоты подъема крюка*** ($\mathbf{H_{кр.тр.}}$) и ***вылета крюка*** ($\mathbf{L_{кр.тр.}}$). Следует помнить,

что грузоподъемность и высота подъема крюка не изменяются для установленного варианта объемно-планировочного и конструктивного решения, а вылет крюка зависит от предлагаемой схемы производства работ.

Технические характеристики выбираемого крана должны быть больше (в крайнем случае – равны) требуемым (расчетным) значениям. Требуемые значения ***грузоподъемности*** и ***высоты подъема крюка*** определяются по нижеизложенным формулам:

$$\mathbf{Q_{гр} = q_{гр} + q_{пр}}\text{, т} \qquad (5.6)$$

где: $\mathbf{q_{гр}}$ – масса поднимаемого груза (бетонной смеси, арматуры, опалубки и т.п.), т;

$\mathbf{q_{пр}}$ – масса приспособлений для подачи груза (бадьи, контейнеров, строп и т.п.), принимаемых по табл. 55-58,60. Возможно также, массу приспособлений увеличить до 20% (k = 1,2) за счет загрязнения бадьи, опалубочного щита.

$$\mathbf{H_{кр} = h_{оп} + h_{з} + h_{гр} + h_{пр}}\text{, м} \qquad (5.7)$$

где: $\mathbf{h_{оп}}$ – высота опоры, на которую подается груз (высота последнего этажа – для стен, колонн, перекрытий; фундамента), м;

$\mathbf{h_{з}}$ – высота запаса, обоснованная требовании техники безопасности (принимать от 0,5 до 1,5 м), м;

$\mathbf{h_{гр}}$ – высота подаваемого груза (бадьи с бетоном, опалубочных щитов, стоек, арматурных элементов), м;

$\mathbf{h_{пр}}$ – высота грузозахватного приспособления (строп), м.

Вылет крюка (*расстояние между осью вращения крана и осью, проходящей через центр крюковой обоймы*) зависит от схемы расстановки и типов кранов. При работе башенных кранов на устройстве монолитных надземных конструкций вылет клюка определяется по формуле:

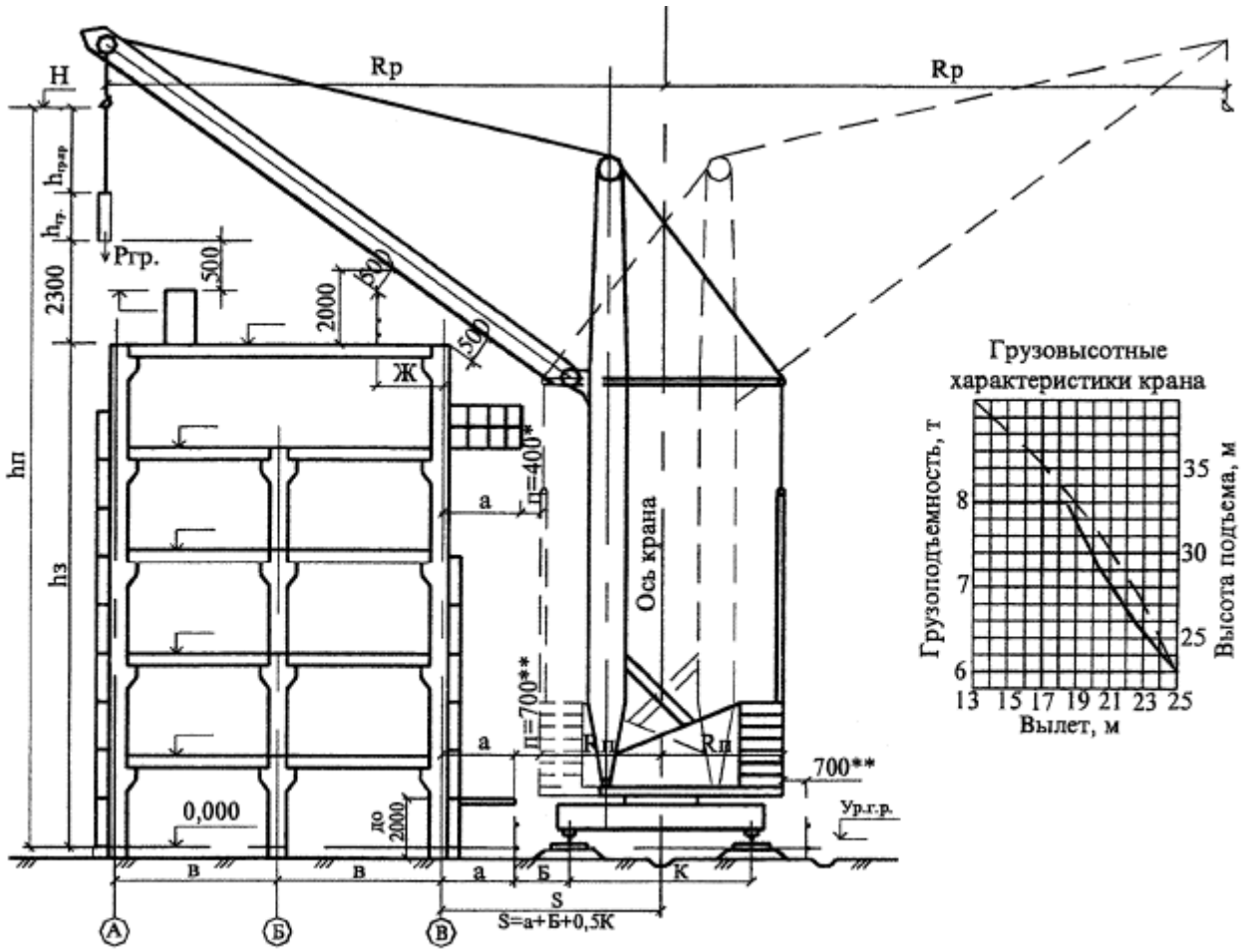
$$\mathbf{L_{кр} = a/2 + b + c}\text{, м} \qquad (5.8)$$

где: **a** – ширина подкранового пути, м (устанавливается по справочникам);

b – ширина здания, м (определяется по заданию на проектирование);

c – расстояние от внутреннего рельса подкранового пути до наиболее выступающей части здания (стены, лоджии). Учитывает размер поворотной платформы крана (радиус хвостовой части) и минимальное расстояние от нее до стены, равное 0,7 м при высоте до 2,5 м и 0,5 м при большей высоте (габарит кабины крана)

Схемы привязки башенного и стрелового крана показаны на рис.139-144.



Н—отметка высоты подъема;

$R_р$—необходимый рабочий вылет;

$R_п$—наибольший радиус поворотной части крана со стороны, противоположной стреле;

$h_з$—высота здания (сооружения);

$h_{гр}$—высота поднимаемого груза;

$h_{гп}$—длина грузозахватного приспособления;

$h_п$—высота подъема;

К—колея пути крана;

Б— минимальное расстояние от выступающей части здания до оси рельса, Б=($R_п$-0,5К)+п.;

В—размеры между осями здания;

Ж— размер зоны, в которой запрещается нахождение людей, определяется в ППР;

а— расстояние от оси здания до его наружной грани (выступающей части);

п— габарит приближения;

S—расстояние от оси крана до оси здания;

Ур.г.р.—отметка головки рельса;

—основные высотные отметки;

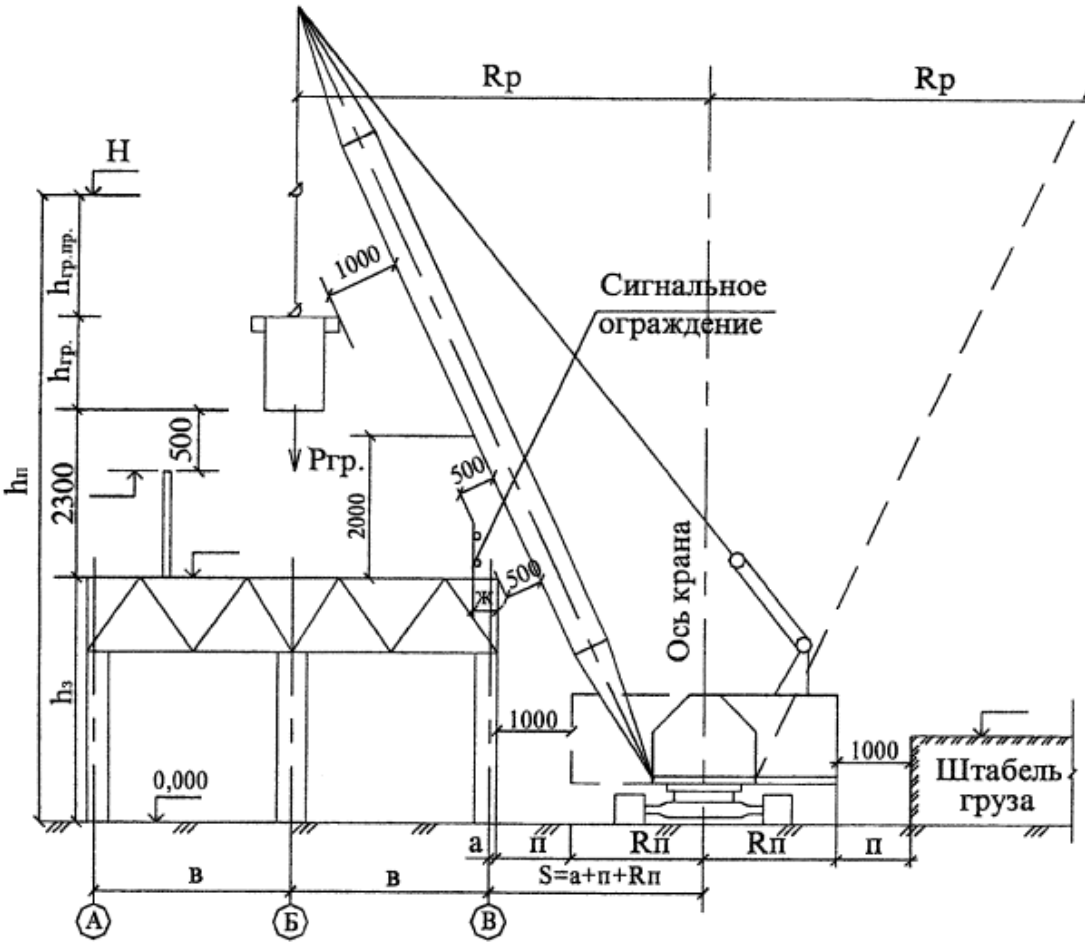
*В связи с возможным отклонением от вертикали поворотной башни высотой более двух секций и грузового полиспаста габарит приближения (п) следует принимать 800 мм вместо 400 мм по всей высоте.

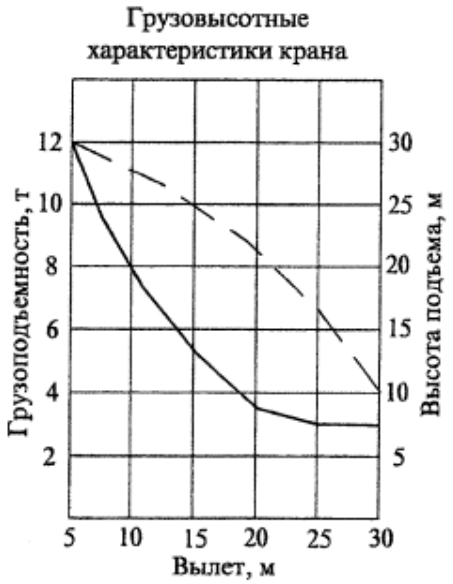
**От наиболее выступающей части крана.

Рис. 139. Привязка башенного крана к зданию

Если краны расположены с двух сторон строящегося здания, вылет крюка определяется как :

$$\mathbf{L_{кр} = a/2 + b/2 + c,}\ \text{м} \qquad (5.9)$$





$R_{¼}$ — необходимый рабочий вылет;

$P_{гр}$ —масса поднимаемого груза;

$R_{ô}$—наибольший радиус поворотной части крана;

$h_{ô}$—высота подъема;

$h_{Á}$—высота здания;

$h_{„¾}$—высота поднимаемого (перемещаемого) груза;

$h_{„¾ô¾}$—длина грузозахватного приспособления;

S—расстояние от оси кранадо оси здания;

Ж— размер зоны, в которой запрещается нахождение людей;

в— размеры между осями здания;

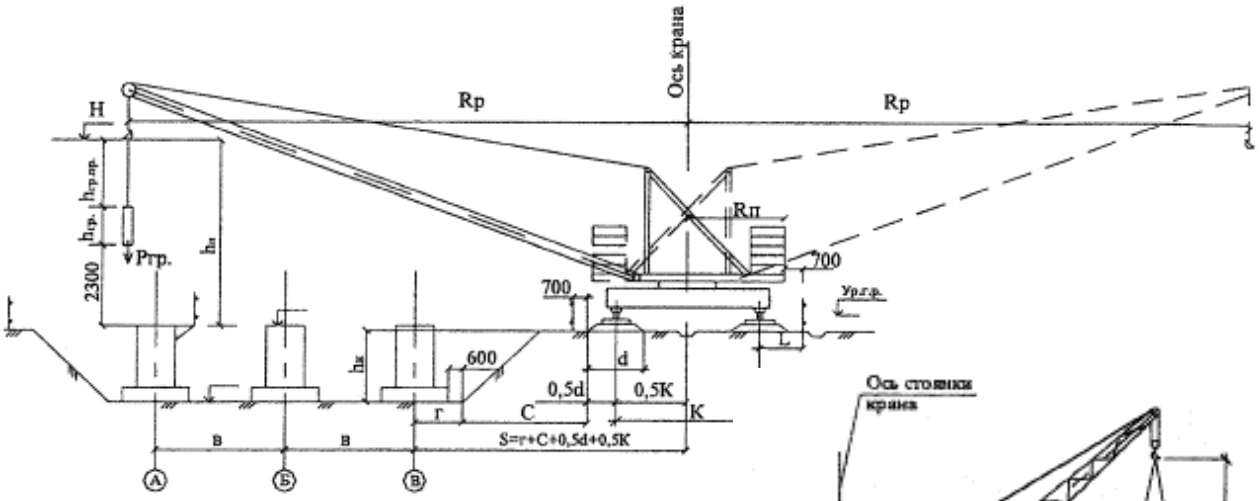
а— расстояние от оси здания до его наружной ;

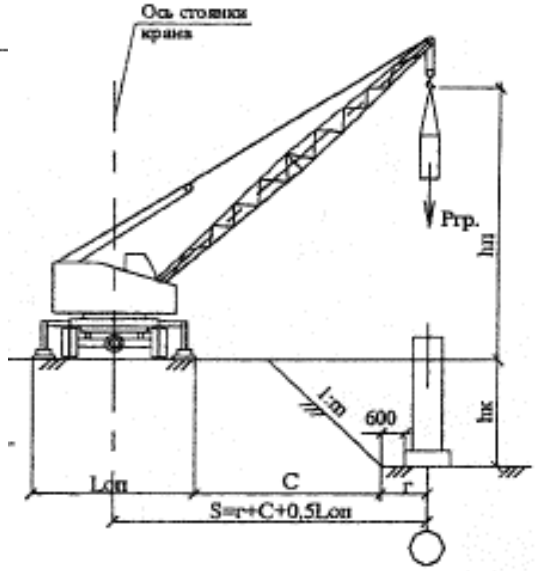
п— габарит приближения;

$\overset{Н}{\downarrow}$—отметка высоты подъема;

$\downarrow$—основные отметки конструкций здания.

Рис. 140. Привязка стрелового крана к зданию





$P_{гр.}$– масса поднимаемого груза;
$R_р$– необходимый рабочий вылет;
$R_п$– наибольший радиус поворотной части крана;
$h_к$– глубина котлована;
$h_{гр.}$ – высота поднимаемого (перемещаемого) груза;
$h_{гр.пр.}$ –длина грузозахватного приспособления;
$h_п$– высота подъема;
К–колея пути крана;
S–расстояние от оси крана до оси здания;
в– размеры между осями здания;
С–расстояние от основания откоса котлована до края балластной призмы (или опоры машины);
r–расстояние от оси здания до основания;
L–расстояние от оси рельса до ограждения рельсового кранового пути;
$L_{оп.}$ –размер колеи или базы гусеничного крана, или опорного контура для грузоподъемных машин с выносными опорами;
Z– расстояние от опоры гусеничного крана до края железобетонной опорной плиты;
1:m–крутизнаоткоса по ПНР;
d–ширина основания балластной призмы

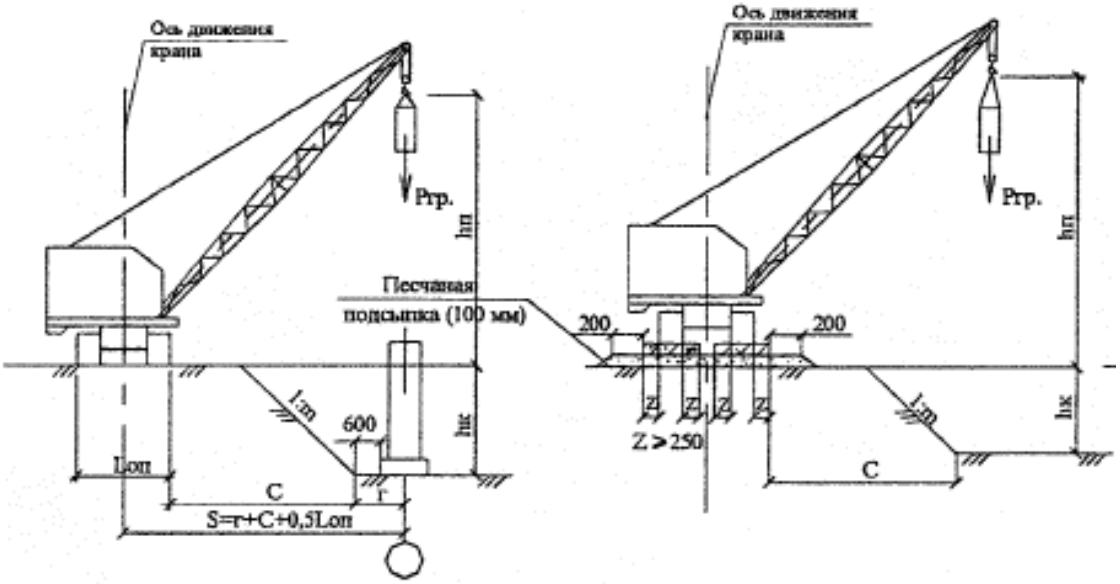


Рис. 141. Установка рельсового и стрелового кранов у откосов выемок

Приближение грузоподъемных машин к неукрепленным откосам котлованов, траншей или других выемок при ненасыпном грунте разрешается только за пределами призмы обрушения грунта и определяется расстоянием по горизонтали от основания откоса котлована (выемки):

- до нижнего края балластной призмы рельсового кранового пути согласно рис. 141 и табл. 64. (СНиП 12-03-2001 п. 7.2.4)
- для стреловых кранов, строительных подъемников, кранов-манипуляторов и подъемников(вышек) - до ближайших опор согласно рис. 141 и табл. 64.

Таблица 64

Минимальные расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины

Глубина выемки, м	**Грунт ненасыпной**			
	песчаный	**супесчаный**	**суглинистый**	**глинистый**
1,0	1,50	1,25	1,00	1,00
2,0	3,00	2,40	2,00	1,50
3,0	4,00	3,60	3,25	1,75
4,0	5,00	4,40	4,00	3,00
5,0	6,00.	5,30	4,75	3,50
Примечание - При глубине выемки более 5 м расстояние от основания откоса выемки до ближайших опор грузоподъемных машин определяется расчетом.				

Крутизну откосов выемок, устраиваемых без крепления в насыпных, песчаных и пылевато-глинистых грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, следует принимать по табл. 65. (СНиП 12-04-2002 п. 5.2.6)

Таблица 65

Крутизна откосов выемок в зависимости от глубины

Виды грунтов	**Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более**		
	1,5	**3,0**	**5,0**
Насыпные неслежавшиеся	1:0,67	1:1	1: 1,25
Песчаные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессовые	1:0	1:0,5	1:0,5
Примечания: 1 При напластовании различных видов грунта крутизну откосов назначают по наименее устойчивому виду от обрушения откоса.. *2 К неслежавшимся насыпным относятся грунты с давностью отсыпки до двух лет для песчаных; до пяти лет - для пылевато-глинистых грунтов*			

Устройство выемок с вертикальными стенками без крепления выше уровня грунтовых вод и при отсутствии вблизи подземных сооружений допускается при их глубине не более, м:

- 1,0 - в неслежавшихся насыпных и природного сложения песчаных грунтах;
- 1,25-всупесях;
- 1,5 - в суглинках и глинах (СНиП12-04-2002 п. 5.2.4).

При работе самоходных стреловых кранов вылет крюка должен быть определен схемой производства работ для самого «неудобного» положения подачи груза. Так как при подаче груза основным крюком вылет крюка достигает больших значений, то возможна подача гуськом или кранами в *башенно-стреловом исполнении (БСИ)*.

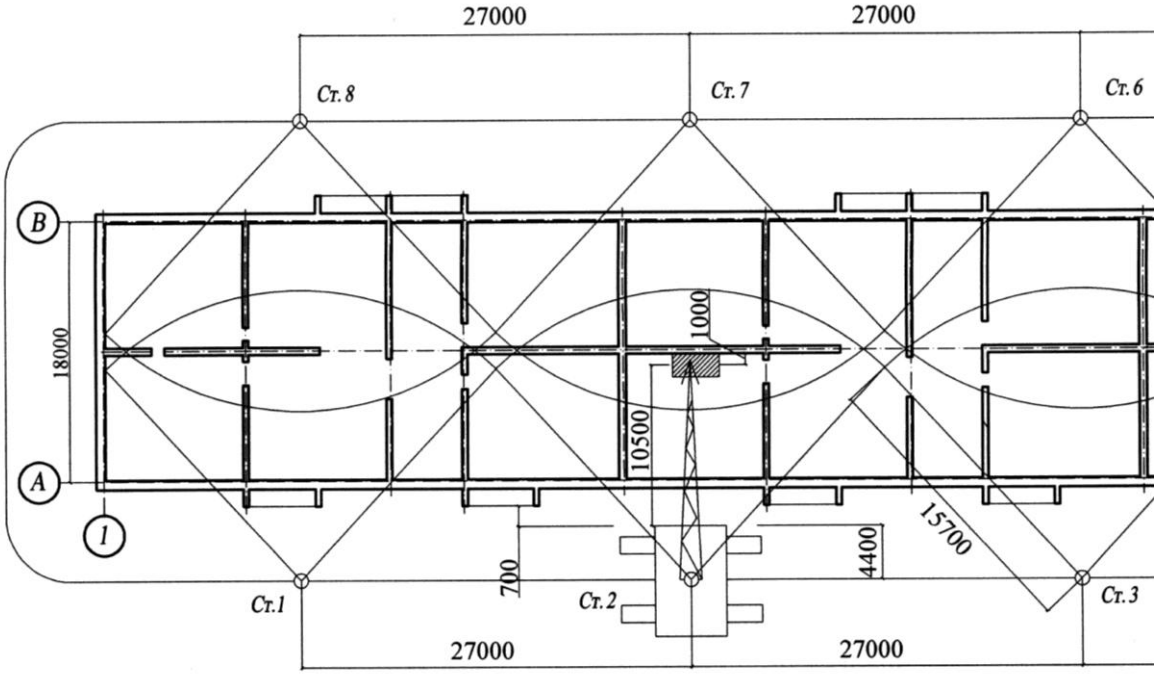


Рис. 142. Фрагмент технологической схемы расположения самоходного стрелового крана или БСИ

Расстояние между стоянками крана определяется таким образом, чтобы при работе крана не было участков, не обеспеченных материалами.

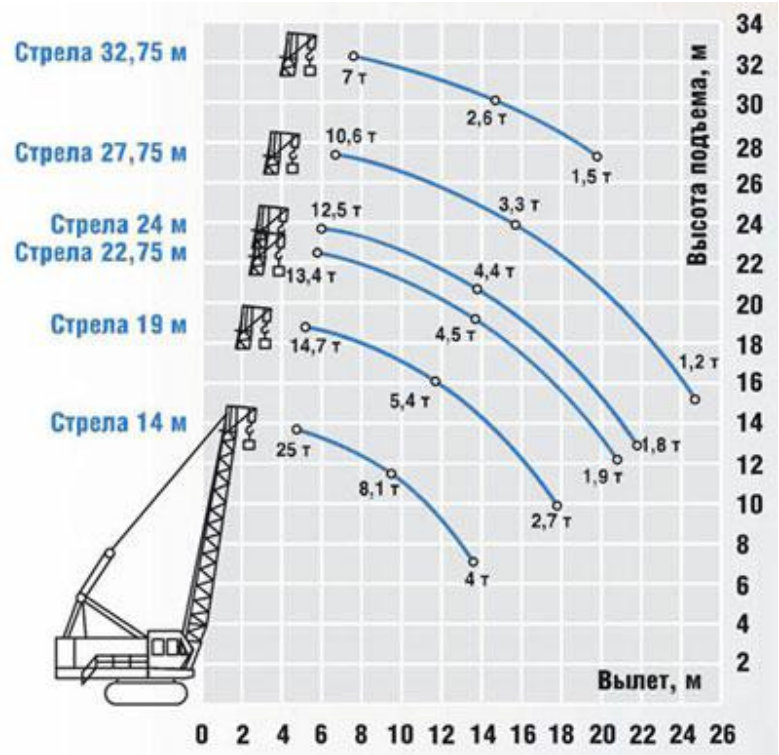
Более подробно вылет крюка самоходных кранов можно рассчитать по методике, изложенной в [22,23].

Результаты расчетов технических параметров для двух схем производства работ занести в табл.66.

Таблица 66

Расчет технических параметров кранов

Наименование материала или груза	Расчетные технические характеристики				Марка крана, обеспечивающего производство работ	
	Q, т	$H_{кр}$, м	$L_{кр}$, м			
			1 вариант	2 вариант	1 вариант	2 вариант
1	2	3	4	5	6	7



По расчетным **Q, $H_{кр}$** и **$L_{кр}$**, пользуясь справочниками (.....), определяют марку кранов, технические параметры которых были бы наиболее близки к требуемым расчетным значениям.

Рис. 143. Номограмма основных характеристик крана

При использовании бетононасосов различных марок значительно вырастает трудоемкость подготовительных и вспомогательных работ, связанных с установкой, разборкой и промывкой бетоноводов.

При выборе бетононасосов требуется прежде всего учитывать интенсивность бетонирования, максимальные высоту и дальность подачи, состав бетонной смеси, режим перекачивания и т.п.

Тип бетононасоса (прицепной, стационарный, автобетононасос) рекомендуется принимать в зависимости от вида бетонируемых конструкций. Так, при рассредоточенном и линейно-протяженном строительстве целесообразны передвижные бетононасосы, автобетононасосы с распределительной стрелой - при бетонировании подземных конструкций зданий высотой 5 – 7 этажей, стационарные – при возведении многоэтажных зданий и массивных конструкций.

Технические характеристики бетононасосных установок представлены в таблицах 66, 67.

Таблица 67

Технические характеристики бетононасосных установок с маслогидравлическим приводом

Показатель	Бетононасосные установки					
	СБ-165	**БН-30**	**БН-40**	**СБ-161**	**СБ-126А**	**БН 80-20**
Тип	Прицепной			Стацио-нарный	Автобетононасос с распределительной стрелой	
Регулируемая производительность, $м^3$	5-20	5-30	5-40	5-65	5-65	5-65
Вылет распределительной стрелы, м	-	-	-	-	18	17
Угол поворота стрелы, град.	-	-	360	360	360	360
Давление, развиваемое бетонотранспортным поршнем, МПа	6	6	6	6	6	6
Дальность подачи, м: -по горизонтали	300	300	200	350	350	200
-по вертикали	80	80	60	80	80	80
Наибольшая крупность заполнителя, мм	40	40	40	40	40	40
Диаметр бетоновода (внутренний), мм	125	125	125	125	125	125
Объем приемного бункера, $м^3$	0,5	0,4	0,4	0,7	0,7	0,4
Вылет стрелы, м	10		30	12	13	26,5
Высота загрузки бетонной смеси, мм	1400	1400	1300	1350	1400	1400
Диаметр транспортного цилиндра, мм	180	180	180	180	180	180
Число звеньев (транспортных цилиндров)	2	-	3	2	3	3
Ход поршня, мм	1400	1000	1500	1400	1400	1500
Наибольшее давление в приводном гидроцилиндре, МПа	16	16	16	16	16	16
Габаритные размеры, мм: -длина -ширина -высота	5000 1900 1750	5420 2400 2110	5450 2170 1850	6000 2500 1950	10000 2500 3500	11000 2500 3500
Масса бетононасоса (технологическое оборудование), т	2,5	5,3	4,1	3	8	11

Таблица 68

Технические характеристики бетононасосов

Показатель	Бетононасосы				
	С-296А	**СБ-7 (С-284А)**	**СБ-68 (УСБ-5В)**	**СБ-85**	**СБ-95***
Производительность, $м^3$	10	40	5	25	25
Дальность подачи, м: -по горизонтали -по вертикали	40 250	15 250	10 100	50 350	21(50)** 17(350)**
Диаметр транспортного цилиндра, мм	150	280	150	220	220
Число транспортных цилиндров	1	2	1	2	2
Диаметр бетоновода (внутренний), мм	150	283	150	207	120(207)**
Ход поршня, мм	250	400	-	1040	1040
Наибольшая крупность заполнителя, мм	40	70	40	70	40(70)**
Подвижность смеси (по осадке конуса), см	6-12	6-12	6-15	4-12	4-12
Объем приемного бункера, $м^3$	0,45	2,8	-	0,55	0,55
Мощность двигателя, кВт	16,8	64	11	57,7	57,7
Давление в маслопроводе, МПа	-	-	5	10	10
Габаритные размеры, мм: -длина -ширина -высота	2460 1350 1700	5940 2040 3175	2650 830 1000	4475 1875 1655	8000 1875 2640
Масса бетононасоса (технологическое оборудование), т	2850	1200	1050	6500	11300
Завод-изготовитель	Князепетровский строительных машин		Московский строительных машин	Князепетровский строительных машин	
Выпуск	Серийный		Снят с производства	Серийно не выпускаются	

** Насос СБ-95 оборудован шарнирно-сочлененной стрелой.*
*** В скобках приведены показатели для насоса СБ-95 без стрелы при использовании дополнительного комплекта бетоновода*

5.4. Технико-экономическое обоснование вариантов производства работ (Приложение 4)

После выбора грузоподъемных машин и средств малой механизации для различных (не менее 2-х) технически возможных вариантов производства работ по каменной кладке следует произвести их сравнение по технико-экономическим показателям, таким как *трудоемкость работ, себестоимость работ, продолжительность, коэффициент использования по грузоподъемности и т.п.*

Трудоемкость работ определена калькуляциями затрат труда, составленными для каждого предлагаемого варианта производства работ.

Себестоимость i-го варианта учитывает затраты на эксплуатацию машин и механизмов и основную заработную плату (стоимость конструкций и материалов по вариантам одинакова и сравнению не подлежит) и может быть определена по формулам, предоставленным ниже.

Основным критерием выбора варианта производства работ является себестоимость с учетом других вышеназванных показателей.

Себестоимость работ по вариантам может быть определена по формуле:

$$\mathbf{C_i} = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{C}_{маш\text{-}ч_i} \cdot \mathbf{B_i} \cdot \mathbf{T_{oi}} \cdot \mathbf{K_1} + \mathbf{C_{У.П.П}}\,, \qquad (5.10)$$

где: $\mathbf{C_i}$ – себестоимость i-го варианта производства работ, р.;

$\mathbf{C}_{маш\text{-}ч_i}$ – стоимость машино-часа работы i-й машины (крана), р., определяется по нормативной и справочной литературе [23];

$\mathbf{B_i}$ – количество однотонных машин, работающих на объекте (в соответствии с предлагаемыми схемами производства работ);

$\mathbf{T_{oi}}$ – продолжительность работы i-й машины на объекте, ч (определяется соответствующими калькуляциями затрат труда);

$\mathbf{K_1}$ – коэффициент накладных расходов, относящийся к эксплуатации строительных машин. В курсовом проекте принимать K_1=1,08;

$\mathbf{C_{У.П.П}}$ – стоимость устройства подкрановых путей, р.

Стоимость машино-часа работы машин представляет собой сумму годовых $\mathbf{C_г}$, единовременных $\mathbf{C_е}$ и текущих эксплуатационных $\mathbf{C_{т.э}}$ затрат:

$$\mathbf{C}_{маш\text{-}ч_i} = \mathbf{C_{гi}} + \mathbf{C_{еi}} + \mathbf{C_{тэi}}\,, \qquad (5.11)$$

или:

$$\mathbf{C}_{маш\text{-}ч_i} = \mathbf{M_i} \cdot \mathbf{A_i} / \mathbf{800\ T_н\ m} + (\mathbf{C_{трi}} + \mathbf{C_{М\text{-}Дi}}) / \mathbf{T_{oi}} + \mathbf{C_{рi}} + \mathbf{C_{вi}} + \mathbf{C_{сi}} + \mathbf{C_{эi}} + \mathbf{C_{зi}}\,, \qquad (5.12)$$

где: $\mathbf{M_i}$ – инвентарно-расчетная стоимость i-й машины (стоимость затрат на изготовление машины и доставку до базы заказчика), р.;

$\mathbf{A_i}$ - процент амортизационных отчислений;

$\mathbf{T_н}$ – нормативное количество дней работы i-й машины в течение года определяется по табл. 69;

m – количество рабочих смен в сутки (может быть принят 1 или 2-сменный режим работы);

$\mathbf{C_{трi}}$ – стоимость транспортировки i-й машины от базы до объекта или с объекта на объект, р.;

$\mathbf{C_{М\text{-}Дi}}$ – стоимость затрат на монтаж и демонтаж i-й машины на объекте, р.;

$\mathbf{C_{рi}}$ – затраты на текущий ремонт i-ой машины, р.;

$\mathbf{C_{вi}}$ – то же на вспомогательное оборудование, р.;

$\mathbf{C_{сi}}$ – то же, на смазочные материалы, р.;

$\mathbf{C_{эi}}$ – то же, на электроэнергию, р.;

$\mathbf{C_{зi}}$ – затраты на заработную плату машиниста (крановщика), р.

Таблица 69

Число рабочих дней работы машин в году

Зона	Фонд времени работы кранов, дни	
	башенных	**самоходных стреловых**
Северная	214	238
Южная	249	255
В целом в строительстве	233	247
Центрально-черноземный район	217,7	250,8

Исходные данные для определения $\mathbf{C_{маш\text{-}ч_i}}$ различных строительных машин представлены в табл. 69 – 74.

Одновременно с экономическими показателями эффективность варианта производства работ следует оценивать и по техническим параметрам, таким как ***коэффициенты использования крана по грузоподъемности*** при подаче различных грузов $\mathbf{К_{грi}}$:

$$\mathbf{К_{грi} = q_{гр} / Q_{кр}}, \qquad (5.13)$$

где: $\mathbf{q_{гр}}$ – масса подаваемого груза (пакет арматуры, опаубочная панель, бадья с бетоном и п.п.), т;

$\mathbf{Q_{кр}}$ – грузоподъемность крана при рабочем вылете крюка, т.

Средний коэффициент грузоподъемности может быть определен по формуле

$$\mathbf{К_{гр.ср}} = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{К_{грi} / n}, \qquad (5.14)$$

где: **n** – количество типов подаваемых грузов.

Таблица 70

Исходные данные для определения себестоимости 1-го машино-часа гусеничных кранов (в ценах 2001 г.)

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ КРАНОВ, т		16	25	40	50	63	100
ЦЕНА, тыс. р.	Оптовая	1571	1964	3784	3701	5355	13685
	Инвентарно-расчетная	1714	2130	4266	4147	5998	15726
Годовые затраты	Амартизационные затраты, %	13,4	12,5	12,5	10,9	10,9	8,8
	Годовая сумма амартизационных отчислений, тыс. р.	230,0	266,25	533,25	452,0	653,78	1383,9
Единовременные затраты, тыс. р.	Стоимость транспортировки	2,38	4,52	2,23	3,15	5,37	7,64
	Стоимость монтажа – демонтажа	1,90	3,09	34,39	63,5	69,73	115,49
ИТОГО		**4,28**	**7,61**	**36,62**	**66,65**	**75,1**	**123,13**
Текущие эксплуатационные затраты на 1 маш.-час, р.	Техническое обслуживание и текущий ремонт	17,9	20,8	22,0	23,8	25,6	28,6
	Замена и ремонт сменной оснастки	24,4	28,0	29,8	31,5	34,5	38,7
	Энергетические материалы	28,6	44,6	56,5	130,9	107,1	125,0
	Смазочные материалы	6,0	8,9	11,9	13,1	21,4	25,0
	Содержание обслуживающего персонала	63,1	63,1	67,2	71,4	135,1	140,0

Таблица 71

Исходные данные для определения себестоимости 1-го машино-часа пневмоколесных кранов (в ценах 2001 г.)

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ КРАНОВ, т		16	25	40	63	100
ЦЕНА, тыс. р.	Оптовая	1559	2404	3142	11579	10115
	Инвентарно-расчетная	1726	2618	3516	12971	11329
Годовые затраты	Амартизационные затраты, %	12,7	11,6	11,6	10,1	10,1
	Годовая сумма амартизационных отчислений, тыс. р.	219,2	303,7	407,86	1310,1	1144,2
Единовременные затраты, тыс. р.	Стоимость транспортировки	1,08	1,08	2,9	2,9	2,9
	Стоимость монтажа – демонтажа	3,69	3,69	4,3	4,3	5,5
ИТОГО		**4,77**	**4,77**	**7,2**	**7,2**	**8,4**
Текущие эксплуатационные затраты на 1 маш.-час, р.	Техническое обслуживание и текущий ремонт	16,7	18,4	21,4	3,2	25,6
	Замена и ремонт сменной оснастки	11,9	16,1	29,2	31,5	34,5
	Энергетические материалы	20,8	33,3	52,4	44	44
	Смазочные материалы	4,17	6,55	10,7	8,93	8,93
	Содержание обслуживающего персонала	122,6	63,1	121,4	121,4	130,9

Таблица 72

Исходные данные для определения себестоимости 1-го машино-часа автомобильных кранов (в ценах 2001 г.)

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ КРАНОВ, т		6,3 (7)	10 (12,5)	14 (15)	16 (17)	25 (32)	40
ЦЕНА, тыс. р.	Оптовая	810	1083	1 416	1660	293	8211
	Инвентарно-расчетная	883	1179	1547	809	2497	8949
Годовые затраты	Амартизационные затраты, %	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	12,5
	Годовая сумма амартизационных отчислений, тыс. р.	136,9	182,7	239,8	280,5	387,0	1118,6
Единовременные затраты, тыс. р.	Стоимость транспортировки	-	-	-	-	-	-
	Стоимость монтажа – демонтажа	-	-	-	-	-	-
ИТОГО		**125**	**125**	**125**	**149**	**125**	**149**
Текущие эксплуатационные затраты на 1 маш.-час, р.	Техническое обслуживание и текущий ремонт	340,34	415,9	415,9	414,72	415,9	440,3
	Замена и ремонт сменной оснастки	60,1	151,73	154,7	229,1	234,43	235,0
	Энергетические материалы	100,56	120,79	120,79	121,98	123,76	124,95
	Смазочные материалы	59,96	61,29	61,29	48,79	61,29	62,48
	Содержание обслуживающего персонала	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,6

Таблица 73

Исходные данные для определения себестоимости 1-го машино-часа кранов на шасси автомобильного типа и короткобазовых кранов (в ценах 2001 г.)

ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ КРАНОВ, т		16	25	40	63	100
ЦЕНА, тыс. р.	Оптовая	2500	3725	7735	15470	17850
	Инвентарно-расчетная	2725	4060	8431	17315	19457
Годовые затраты	Амартизационные затраты, %	12,7	11,6	11,7	10,1	10,1
	Годовая сумма амартизационных отчислений, тыс. р.	340	471	586	1749	1965
Единовременные затраты, тыс. р.	Стоимость транспортировки	148,8	148,8	178,5	238,0	833,0
	Стоимость монтажа – демонтажа	130,9	178,5	410,6	523,6	446,3
ИТОГО		**279,7**	**327,3**	**589,1**	**761,6**	**1279,3**
Текущие эксплуатационные затраты на 1 маш.-час, р.	Техническое обслуживание и текущий ремонт	17,85	19,64	22,61	24,4	54,74
	Замена и ремонт сменной оснастки	23,8	26,78	30,35	32,73	30,94
	Энергетические материалы	59,5	83,3	71,4	101,15	69,02
	Смазочные материалы	13,09	18,45	15,47	22,61	23,8
	Содержание обслуживающего персонала	63,07	121,38	121,38	140	133,88

Таблица 74

Исходные данные для определения себестоимости 1-го машино-часа башенных кранов (в ценах 2001 г.)

ГРУЗОВОЙ МОМЕНТ, тс˙м (т)*		100 (2-8)	160 (8-10)	200 (8-10)	250 (10-16)	400 (12,5-25)	1000 (≥ 25)
ЦЕНА тыс. р.	Оптовая	1845	4284	5563	7170	8431	8211
	Инвентарно-расчетная	2065	5099	6230	8033	9443	9200
Годовые затраты	Амартизационные затраты, %	11,9	11,9	8,6	8,6	8,6	8,6
	Годовая сумма амартизационных отчислений, тыс. р.	245,74	606,10	536,80	690,84	812,10	791,20
Единовременные затраты, тыс. руб.	Стоимость транспортировки	14,86	22,61	23,80	28,56	74,40	80,10
	Стоимость монтажа – демонтажа	29,75	53,55	53,55	67,20	244,60	237,90
ИТОГО		**44,61**	**76,16**	**77,35**	**195,76**	**319,00**	**318,00**
Текущие эксплуатационные затраты на 1 маш.-час, р.	Техническое обслуживание и текущий ремонт	101,1	119,0	119,0	149,0	173,0	149,0
	Замена и ремонт сменной оснастки	57,0	79,0	79,0	212,0	57,0	212,0
	Энергетические материалы	30,0	60,0	36,0	12,0	57,0	12,0
	Смазочные материалы	3,6	3,6	3,6	9,5	5,4	9,5
	Содержание обслуживающего персонала	54	72	54	72	76,8	83,3

Примечание: **** марки кранов с грузовым моментом:***

- до 120 (т˙м): Б-100.0, КБ-100, $К_{БК}$-100.1, КБ-100-ОМ, КБ-100.2, БКСМ-5-5А, БКСМ-5-9;

- до 200 (т˙м): МСК 7,5-20, МСК-10-20, БКСМ-7-9, КБ-106.2, $КБ_К$-160.2, КБ-160.4

- от 300 и более: БК-406А, БК-300, БК-300Д, КБГС-101М, БК-404, БК-405, БК–1000, БК-1425, КБ-503, КБ-503.1, КБ-674, КБ-503А

Таблица 75

Исходные данные для определения себестоимости 1-го машино-часа строительных машин (в ценах 2001 г.)

№ п/п	Наименование машин и техническая характеристика	Амортизационные отчисления на полное восстановление, руб.	Переменные эксплуатационные затраты									Затраты на перебазировку - всего, руб., в т.ч. оплата труда, руб	Сметная расценка, руб., в т.ч. оплата труда рабочих, управляющих машиной, руб.
			на ремонт и техническое обслуживание, руб., в т.ч. оплата труда ремонтных рабочих, руб.	на замену быстроизнашивающихся частей, руб., в т.ч. оплата труда рабочих, руб.	труда рабочих, управляющих машиной, и оплата труда, чел.-ч/руб.	на энергоносители				на смазочные материалы, руб.	на гидравлическую жидкость, кг/руб.		
						бензин, кг/руб.	дизельное топливо, кг/руб.	электроэнергия, кВт-ч/руб.	сжатый воздух, м3/руб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Автобетоносмесители:													
1	4 м 3	30 ,02	48 ,05	1 ,9	1 13 ,5	-	8,33 41 ,65	-	-	5 ,25	0 ,14 2 ,73	-	143,1 13 ,5
2	5 м 3	46 ,14	56 ,77	1 ,9	1 13 ,5	-	9,32 46 ,6	-	-	5 ,87	0 ,14 2 ,73	-	173,5 13 ,5
3	6 м3	47 ,96	59 ,03	1 ,9	1 13 ,5	-	9,32 46 ,6	-	-	5 ,87	0 ,14 2 ,73	-	177 ,6 13 ,5
4	7 м3	51 ,0	62 ,79	1 ,9	1 13 ,5	-	9 ,32 46 ,6	-	-	5 ,87	0 ,14 2 ,73	-	184,4 13 ,5

Продолжение таб.75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	Автобетоносмесители на базе автомобиля, вмести-мостью барабана 2,7м3	15,27	29,38	3,98	1 11,6	-	3,43 17,15	-	-	3,25	-	3,00	83,63 11,6
Бадьи:													
6	2 м3	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00 -
7	4 м3	1,16	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,66 -
8	8 м3	13,45	4,81	-	-	-	-	-	-	-	-	0,80	19,06 -
Бетононасосы:													
9	при работе на строитель-стве тоннелей , 10 м3/ч (передвижные)	36,73	28,93	-	1 16,44	-	-	41,20 16,48	-	4,50	-	12,92	116,00 16,44
10	при работе на гидроэнер-гетическом строительстве, 5-65 м3/ч	95,12	230,74	4,32	2 25,1	-	17,30 86,50	-	-	16,7 5	0,71 14,20	37,60	510,33 25,1
Бетоносмесители гравитационные передвижные:													
11	65 л	0,33	0,50	-	1 10,06	-	-	2,90 1,16	-	1,50	-	1,00	14,55 10,06

Продолжение таб.75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	165 л	1,00	1,49	-	1 10,06	-	-	2,90 1,16	-	1,50	-	1,00	16,21 10,06
13	330 л	2,32	3,15	-	1 10,06	-	-	3,30 1,32	-	1,50	-	1,20	19,55 10,06
Бетоносмесители гравитационные стационарные:													
14	500 л	1,66	1,83	-	1 10,06	-	-	4,2 1,68	-	1,00	-	1,20	17,43 10,06
15	800 л	3,15	3,32	-	1 10,06	-	-	7,58 3,03	-	2,25	-	1,40	23,21 10,06
16	1000 л	3,49	3,65	-	1 10,06	-	-	8,70 3,48	-	2,75	-	1,60	25,03 10,06
17	2000 л	6,81	6,97	-	1 10,06	-	-	15,00 6,00	-	3,75	-	2,20	35,79 10,06
Бетоносмесители принудительного действия передвижные:													
18	165 л	1,00	1,33	-	1 10,06	-	-	2,00 0,80	-	1,00	-	1,00	15,19 10,06
19	250 л	3,20	4,44	-	1 8.52	-	-	2,90 1,16	-	1,50	-	1,28	20,10 8,52

Продолжение таб.75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Бетоносмесители принудительного действия стационарные:													
20	375 л	2,49	2,66	-	1 10,06	-	-	6,17 2,47	-	3,00	-	1,40	22,08 10,06
21	500 л	3,32	3,49	-	1 10,06	-	-	12,80 5,12	-	3,75	-	1,80	27,54 10,06
22	800 л	4,98	5,15	-	1 10,06	-	-	17,49 7,00	-	5,25	-	2,20	34,64 10,06
23	1000 л	6,31	6,47	-	1 10,06	-	-	23,32 9,33	-	4,00	-	2,40	38,57 10,06
24	**Вибратор глубинный**	0,64	0,14	-	-	-	-	1,29 0,52	-	0,50	-	0,10	1,9 -
25	**Вибратор поверхностный**	0,25	0,13	-	-	-	-	0,30 0,12	-	-	-	-	0,5 -
Автомобили бортовые, грузоподъемность:													
26	до 5 т	11,63	21,26	1,42	1 21,29	3,23 16,80	-	-	-	3,00	-	-	75,40 21,29
27	до 8 т	12,28	30,54	2,99	1 21,29	2,41 12,53	2,33 11,65	-	-	4,25	-	-	95,53 21,29

Продолжение таб.75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
28	до 10 т	8,85	33,07	1,82	1 24,98	-	3,89 19,45	-	-	3,75	-	-	91,92 24,98
29	до 15 т	14,58	28,34	2,12	1 24,98	-	5,78 28,90	-	-	5,50	-	-	104,42 24,98
Автомобиль-самосвал, грузоподъемность:													
30	до 7 т	17,95	40,38	1,63	1 21,29	1,91 9,93	1,06 5,30	-	-	2,75	-	-	99,23 21,29
31	до 10 т	11,45	41,00	1,99	1 24,98	-	3,26 16,30	-	-	3,25	-	-	98,97 24,98
32	до 15 т	25,13	41,33	2,38	1 24,98	-	5,22 26,10	-	-	5,00	-	-	124,92 24,98
33	до 30 т	32,04	97,61	9,79	1 26,64	-	8,12 40,85	-	-	8,00	-	-	214,932 6,64
34	до 42 т	43,49	132,47	10,46	1 26,64	-	10,33 51,65	-	-	10,0 0	-	-	274,71 26,64
35	до 75 т	185,92	698,86	60,59	1 28,27	-	19,78 98,90	-	-	19,0 0	-	-	1091,54 28,27
36	до 110 т	262,28	983,38	103,75	1 28,27	-	34,94 174,7 0	-	-	33,7 5	-	-	1586,13 28,27

Окончание таб.75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Полуприцепы общего назначения, грузоподъемность:													
37	12 т	5,81	4,02	1,44	-	-	-	-	-	0,73	-	-	12,00 -
38	15 т	8,96	6,31	2,99	-	-	-	-	-	1,50	-	-	19,76 -
Автогидроподъемники, высотой подъема:													
39	12 м	15,60	19,92	0,66	1 11,6	4,16 21,63	-	-	-	3,75	0,06 1,20	9,40	83,76 11,6
40	18м	27,72	35,52	0,66	1 13,5	4,16 21,63	-	-	-	3,75	0,09 1,80	12,00	116,58 13,5
41	22м	58,43	67,22	2,99	1 13,5	6,34 32,97	-	-	-	5,75	0,09 1,80	19,20	201,86 13,5
42	28м	75,86	88,30	2,99	1 14,4	6,34 32,97	-	-	-	5,75	0,09 1,80	23,20	245,27 14,4
43	свыше 35 м	169,32	197,54	4,98	1 15,42	-	7,49 37,45	-	-	7,25	0,20 4,00	42,60	478,56 15,42
44	Вышка телескопиче-ская. 25 м	41,67	48,47	2,32	1 13,5	4,68 24,34	-	-	-	4,00	-	8,40	142,7 13,5

Вариант с наименьшей себестоимостью работ и более высокими коэффициентами использования по грузоподъемности должен быть принят в качестве основного.

В практике строительства критерием эффективности могут являться как себестоимость, так и продолжительность выполнения работ.

5.5. Расчет количественного и профессионально-квалификационного состава комплексной бригады. (Приложение 5)

Для выбранного наиболее эффективного варианта производства работ следует произвести расчет состава комплексной бригады, выполняющей все процессы по устройству различных монолитных конструкций. В основу расчетов профессионально-квалификационного и количественного состава рабочих положен принцип равномерного распределения нормативных затрат труда между членами бригады. Общее количество рабочих должно быть таким, чтобы они успели выполнить ручные работы за тот же срок, что и механизированные.

В составе комплексной бригады имеются специализированные звенья опалубщиков, арматурщиков, бетонщиков с рациональным совмещением профессий, что позволяет вести работы циклично-расчлененным методом.

Методика расчета и основные формулы изложены ниже.

В первую очередь следует определить продолжительность выполнения механизированных работ по формуле:

$$\mathbf{T_{мех.р.}} = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{T_{р\ мех.р.}/B \cdot T_{см} \cdot m}, \qquad (5.15)$$

где: $\mathbf{T_{мех.р.}}$ – продолжительность выполнения механизированных работ, дн;

$\sum \mathbf{T_{р\ мех.р.}}$ – суммарная трудоемкость механизированных работ, маш-ч;

B – количество однотипных машин, работающих на объекте. При одновременной работе разнотипных машин (кран и бетононасос) принимается для работы ведущая машина (например, бетононасос);

$\mathbf{T_{см}}$ – продолжительность рабочей смены (8ч);

m – количество рабочих смен в сутки.

К механизированным работам при устройстве монолитных конструкций относятся не только работы по подаче опалубки, арматуры и бетонной смеси, трудоемкость выполнения которых определена в калькуляции затрат труда эффективного варианта, но также работу крана при укладке бетонной смеси, установке *крупнощитовой* опалубки и армировании конструкции арматурными элементами массой *более 100 кг*. Затраты труда на эти работы (при условии их выполнения одной машиной) определяются дополнительно делением соответствующей трудоемкости ручных работ на количество рабочих, занятых их выполнением ($\mathbf{T_р/N}$).

Таким образом, суммарная трудоемкость механизированных работ включает трудоемкость подачи всех грузов (материалов), трудоемкость укладки бетонной смеси и, в отдельных случаях, трудоемкость установки опалубки и арматурных элементов.

Рассчитав продолжительность выполнения механизированных работ, можно определить общее количество рабочих комплексной бригады по формуле:

$$\mathbf{N} = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{T_{р\ руч.р.}} / \mathbf{T_{мех.р.}} \cdot \mathbf{T_{см}} \cdot \mathbf{m} \cdot \mathbf{К_н}, \quad \text{чел.} \qquad (5.16)$$

где: **N** – общее количество рабочих в комплексной бригаде, чел.;

$\mathbf{T_{р\ руч.р.}}$ - суммарная трудоемкость ручных (немеханизированных) работ, чел-ч; определяется по калькуляции затрат труда эффективного варианта;

$\mathbf{К_н}$ – коэффициент перевыполнения норм выработки. В курсовом проекте принимать равным 1,05 – 1,1 (перевыполнение на 5 – 10%).

Количество рабочих по профессиям и разрядам в составе комплексной бригады определяется также с учетом их постоянной занятости при выполнении процесса:

$$\mathbf{N_j} = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{T_{р\ руч.р.\ j}} / \mathbf{T_{мех.р.}} \cdot \mathbf{T_{см}} \cdot \mathbf{m} \cdot \mathbf{К_н}, \text{ чел} \qquad (5.17)$$

где: $\mathbf{N_j}$ – количество рабочих определенной профессии и разряда, чел.;

$\mathbf{T_{р\ руч.р.\ j}}$ – затраты ручного труда, приходящиеся на определенные профессию и разряд; устанавливаются при расчете вспомогательной табл. 76.

Таблица 76

Вспомогательная таблица для расчета состава комплексной бригады

Наименование работ	**Количество (объем) работ**	**Трудоемкость**		**В т.ч. по профессиям и разрядам**						
		чел-час	**маш-час**	*Ар-к 5р.*	*Ар-к 5р*	*Пл-к 4р.*	**…**	**…**		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**т.д.**
1. 2. … n										
		$\sum T_{р\ руч}$	$\sum T_{р\ мех}$	$\sum T_{рj}$						
Удельные затраты труда, приходящиеся на определенную профессию и разряд	$\mathbf{N_j}$									

Основой для расчета вспомогательной таблицы является калькуляция затрат труда эффективного варианта.
Основным условием заполнения таблицы является равномерное распределение затрат труда между рабочими, выполняющими ту или иную работу. Следует учитывать, что сложность работ разная, а занятость рабочих одинаковая.

После выполнения расчетов следует сформировать комплексную бригаду из рабочих разных профессий и квалификации, рекомендовав полученный численный и профессионально-квалификационный состав для выполнения строительного процесса.

При формировании бригады учитывают обязательность наличия рабочих высоких и низких разрядов. Поэтому формирование структуры бригады начинают с высоких разрядов.

5.6. Организационно-технологические методы выполнения монолитных работ. (Приложение 6)

5.6.1. Определение размера и количества захваток.

Организационно-технологические методы выполнения работ по устройству монолитных конструкций решают вопросы организации труда опалубщиков, арматурщиков и бетонщиков в комплексной бригаде, установления состава и последовательности выполнения технологических операций и процессов, качества и размеров комплектов опалубки.

С целью обеспечения непрерывности бетонирования конструкций и установления размеров и количества комплектов опалубки рекомендуется расчленять конструкции на блоки (захватки), конфигурация которых должна быть простой, а границы между ними, образующие рабочие швы, - по возможности короткими, не снижающими прочностных и эксплуатационных свойств конструкции. Между температурно-осадочными швами должно быть целое число захваток. Целесообразно использовать при бетонировании захватки (блока) один комплект опалубки. Количество комплектов опалубки, необходимых для устройства конструкции, определяется графиком производства работ с учетом периода распалубливания – периода набора бетоном необходимой распалубочной прочности. Графики набора бетоном необходимой распалубочной прочности при температурах окружающей среды представлены в [27-31].

Распалубливают конструкции после достижения бетоном прочности, обеспечивающей сохранность углов, кромок, рёбер, поверхности. Сроки распалубливания зависят от режима твердения, класса бетона, вида цемента и конструктивных особенностей элемента.

Примерный график набора прочности для бетона класса В 22,5 представлен на рис. 144.

Если фактическая нагрузка на элемент конструкции будет менее 70% от расчетной, то распалубочная прочность конструкций пролетом до 6 м должна

быть 70% от нормативной, пролетом более 6 м с напрягаемой арматурой – 80%. При нагрузке более 70% от расчетной опалубку снимают по достижении 100% прочности.

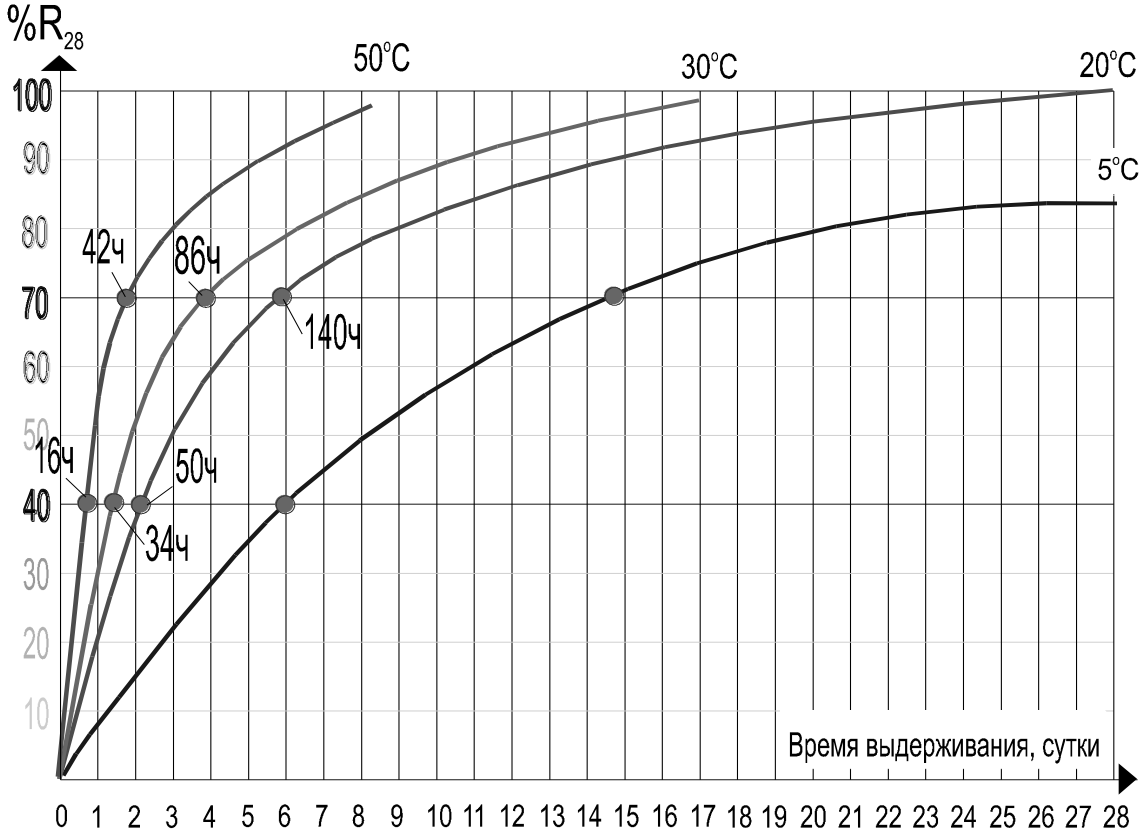


Рис. 144. Рост прочности бетона класса В22,5 в зависимости от температуры выдерживания

Для распалубливания междуэтажных перекрытий под балками и прогонами оставляют так называемые стойки безопасности на расстоянии не более 3 м друг от друга. Опорные стойки нижележащих перекрытий удаляют тогда, когда прочность бетона возводимого перекрытия достигнет проектных значений.

При наличии несущих сварных армокаркасов опалубку снимают при достижении бетоном 25% проектной прочности.

Распалубку конструкций по условию сохранения формы производят по достижению 20 – 30% прочности (фундаменты).

Опалубку стен и колонн можно снимать при наборе бетоном 50 – 60% проектной прочности.

Опалубку пролетных конструкций с размером до 6 м снимают по достижению бетоном 80 % прочности, более 6 м - 100 % прочности.

Учитывая вышесказанное, определяют размер захватки, зависящий от производительности (выработки) комплексной бригады за период распалубливания.

В первую очередь рассчитывается производительность комплексной бригады, выполняющей весь комплекс работ по устройству монолитной конструкции по формуле:

$$\mathbf{П_{t\ расп} = T_{см} \times N \times t_{расп} / Н_{вр}^{к}}, \qquad (5.18)$$

где: $\mathbf{П_{t\ расп}}$ – производительность комплексной бригады за период распалубливания, $м^3/t_{расп}$;

$\mathbf{T_{см}}$ – продолжительность рабочей смены, равна 8 часам;

N – общее количество рабочих в комплексной бригаде, чел. (Приложе ние5);

$\mathbf{t_{расп}}$ – период распалубливания, см (устанавливается по [27-31] с учетом ре жима сменности или по рис.144);

$\mathbf{Н_{вр}^{к}}$ – комплексная норма времени, чел.-ч.

В свою очередь, комплексная норма времени учитывает выполнение бригадой различных строительных операций и процессов и может быть определена по формуле

$$\mathbf{Н_{вр}^{к}} = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{Н_{вр\ i} \cdot К_{пi}}, \qquad (5.19)$$

где: $\mathbf{Н_{вр\ i}}$ – норма времени (норма затрат труда) i-ой операции комплексного процесса, чел-ч (устанавливается по КЗТ эффективного варианта);

$\mathbf{К_{пi}}$ – коэффициент перехода, показывающий – какое количество продукции в измерителях элемента содержится в продукции главного измерителя.

$$\mathbf{К_{пi} = Q_{эi} / Q_{к.п}}, \qquad (5.20)$$

где: $\mathbf{Q_{эi}}$ – количество (объем) продукции в измерителях элементов (по КЗТ);

$\mathbf{Q_{к.п}}$ – количество (объем) конечной продукции (принимается объем бетона «в деле»), $м^3$.

Сделав необходимые вычисления, можно определить $\mathbf{Н_{вр}^{к}}$ как частное от деления суммарной трудоемкости работ по КЗТ эффективного варианта на общий объем бетонируемой конструкции:

$$\mathbf{Н_{вр}^{к} = \sum_{i=1}^{n} T_р / V_{б.к.}} \qquad (5.21)$$

Длина захватки *протяженных сооружений* (стены, фундаменты ленточные и т.п.) может быть определена по формуле:

$$\mathbf{L_{зах} = \Pi_{t\ расп} / d \cdot h_{яр}}, \quad м \qquad (5.22)$$

где: $\mathbf{L_{зах}}$ – длина захватки, м;
$\mathbf{d}$ – средняя (средневзвешенная) толщина возводимых стен, м;
$\mathbf{h_{яр}}$ – высота яруса, м.

Разбивка на ярусы (высотная разрезка) зависит от размеров бетонируемой конструкции, возможности перерывов в бетонировании и образования температурных и рабочих швов, характеристик применяемых опалубочных систем. Как правило, в многоэтажных зданиях за ярус принимают стены и перекрытия соответствующего этажа, при этом граница между ярусами должна быть примерно на 0,1м выше отметки перекрытия и не должна проходить через проемы, балки, прогоны. При устройстве фундаментов высотой до 3-х м – высота яруса равняется высоте фундамента. Высота яруса более 4-х м нежелательна из-за увеличения бокового давления бетонной смеси на опалубку.

Для *непротяженных сооружений* (перекрытия, колонны, фундаменты стаканного типа и т.п.) следует определять площадь захватки с предварительным расчетом ***удельного расхода опалубки*** по формуле:

$$\mathbf{F_{уд.оп.} = \sum_{i=1}^{n} F_{оп.} / V_{б.к.}}, \ м^2/м^3 \qquad (5.23)$$

где: $\mathbf{F_{уд.оп.}}$ – удельный расход опалубки, $м^2/м^3$;
$\sum \mathbf{F_{оп.}}$ – суммарная (общая) опалубливаемая поверхность, $м^2$;
$\mathbf{V_{б.к.}}$ – объем бетонируемой конструкции, $м^3$.

Тогда площадь захватки равна:

$$\mathbf{F_{зах} = F_{уд.оп.} \cdot \Pi_{t\ расп}}, \ м^2; \qquad (5.24)$$

Разбивку зданий (в плане) на захватки следует производить так, чтобы:
- конфигурация захваток была простой;
- границы между соседними захватками совпадали с температурно-осадочными или рабочими швами и не проходили через проемы, не рассекали несущих конструкций (прогоны, балки) по их продольным осям.

Размер захваток может соответствовать длине секции здания или кратен ей. В захватке должно быть целое число конструктивных элементов (колонн, фундаментов). Переход рабочих с захватки на захватку среди смены нежелателен.

Количество захваток может быть определено делением суммарной длины протяженных сооружений на длину одной захватки, либо делением суммарной площади возводимой конструкции на площадь одной захватки.

5.6.2. Организация работ.

В этом разделе необходимо установить технологическую последовательность выполняемых процессов при устройстве конкретной конструкции, их продолжительность при работе на захватке и количество комплектов опалубки, необходимых для выполнения всего объема работ.

Для решения этих вопросов составляется график производства работ, (почасовой график производства работ), который в наглядной форме отражает трудоемкость, продолжительность, очередность и технологическую взаимоувязку основных и вспомогательных работ при устройстве монолитной конструкции.

График производства работ (ГПР) составляется на основе КЗТ эффективного варианта с учетом принятых методов и способов производства работ на период распалубливания. Количество комплектов опалубки определяется необходимостью выполнения работ на следующих захватках в период набора бетоном необходимой распалубочной прочности на первой захватке. График состоит из двух частей – табличной и графической. Форма графика представлена в таблице 7.

После построения графика можно провести его оптимизацию, сопоставив нормативную продолжительность $\mathbf{T_{нор}}$ с фактической ($\mathbf{T_{факт}}$).
Нормативная продолжительность может быть определена по формуле:

$$\mathbf{T_{нор} = \sum T_{р\ нор} / N \cdot T_{см} \cdot m,}\ \text{дн} \qquad (5.25)$$

где: **N** – количество рабочих, чел;
$\mathbf{T_{см}}$ – продолжительность рабочей смены (8ч);
m – количество рабочих смен в сутки.

Фактическая продолжительность устанавливается по графику производства работ и измеряется количеством рабочих дней от начала первой до окончания последней работы.

Если $\mathbf{T_{факт} > T_{нор}}$, то график нуждается в оптимизации, которая заключается в изменении продолжительности отдельных работ, варьировании сменности, разумной совместимости работ и т.п.

Подробная технология выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ, а также контроль качества и техника безопасности при устройстве различных монолитных конструкций изложены выше в разделе 4 данного пособия.

5.6.3. Примерный перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений

В этом разделе курсового проекта необходимо определить потребность:

- ✓ в машинах, механизмах и оборудовании (на основании схем производства работ и их технических характеристик);
- ✓ в технологической оснастке, инструменте и инвентаре, перечень которых дан в табл. 77;
- ✓ в основных материалах, конструкциях и полуфабрикатах (на основании рабочих чертежей и норм расхода материалов - см. табл. 31).

Выявленную потребность представить на листе формата А I по формам таблиц 3, 4 и 5 второго раздела данного пособия.

Таблица 77

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений

№ п/п	Наименование оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений	Марка, ГОСТ, ТУ или организация-разработчик, номер рабочего чертежа	Техническая характеристика	Назначение	Количество на звено, шт.
1	2	3	4	5	6
1	Бункер поворотный	БПВ-1,6 ГОСТ 21807-76	Вместимость 1,6 $м^3$	Подача бетонной смеси	2
2	Бак красконагнетательный	СО-12А	Емкость 20л, масса 20 кг	Смазка щитов опалубки	1
3	Краскораспылитель ручной пневматический	СО-71	Масса 0,66 кг	Смазка щитов опалубки	1
4	Устройство для вязки арматурных стержней	Оргтехстрой		Сборка укрупнительных каркасов	1
5	Фиксатор для временного крепления арматурных сеток	АОЗТ ЦНИИОМТП		Арматурные работы	1
6	Фиксатор для временного крепления арматурных каркасов	Мосоргпромстрой		Арматурные работы	1
7	Конструктор для сборки арматурных каркасов	Гипрооргсельстрой		Арматурные работы	1
8	Закрутчик	ТУ 67-399-82		Арматурные работы	1
9	Дрель универсальная	ИЭ-1039Э	Диаметр сверла до 13 мм, масса 2 кг	Сверление отверстий	1

Продолжение табл.77

1	2	3	4	5	6
10	Электрододержатель	ГОСТ 14651-78*Е		Сварочные работы	1
11	Вибратор глубинный	ИВ-102А	Длина вибро-наконечника 440 мм, масса 15	Уплотнение бетонной смеси	2
12	Строп шестиветвевой универсальный	АОЗТ ЦНИИ-ОМТП Р.Ч.907-300.000		Строповка конструкций	1
13	Лом монтажный	ЛМ-24	Масса 4,4 кг	Рихтовка элементов	1
14	Зубило слесарное	ГОСТ 1211-86*Е	Масса 0,2 кг	Очистка мест сварки	1
15	Молоток слесарный	ГОСТ 2310-77*Е	Масса 0,8 кг	Очистка мест сварки	1
16	Молоток стальной строительный	МКУ-2	Масса 2,2 кг	Простукивание бетона	1
17	Кельма	КБ ГОСТ 9533-81	Масса 0,34 кг	Разравнивание раствора	1
18	Кувалда кузнечная тупоносая	ГОСТ 11402-90	Масса 4,5 кг	Подгибание арматурных стержней	1
19	Лопата растворная	ЛР ГОСТ 19596-87	Масса 2,04 кг	Подача раствора	2
20	Щетка металлическая	ТУ 494-61-04-76	Масса 0,26 кг	Очистка арматуры от ржавчины	2
21	Скребок металлический		Масса 2,1 кг	Очистка опалубки от бетона	2
22	Ключи гаечные	ГОСТ 2838-80Е		Опалубочные работы	1 комплект
23	Ножницы для резки арматуры	ГОСТ 4210-75Е	Масса 2,95 кг	Арматурные работы	1
24	Плоскогубцы комбинированные	Р-200 ГОСТ 5547-93	Масса 0,2 кг	Арматурные работы	1
25	Кусачки торцовые	ГОСТ 28037-89Е	Масса 0,22 кг	Арматурные работы	1
26	Напильник	А-400 ГОСТ 1465-80	Масса 1,33 кг	Арматурные работы	1
27	Рулетка измерительная	ГОСТ 7520-89*		Контрольно-измерительные работы	1

окончание табл.77

1	2	3	4	5	6
28	Отвес стальной строительный	О-400 ГОСТ 7948-80	Масса 0,425 кг	Контрольно-измерительные работы	1
29	Уровень строительный	УС1-300 ГОСТ 9416-83	Масса 0,4кг	Контрольно-измерительные работы	1
30	Очки защитные	ЗП2-84 ГОСТ12.4.013-85Е	Масса 0,07 кг	Техника безопасности	2
31	Щиток защитный для электросварщика	ГОСТ	Масса 0,48	Техника безопасности	1
32	Каска строительная	ГОСТ 12.4.087-84		Техника безопасности	На все звено
33	Пояс предохранительный	ГОСТ 12.4.089-80		Техника безопасности	На все звено
34	Перчатки резиновые	ГОСТ 20010-93		Бонтонные работы	2
35	Сапоги резиновые	ГОСТ 5375-79*		Бонтонные работы	2

Таблица 78

Техническая характеристика электрических глубинных планетарных вибраторов

Параметры	**Индекс вибратора**				
	Ручного с гибким валом				**навесного**
	ИВ-75	**ИВ-113**	**ИВ-116А**	**ИВ-117А**	**ИВ-114**
Электродвигатель					
Тип электродвигателя	Трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором				
номинальная мощность, кВт	0,75	0,75	1,0	0,75	1,5
напряжение, В	42	42	42	42	380
Частота вращения, мин-1	2850	2850	2800	2850	н/д
Масса, кг	15	15	15	15	н/д
Вибронаконечник:					
наружный диаметр, мм	28	38	76	51	133
длина, мм	410	410	430	410	1250
Частота колебаний, Гц	330	330	210	285	141
Вынуждающая сила, кН	0,784	2,65	6,0	3,85	21,2
масса, кг	1,3	2,0	9	4,5	н/д
Гибкий вал:					
длина, м	3…10	3	3	3	н/д
допустимый радиус изгиба, мм	200	410	300	300	н/д
масса, кг	5,5	11	11	11	н/д
Общая масса рабочего комплекта, кг	21,8	28,65	35	30,5	110
Изготовитель	ОАО «Ярославский завод «Красный маяк»				

Таблица 79

Техническая характеристика электрических глубинных вибраторов со встроенным электродвигателем

Параметры	Индекс вибратора			
	ручного			навесного
	ИВ-78	ИВ-102А	ИВ-103	ИВ-95А
Вибронаконечник:				
наружный диаметр, мм	50	75	114	75
длина, мм	412	440	480	440
Частота колебаний, Гц	200	200	100	200
Вынуждающая сила, кН	2,92	7,9	5,88	7,9
Статический момент дебаланса, кг • см	0,185	10,5	1,49	0,5
Тип электродвигателя	Трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором			
Номинальная мощность, кВт	0,27	0,8	0,8	0,8
Напряжение, В	42	42	42	127; 220
Частота тока, Гц	200	200	200	200
Масса, кг	10	15	24	12,5
Изготовитель	ОАО «Ярославский завод «Красный маяк»			

5.7. Доставка и складирование материалов и грузов (Приложение 7)

В строительстве жилых, гражданских и промышленных зданий и сооружений для перевозки материалов и грузов применяют автомобильный, железнодорожный, водный и специальный виды транспорта. Наиболее массовым для перевозки комплектов опалубки, арматурных элементов и бетонной смеси является автомобильный общего назначения и специальный.

Рис. 145. Транспортировка элементов опалубки

Для транспортирования элементов опалубки и арматурных изделий используют, как правило, бортовые автомобили общего назначения, и повышенной проходимости, (рис. 145) технические характеристики которых представлены в таблицах 81 и 82.

В соответствии с требованиями по доставке бетонной смеси, изложенными в разделе 4.3.2. в строительстве применяют транспортные и технические средства, представленные в таблицах 83-86.

Методика определения количества автотранспортных средств для перевозки штучных грузов и бетонных смесей включает в первую очередь расчет транспортного цикла и его составляющих.

Продолжительность транспортного цикла состоит из продолжительности погрузки и разгрузки грузов и продолжительности груженого и порожнего пробегов. В общем виде это

$$\mathbf{t_ц = t_{пог} + 2t_{путь} + t_{разг}}, \quad \text{мин} \qquad (5.26)$$

где: $\mathbf{t_ц}$ – продолжительность транспортного цикла, мин;

$\mathbf{t_{пог}}$ – продолжительность погрузки груза на одну транспортную едини цу, мин;

$\mathbf{t_{раз}}$ – продолжительность разгрузки груза, мин;

$\mathbf{t_{путь}}$ – продолжительность нахождения транспортной единицы в пути при определенной средней скорости груженого и порожнего пробега, мин.

Время в пути при транспортировании всех грузов определяется как частное от деления расстояния перевозки (**S**) на среднюю скорость движения транспорта (**V**, км/ч):

$$\mathbf{t_{путь} = (S/V) \times 60}, \text{ мин}; \qquad (5.27)$$

Количество автотранспортных средств для перевозки ***штучных*** грузов (опалубки, арматуры) может быть определено по формуле:

$$\mathbf{B_{тр} = P \cdot t_ц / Q_{тр} \cdot T_{р.п.}}, \qquad (5.28)$$

где: $\mathbf{B_{тр}}$ – количество транспортных единиц, шт;

P – общая масса перевозимых грузов, т (для опалубки – масса комплектов, необходимых для бетонирования с учетом оборачиваемости). Может также учитываться масса грузов, необходимых для работ на одной захватке;

$\mathbf{Q_{тр}}$ – грузоподъемность принятого вида транспорта, т;

$\mathbf{T_{р.п.}}$ – продолжительность доставки грузов, принимается равной продолжительности его расхода по графику производства работ, мин.

Количество транспортных средств для перевозки бетонной смеси определяется производительностью комплексной бригады. При этом следует обращать внимание на продолжительность укладки бетонной смеси на одной захватке, определенной в графике производства работ. Именно эта продолжительность и должна учитываться при определении количества рейсов и транспорта.

$$\mathbf{В^{б}_{тр} = П_{t\ расп} \cdot К_{р.р} / П_{тр}}, \text{ шт} \qquad (5.29)$$

где: $\mathbf{В^{б}_{тр}}$ - количество транспортных единиц для перевозки бетонной смеси, шт;

$\mathbf{П_{t\ расп}}$ – производительность комплексной бригады за период распалуб ливания (если продолжительность укладки бетонной смеси в ГПР больше 12 рабочих часов, то можно расчет вести на сменную произво дительность);

$\mathbf{П_{тр}}$ – производительность транспортной единицы, м^3.

$$\mathbf{П_{тр} = V_{куз} \cdot n_р}, \qquad (5.30)$$

где: $\mathbf{V_{куз}}$ – вместимость кузова или смесительного барабана, м^3,

$\mathbf{n_р}$ – количество рейсов автотранспорта за время укладки бетонной смеси, шт.:

$$\mathbf{n_р = Т_{ук.б.см.} \cdot К_{вр} / t_ц}, \qquad (5.31)$$

где: $\mathbf{Т_{ук.б.см.}}$ – продолжительность укладки бетонной смеси по ГПР или продолжительность рабочей смены, час

$\mathbf{К_{вр}}$ – коэффициент использования автотранспорта по времени (принимать равным 0,9-0,95).

Полученное значение количества рейсов округлять до целого числа.

При определении продолжительности транспортного цикла следует обратить внимание на разные подходы к определению времени погрузки и разгрузки ($\mathbf{t_{пог.}}$ и $\mathbf{t_{раз.}}$) штучных грузов и бетонной смеси.

В курсовом и дипломном проектировании эти продолжительности можно устанавливать по нормативным источникам (ЕНиР Е1-5; ЕНиР Е4-1-48 или ЕНиР Е4-1-54), как частное от деления соответствующей нормы времени ($\mathbf{Н_{вр}}$) на нормативное количество рабочих (***N***);время погрузки 1м^3 бетонной смеси принимать равным 5-10 мин.) в реальных условиях – по данным заказчика и поставщиков транспортируемых грузов.

Расчет автотранспортных средств свести в таблицу 80.

Коэффициенты использования по грузоподъемности ($k_{гр}$) и по времени ($k_{вр}$) определяются по формулам:

$$\mathbf{k_{гр} = q_{гр} / Q_{тр}}; \qquad (5.32)$$

$$\mathbf{k_{вр} = (t_ц \times n_р) / Т_{см}}; \qquad (5.33)$$

где: $\mathbf{q_{гр}}$ – масса груза, перевозимого за один рейс, т

Примерные схемы складирования и транспортирования некоторых элементов представлены на рис. 146 - 148.

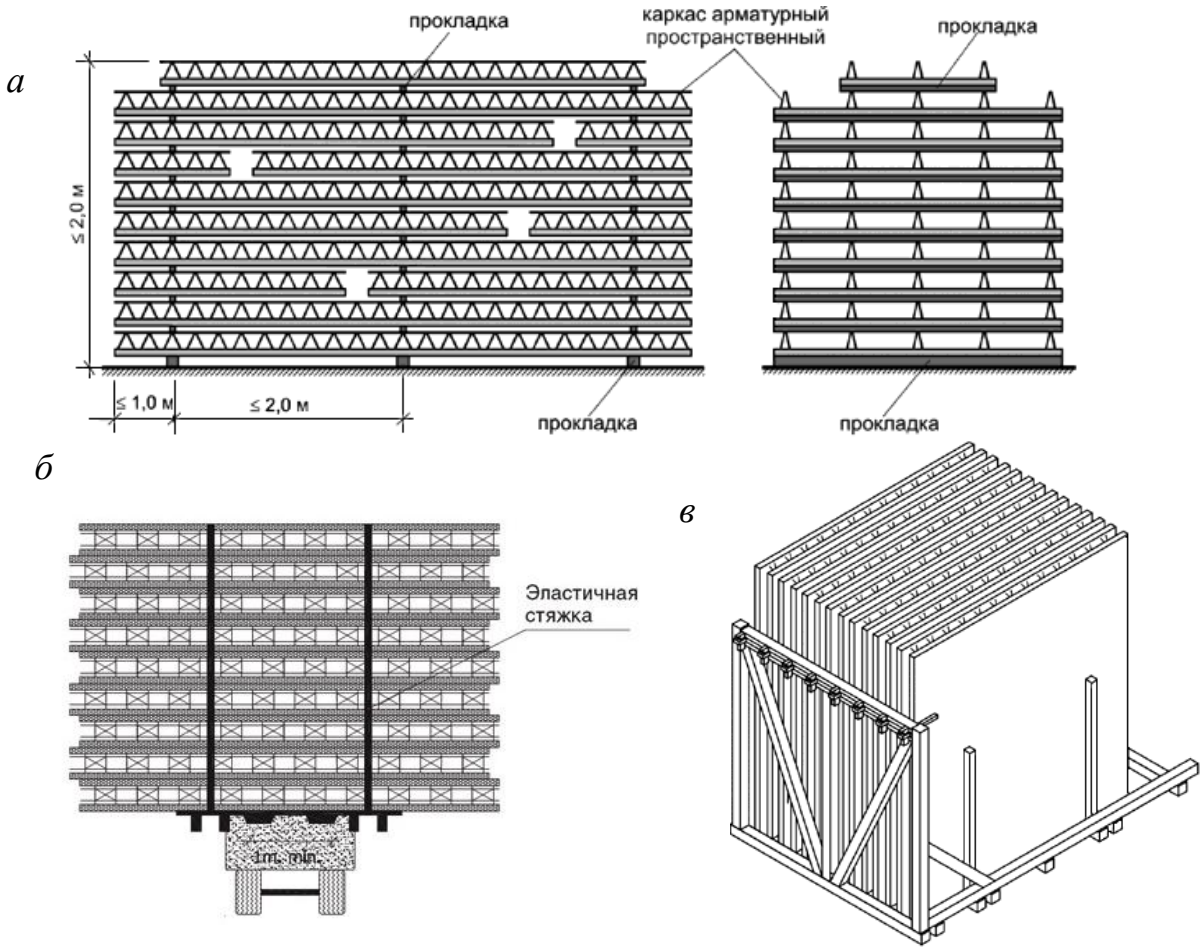


Рис. 146. Схема транспортирования (б) складирования в горизонтальном (а) и вертикальном (в) положениях сборных элементов несъемной опалубки перекрытий

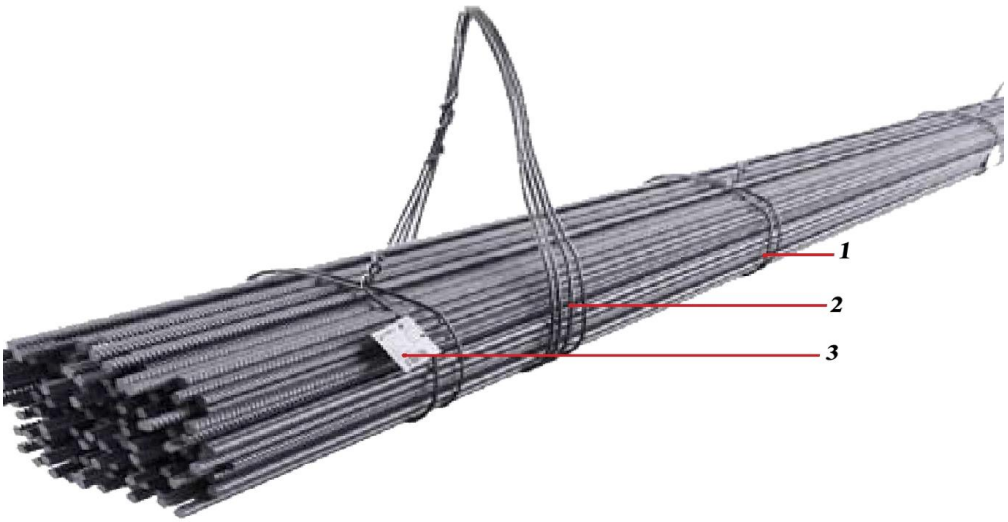


Рис. 147. Специальная упаковка для транспортировки арматуры: *1 - обвязка катанкой; 2 - транспортировочный хомут из катанки; 3 - бирка*

Таблица 80

Расчет автотранспортных средств для доставки штучных грузов и бетонной смеси

Наименование перевозимого груза	Общее количество перевозимого груза, т, $м^3$, шт.	Вес груза, т, перевозимого на одной машине за 1 рейс		Размеры груза (габариты), м	Продолжительность транспортирования, мин.				Марка транспортного средства	Грузоподъемность транспортного средства, Qтр, т	Количество рейсов в смену или за время бетонирования, $n_р$	Количество грузов, перевозимых за смену или за время бетонирования	Коэффициент использования транспорта		Продолжительность транспортировки, день, смена	Количество автотранспортных средств
		1 элемента (пакет арматуры, щит опалубки, 1 $м^3$ бетона)	Всех элементов		Продолжительность погрузки $t_{погр}$	Продолжительность пути $t_{пути}$	Продолжительность разгрузки $t_{разгр}$	Продолжительность транспортного цикла $t_{цикла}$					по грузоподъёмности, $к_{гр}$	по времени, $к_{вр}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Комплекты опалубки																
Арматурные элементы																
Бонтонная смесь																

Таблица 81

Грузовые бортовые автомобили общего назначения

Показатель	Грузовые бортовые автомобили											
	ГАЗ-52-03	**ГАЗ-52-04**	**ГАЗ-53А**	**ЗИЛ-130-76**	**ЗИЛ-133-Г2**	**ЗИЛ-133-ГЯ**	**«Урал-377Н»**	**КамАЗ-5320**	**КамАЗ-53212**	**КамАЗ-257Б1**	**МАЗ-5335**	**МАЗ-53352**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Колесная формула	4×2	4×2	4×2	4×2	6×4	6×4	6×4	6×4	6×4	64×	4×2	4×2
Грузоподъемность, кг	2500	2500	400	600	10000	1000	7500	8000	1000	12000	8000	8400
Допустимая масса буксируемого прицепа, кг	2500	2500	4000	8000	-	11500	10000	11500	14000	20000	12000	20000
Собственная масса, кг	2815	2520	3250	4300	6875	7610	7225	7080	8200	10270	6725	7450
Полная масса, кг	6465	5170	7400	10525	17175	17835	1490	15305	18425	22500	14950	16000
Максимальная скорость, км/ч	70	70	80	90	80	85	75	80	80	68	85	85
Радиус поворота, м: -по оси следа внешнего переднего колеса;	8,9	7,5	8,0	8,3	11,0	11,6	10,8	8,5	9,0	14,0	8,8	11,0
-наружный габаритный	9,4	8,0	9,0	8,9	11,6	12,1	11,4	9,3	9,8	14,7	9,5	11,5
Тормозной путь при скорости 50 км/ч, м	27,0	25,0	29,2	28,0	19,01	17,2	16,0	17,2	17,2	18,4	18,4	19,9
Контрольный расход топлива при скорости 40-60 км/ч, л /100 км	21,01	20,01	24,01	29,01	48,32	28,6	45,0	26,0	27,0	38,0	23,8	28,0
Размеры, мм:												
-длина	6395	5708	6395	6675	9000	9040	7611	7435	8530	9640	7250	8530
-ширина	2380	2200	2380	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
-высота	2190	2150	2220	2400	2395	3358	2560	3650	3650	2670	2720	3700

Окончание таб. 81

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-внутренняя длина кузова	3740	3060	3740	3752	6100	6128	4500	5200	6100	5770	4965	6260
-внутренняя ширина кузова	2170	2070	2170	2326	2328	2303	2326	2320	2320	2480	2360	2360
-высота бортов	543	610	680	575	575	575	715	500	500	825	685	685
Максимальная мощность, кВт (л.с.)	55,2 (75)	55,2 (75)	84,6 (115)	110,3 (150)	110,3 (150)	154,4 (210)	132,4 (180)	154,4 (210)	- -	176,5 (240)	132,4 (180)	194,9 (265)

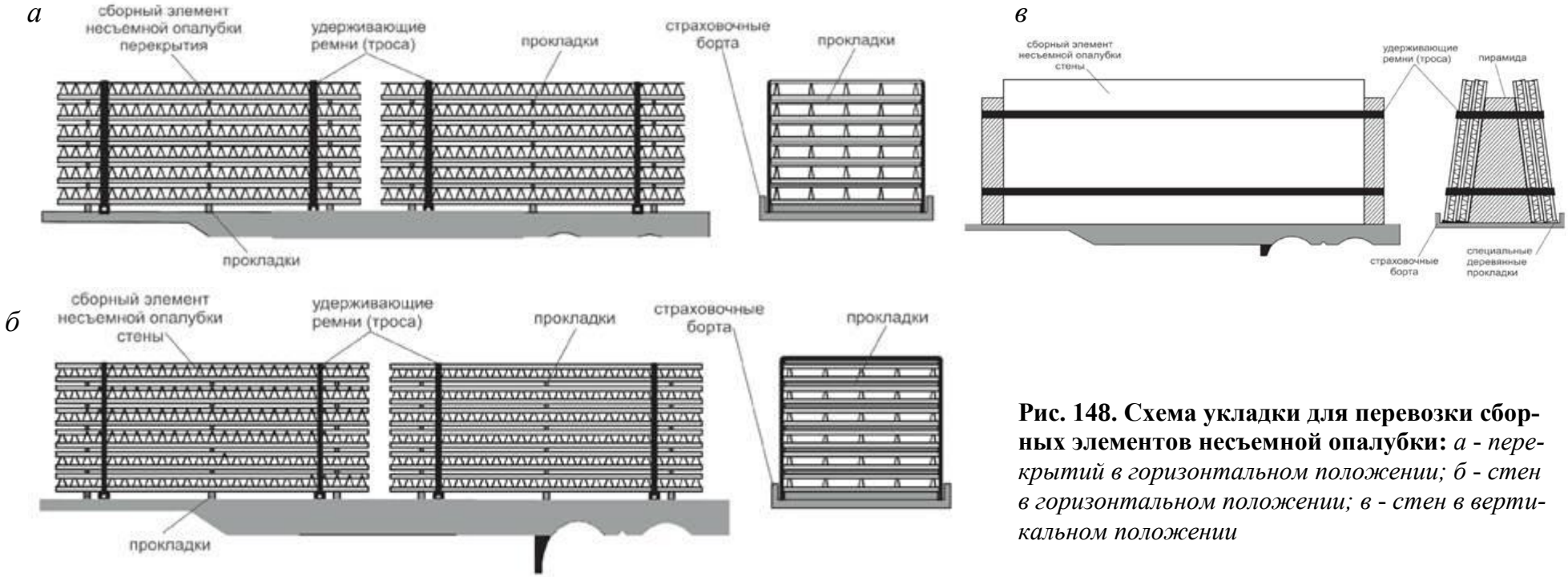


Рис. 148. Схема укладки для перевозки сборных элементов несъемной опалубки: *а - перекрытий в горизонтальном положении; б - стен в горизонтальном положении; в - стен в вертикальном положении*

Таблица 82

Грузовые бортовые автомобили повышенной проходимости

Показатель	Грузовые бортовые автомобили								
	ГАЗ-66-01	**ГАЗ-66-02**	**ЗИЛ-157КД**	**ЗИЗ-131**	**«Урал-375Д»**	**«Урал-375Н»**	**«Урал-4320»**	**КрАЗ-255Б1**	**КрАЗ-269**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Колесная формула	4×4	4×4	6×6	6×6	6×6	6×6	6×6	6×6	6×6
Грузоподъемность, кг	2000	2000	5000	5000	5000	7000	5000	7500	9000
Допустимая масса прицепа, кг	2000	2000	5000	6500	10000	10000	7000	30000	30000
Собственная масса, кг	3470	3640	5540	6460	7800	7700	8020	11690	12775
Полная масса, кг	5800	5970	8690	11685	13025	14925	13245	19415	22000
Максимальная скорость, км/ч	90	90	60	80	75	75	85	71	80
Радиус поворота, м: -по оси следа внешнего переднего колеса;	9,5	9,5	11,2	10,2	10,8	10,8	10,8	13,5	13,0
-наружный габаритный	10,0	10,0	12,0	10,8	11,4	11,4	11,4	14,2	13,5
Тормозной путь при скорости 50 км/ч, м	25,0	25,0	29,0	29,0	15,0	16,0	15,0	17,2	17,2
Контрольный расход топлива, л /100 км	24,0	24,0	38,5	40,3	46,0	45,0	26,0	35,0	34,0
Размеры, мм:									
-длина	5805	5805	6923	6900	7366	7611	7366	8645	9030
-ширина	2322	2322	2315	2500	2674	2500	2500	2750	2722
-высота	2520	2520	2115	2975	2980	2600	2870	3175	3115
-внутренняя длина кузова	3330	3330	3570	3600	3900	4500	3900	4565	5000
-внутренняя ширина кузова	2050	2050	2090	2322	2430	2500	2378	2500	2520
-высота бортов	890	890	355	34	887	715	885	924	1025
Максимальная мощность, кВт (л.с.)	84,6 (115)	84,6 (115)	80,9 (110)	110,3 (150)	132,4 (180)	132,4 (180)	154,4 (210)	176,5 (240)	220,6 (300)

Таблица 83

Технические характеристики автобетоносмесителей

Показатель	Автобетоносмесители								
	СБ-69Б	**СБ-92-1А**	**СБ-159**	**СБ-127**	**СБ-130**	**АМ-6ЕН**	**АМ-6**	**42184-03**	**АМ-9НА**
Вместимость смесительного барабана по готовому замесу, $м^3$	2,5	4	5	6	8	6	6	7	9
Условия эксплуатации, С*	-15…40	-15…40	-15…40	-15…40	-15…40	-15…40	-15…40	-15…40	-15…40
Геометрический объём смесительного барабана, $м^3$	6	6,1	8	10	12	10	10	1,6	15
Частота вращения смесительного барабана, мин	До 14	До 14	До 20	До 16	До 16	До 20	До 20	До 12	До 12
Привод барабана	механический		гидравлический						
Высота загрузки материала, мм	3420	3350	3520	3480	3800	3675	3675	3500	3800
Объем бака для воды, л	650	650	850	850	850	400	400	1750	400
Мощность привода смесительного барабана, кВт	40	37	38	38	70	50	50	75	90
Базовый автомобиль	МАЗ-503	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КамАЗ-5412	КамАЗ-5412	КрАЗ-250	КрАЗ-250	Седельный тягач	КрАЗ-258
Габаритные размеры, мм:									
-длина	6630	7280	7380	7380	11200	9930	9930	9630	11870
-ширина	2630	2500	2500	2500	2500	2500	2500	3500	2630
-высота	3420	3350	3520	3480	3650	3640	3540	-	3800
Масса технологического оборудования, т	9,1	10,1	13	14	14,9	12,2	12,6	14	19

Таблица 84

Технические характеристики автобетоновозов

Показатель	Автобетоновозы					
	СБ-113	**СБ-113М**	**СБ-124**	**СБ-128**	**АЗ-32**	**АБ-2**
Базовый автомобиль	ЗИЛ-130Д	МАЗ-504Г	КамАз-5511	КРАЗ-6505	МАЗ-503А	МАЗ-503А
Вместимость кузова, $м^3$	1,6	3	4	6	3,2	3,2
Объем кузова, $м^3$	2,8	4,3	7,3	9,4	5	5
Грузоподъемность, т	3,8	6,6	8,5	14	7,7	8
Высота, мм:						
-загрузки	2600	2675	2880	3200	2700	2700
-выгрузки	1600	1600	1200	1200	1250	1250
Наклон кузова, град:						
-донной части	100	100	90	90	80	85
-разгрузочной	60	60	60	60	55	55
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:						
-длина	5730	5850	6790	7985	6450	5780
-ширина	2500	2600	2880	2500	2500	2600
-высота	2675	2640	2880	3200	2755	2930
Масса автомашины, т:						
-в снаряженном состоянии	5,2	7,6	10,5	11,5	7,8	8,2
-в загруженном состоянии	9,3	14,2	19,1	23,5	15,7	16,2

Таблица 85

Технические характеристики автомобилей-самосвалов

Показатель	Автомобили-самосвалы									
	КАЗ-4540	**Урал-5557**	**МоАЗ-75051**	**ГАЗ-САЗ-3507**	**САЗ-3502**	**ЗИЛ-ММЗ-554М**	**ЗИЛ-ММЗ-45022**	**ЗИЛ-ММЗ-45023**	**ЗИЛ-ММЗ-4502**	**ЗИЛ-ММЗ-45021**
Колесная формула	4×4	6×5	4×4				4×2			
Масса перевозимого груза, кг	5500	7000	23000	4000	3200	5500	5800	5750	5800	5800
Масса снаряженного автомобиля, кг	6610	9075	19600	3840	4030	5125	4800	5010	4800	4630
Полная масса, кг	12260	16300	42800	7990	6380	10850	10850	10985	10825	10665
Габаритные размеры, мм:										
-длина	6810	7693	7520	6170	5810	6350	5499	5280	5280	5490
-ширина	2500	2500	3245	2500	2470	2500	2500	2360	2360	2500
-высота	3495	2650	3400	3086	2410	2350	2400	2400	2400	2540
База ,мм	3600	3525+ +1400	3550	3700	3700	3800	3800	3300	3300	3300
Колея передних/ задних колёс, мм	2000 2000	2010 2010	2500 2500	1630 1690	1630 1690	1800 1790	1800 1790	1800 1790	1800 1790	1800 1790
Мощность двигателя, кВт	114	154	220,6	88,3	88,3	110	110	110	110	110
Объем кузова (без надставки), $м^3$	7	17,5	11,5	5,0	4,25	6	6	3,8	3,8	3,8
Направление разгрузки	На боковые стороны		Назад	На три стороны	Назад	На три стороны		Назад		
Расход топлива при скорости 60 км/ч, л /100 км	25	31	83	23,4	24,0	39	39	26	29,5	35,5
Максимальная скорость, км/ч	75	75	50	80	80	90	90	90	90	90

Таблица 86

Технические характеристики автомобилей-самосвалов

Показатель	Автомобили-самосвалы									
	ЗИЛ-ММЗ 4505	МАЗ 5549	МАЗ 5551	КамАЗ 5511	КамАЗ 55102	КрАЗ 256Б1	КрАЗ 6510	Карьерные		
								БелАЗ 7522	БелАЗ 7526	БелАЗ 75401
Колесная формула	4×2	4×2	4×2	6×4	6×4	6×4	6×4	4×2	4×2	4×2
Масса перевозимого груза, кг	6000	8000	8000	10000	7000	12500	13500	3000	3000	3000
Масса снаряженного автомобиля, кг	4905	7225	7580	8850	8480	10850	11100	21525	21525	21360
Полная масса, кг	11130	15375	16230	19000	15630	23615	24675	51525	51525	51360
Габаритные размеры, мм:										
-длина	6980	5785	6000	7140	7570	8110	8290	7435	7435	7435
-ширина	2500	2500	2500	2500	2500	2575	2472	3480	3480	3480
-высота	2525	2788	2970	2700	2900	2835	2826	3620	3620	3620
База ,мм	3300	3400	3300	2840+ 1320	3190+ 1856	4080+ 1400	4080+ 1400	3550	3550	3550
Колея передних / задних колес, мм	-	1970 1900	2032 1422	2026 1856	2026 1856	1970 1920	2030 1825	2820 2400	2820 2400	2820 2400
Мощность двигателя, кВт	-	132,4	132,4	154	154	176	176	265	265	265
Объем кузова (без надставки), $м^3$	-	5,1	5,5	6,6	7,9	6,0	8,0	15,0	19,0	15,0
Направление разгрузки	Назад				На боковые стороны	назад				
Расход топлива при скорости 60 км/ч, л /100 км	29,5	23,2	24,4	28	35 (ав-топоезд)	39,6	33	98,5 при V=40 км/ч		
Максимальная скорость, км/ч	90	75	83	90	80	68	80	50		

5.8. Расчет технико-экономических показателей (Приложение 8)

В разделе 2.6 ТК необходимо рассчитать следующие технико-экономические показатели:

- ***общие затраты ручного труда*** на выполнение монолитных работ, чел.-ч; чел.-см. (устанавливаются на основании КЗТ принятого к производству варианта);
- ***общие затраты механизированных работ***, маш.-ч; маш.-см. (устанавливаются так же);
- ***общие затраты труда на единицу объема монолитных работ***, чел.-ч/м^3; чел.-см./м^3;маш.-ч/м^3; маш.-см./м^3;
- ***выработка в натуральных измерителях на 1-го человека*** в час, смену, м^3/чел.-ч; м^3/чел.-см. (определяется по формуле 5.4);
- ***продолжительность работ***, ч; см; дн. (устанавливается по графику производства работ или по формуле 5.3);
- ***себестоимость монолитных работ*** с учетом *доставки* и *разгрузки* материалов, р.

Себестоимость монолитных работ может быть определена по формуле

$$\mathbf{C_{м.р} = C_м + C_{тр} + C_{разг}}, \qquad (5.34)$$

где: $\mathbf{C_{м.р}}$ – общая себестоимость монолитных работ, р.;

$\mathbf{C_м}$ – себестоимость монолитных работ, р. (определена как минимальная при сравнении вариантов производства работ);

$\mathbf{C_{тр}}$ – себестоимость транспортировки (доставки) строительных материалов, р.;

$\mathbf{C_{разг}}$ – себестоимость разгрузки строительных материалов, р.

$\mathbf{C_{тр}}$ и $\mathbf{C_{разг}}$ определяются по формуле 5.10 без учета заработной платы и затрат на устройство подкрановых путей.

Продолжительность транспортирования и разгрузки ($\mathbf{T_о}$) может быть определена на основании табл. 79.

Стоимость машино-часа работы автотранспорта и кранов на разгрузке устанавливают по соответствующим нормативным или справочным источникам

6. Составление технологической карты на монолитные работы.

В пояснительной записке курсового проекта на основании расчетов, выполненных в приложениях, рекомендуется отразить:

1) монтажную оснастку, приспособления и инструмент, необходимые для выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ;
2) грузоподъемные машины и оборудование;
3) последовательность и состав технологических процессов;
4) последовательность и состав рабочих операций;
5) количественный и профессионально-квалификационный состав рабочих;
6) описание технологии опалубочных, арматурных и бетонных работ.
7) контроль качества работ (таблица 2);
8) технику безопасности.

Для лучшего понимания конструктивных и технологических решений опалубочной системы рекомендуется:

а) показать схему блока бетонирования для наиболее характерной захватки;
б) разработать фрагмент опалубочного чертежа;
в) начертить один-три узла крепления опалубочных панелей;
г) показать схемы строповки различных элементов.

На чертеже формата А1 показать:

1) план-схему устройства монолитной конструкции с привязкой кранов, бетононасосов, указанием площадок складирования и пункта приема бетонной смеси, разбивкой в плане на захватки с обозначением их размеров;
2) несколько высотных схем производства опалубочных, арматурных и бетонных работ на разных этапах устройства конструкций:
   - схем монтажа опалубки;
   - схем монтажа арматурных элементов;
   - схем подачи бетонной смеси кранами в бадьях или бетононасосом в соответствии с эффективным вариантом производства работ.

Примерные схемы производства работ представлены на рис. 149-155.

Помимо этого на чертеже следует показать калькуляцию затрат труда, график производства работ, потребность в материально-технических ресурсах (таблицы 3, 4, 5), основные указания к производству работ.

Примерная компоновка места технологической карты представлена на рис.156

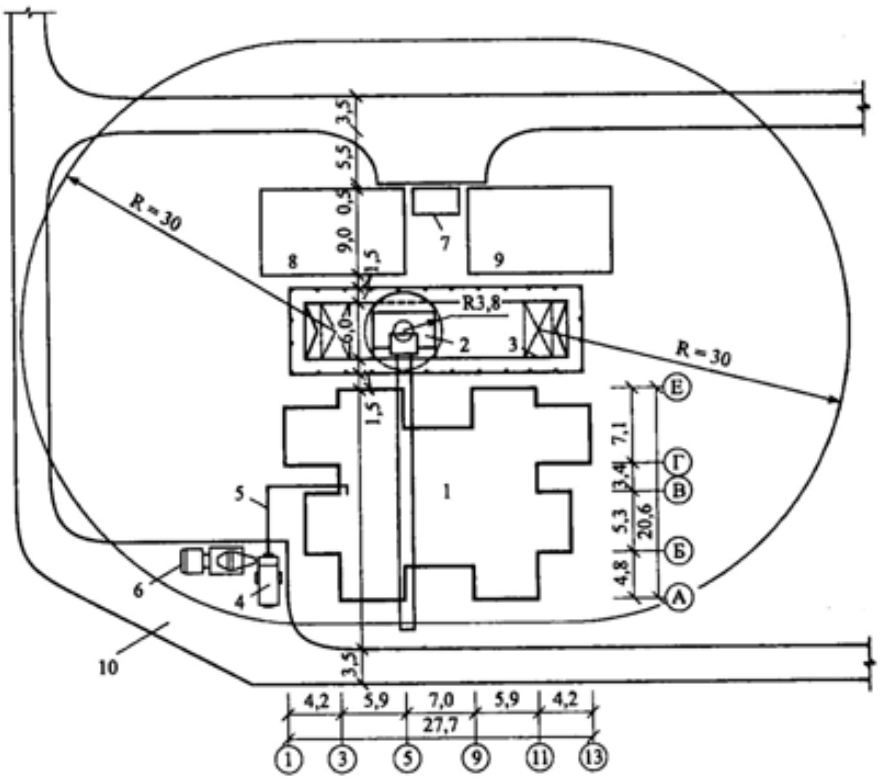


Рис. 149. Ситуационный план-схема производства работ при возведении многоэтажного здания: *1 - возводимое здание; 2 - башенный кран КБ402Б; 3 - подкрановые пути; 4 - бетононасос; 5 - бетоновод; 6 - бетоновоз (автобетоносмеситель); 7 - бадьи (резервный вариант подачи бетонной смеси; 8,9 - открытые площадки для складирования материалов, очистки и смазки опалубки; 10- временная автомобильная дорога*

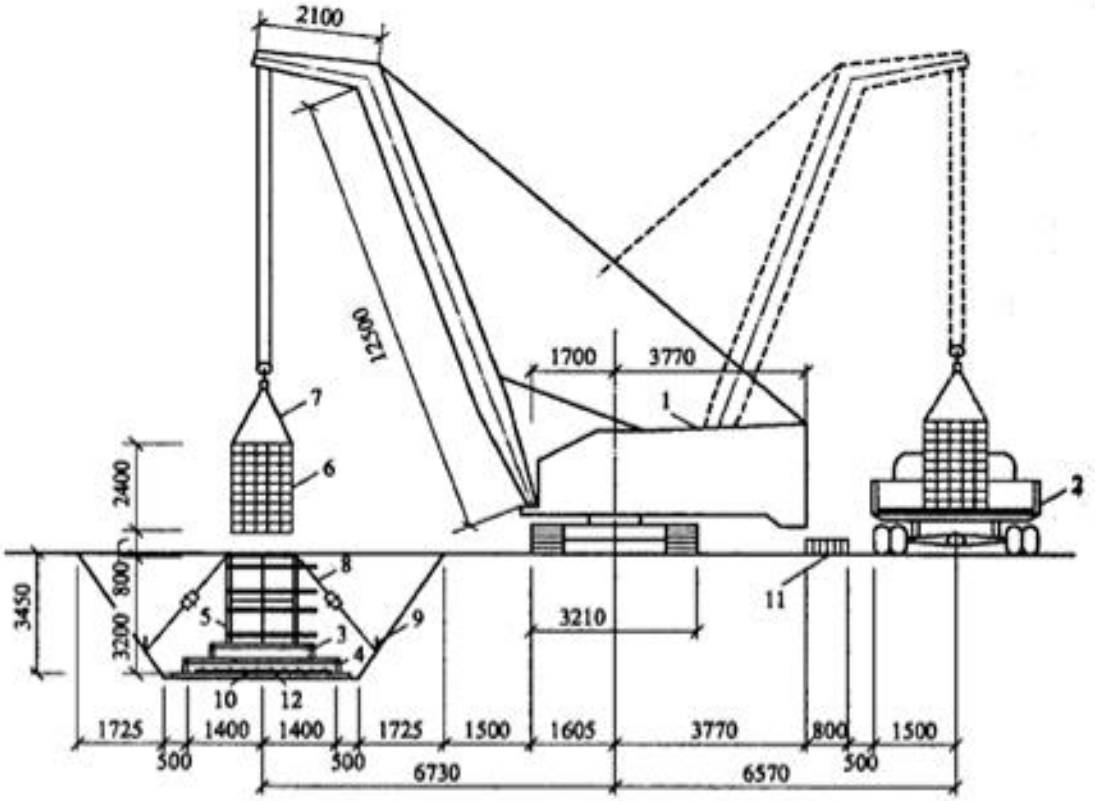


Рис. 150. Схема монтажа опалубки ступенчатого фундамента самоходным стреловым краном: *1 - кран самоходный гусеничный МКГ-25; 2 - автомобиль бортовой; 3,4 - опалубка ступеней; 5 - опалубка подколонника; 6 - грузовая характеристика крана; 7 - строп; 8 - крюк крана; 9 - временное крепление опалубочного корпуса в кузове автомобиля; 10 - бетонная подготовка; 11 - опасная зона; 12 - арматурная сетка*

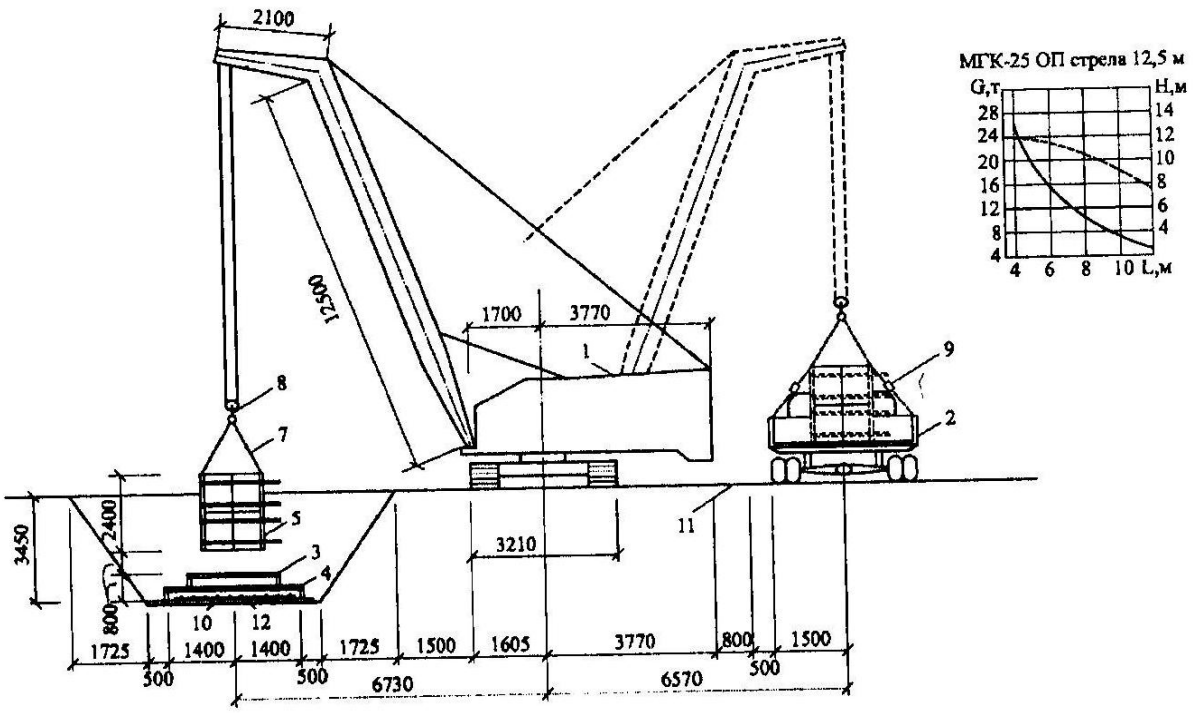


Рис. 151. Схема монтажа арматурного каркаса ступенчатого фундамента самоходным стреловым краном: *1 - кран самоходный гусеничный МКГ-25; 2 - автомобиль бортовой; 3,4 - опалубка ступеней; 5 - опалубка подколонника; 6 - арматурный каркас; 7 - строп; 8 - растяжка; 9 - якорь; 10 - бетонная подготовка; 11 - опасная зона; 12 - арматурная сетка*

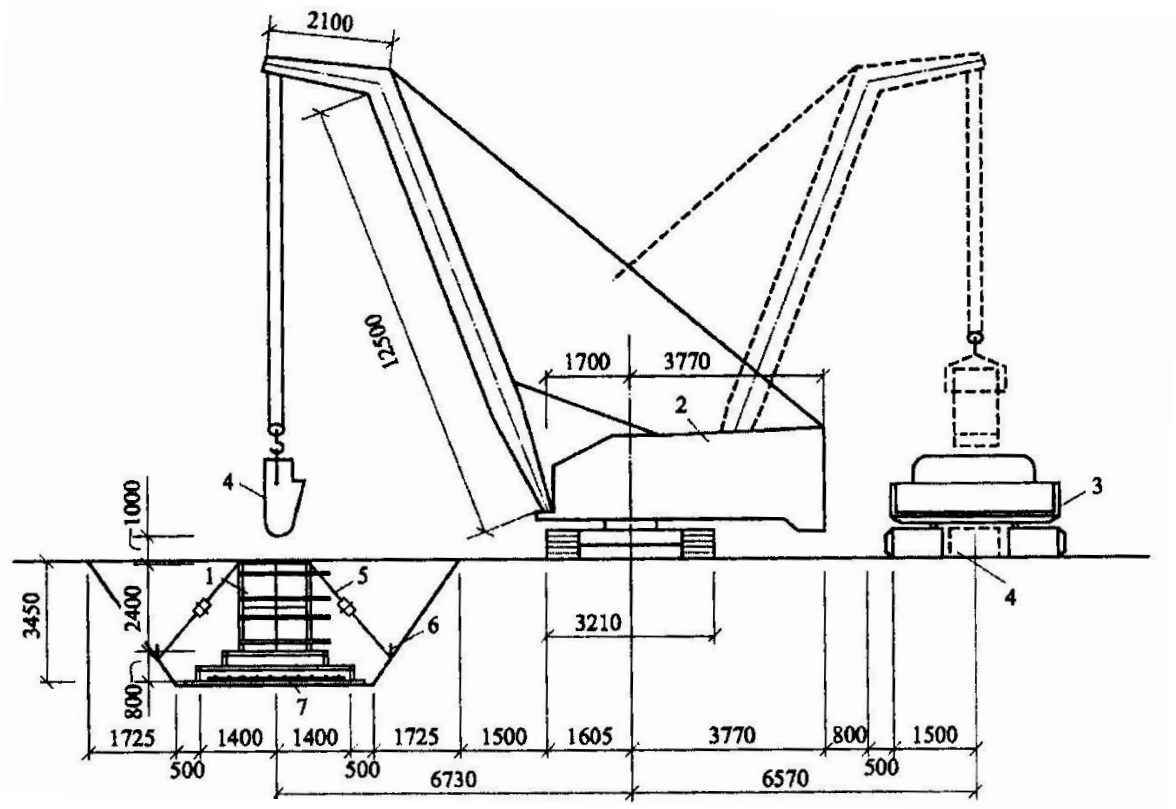


Рис. 152. Схема бетонирования Фундамента: *1 - опалубка; 2 - кран самоходный гусеничный МКГ-25; 2 - автобетоновоз; 4 - бадья; 5 - растяжка; 6 - якорь; 7 - бетонная подготовка*

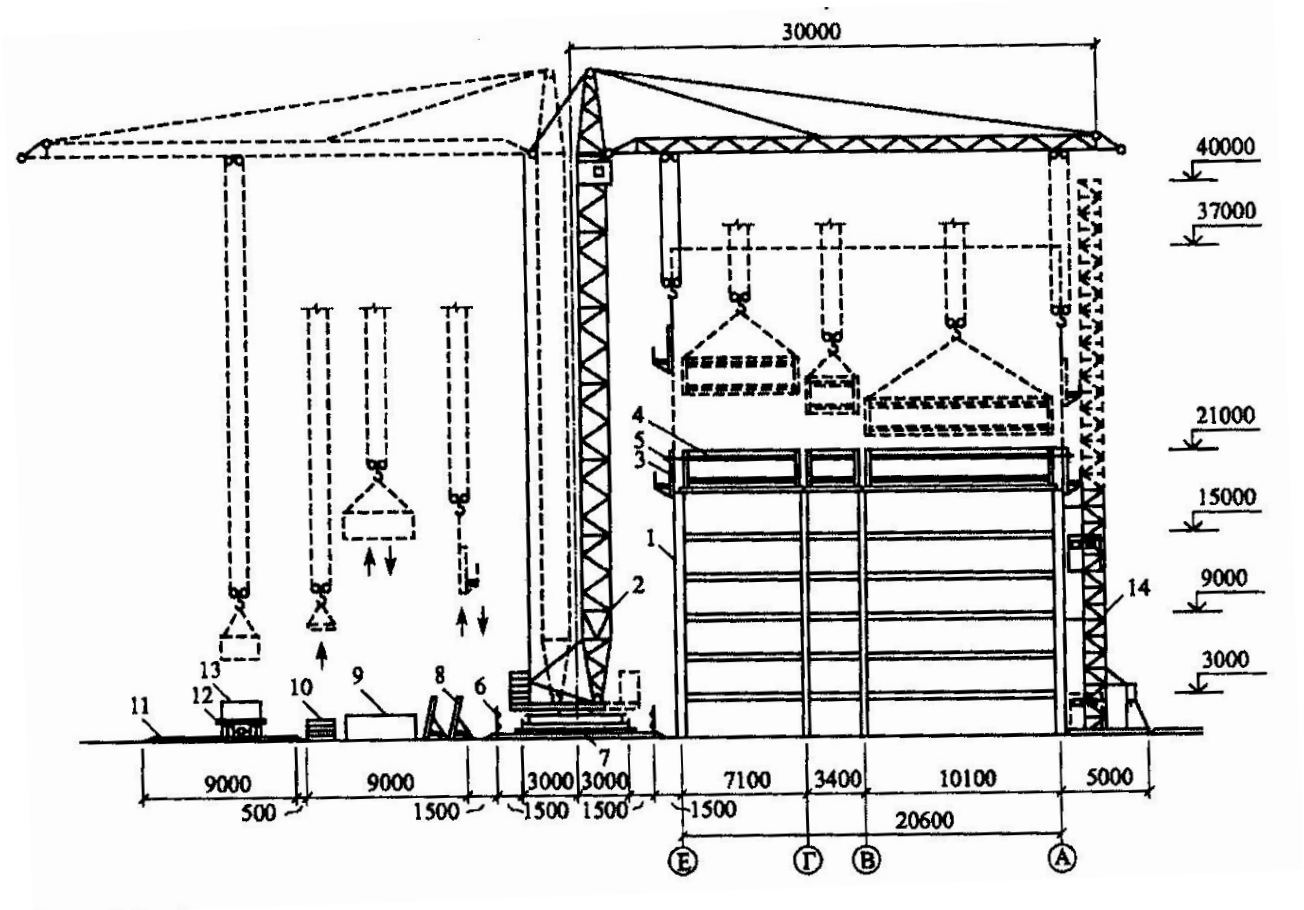


Рис. 153. Схема монтажа опалубки при возведении многоэтажного здания: *1 - возводимое здание; 2 - башенный кран КБ-402Б; 3,4 - опалубочные панели и блоки; 5 - тяж-распорка; 6 - ограждение; 7 - подкрановые пути; 8,9 - опалубочные панели и блоки на площадке очистки и смазки; 10- сборные плиты перекрытия; 11- временная автодорога; 12 - автомобиль; 13 - сборная железобетонная конструкция; 14 - грузопассажирский подъемник*

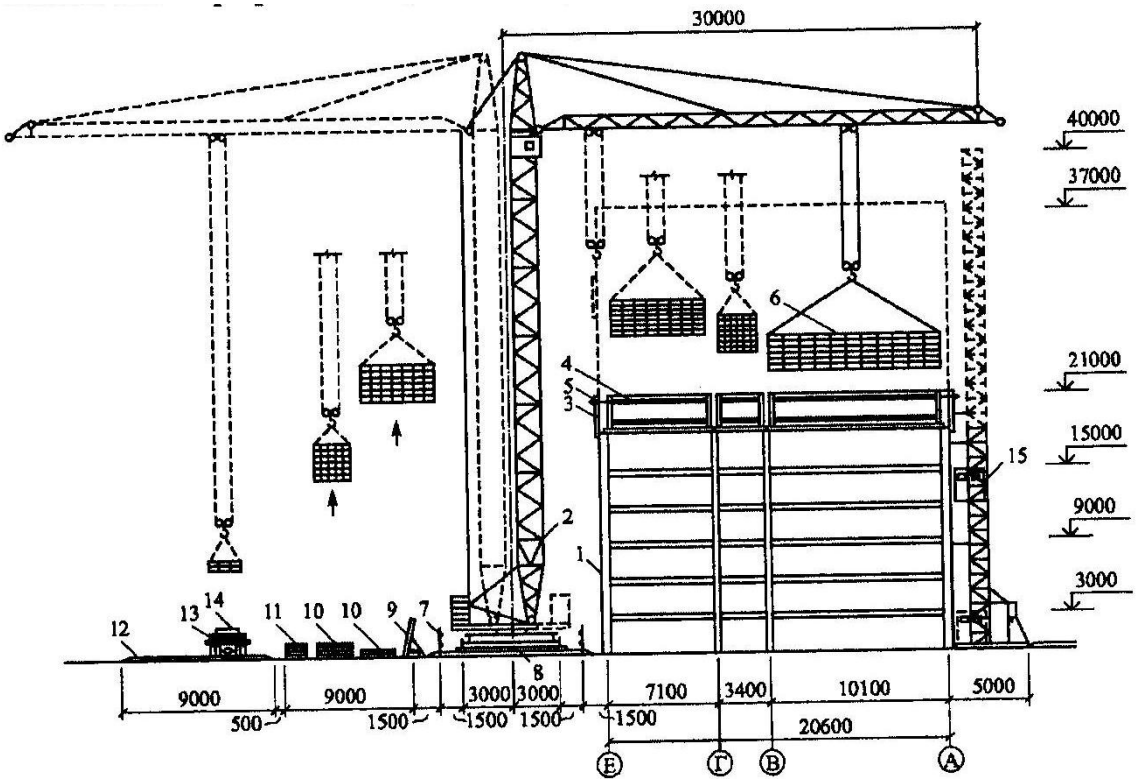


Рис. 154. Схема монтажа арматуры при возведении многоэтажного здания

Рис. 154. Схема монтажа арматуры при возведении многоэтажного здания (окончание) : *1 - возводимое здание; 2 - башенный кран КБ-402Б; 3,4,5 - опалубка; 6 - арматурный каркас; 7 - ограждение; 8 - подкрановые пути; 9 - опалубочная панель; 10- армоконструкция на складской площадке; 11 - плиты перекрытия (склад); 12- временная автодорога; 14 - автомобиль; 13 - арматурная конструкция при перевозке; 15 - грузопассажирский подъемник*

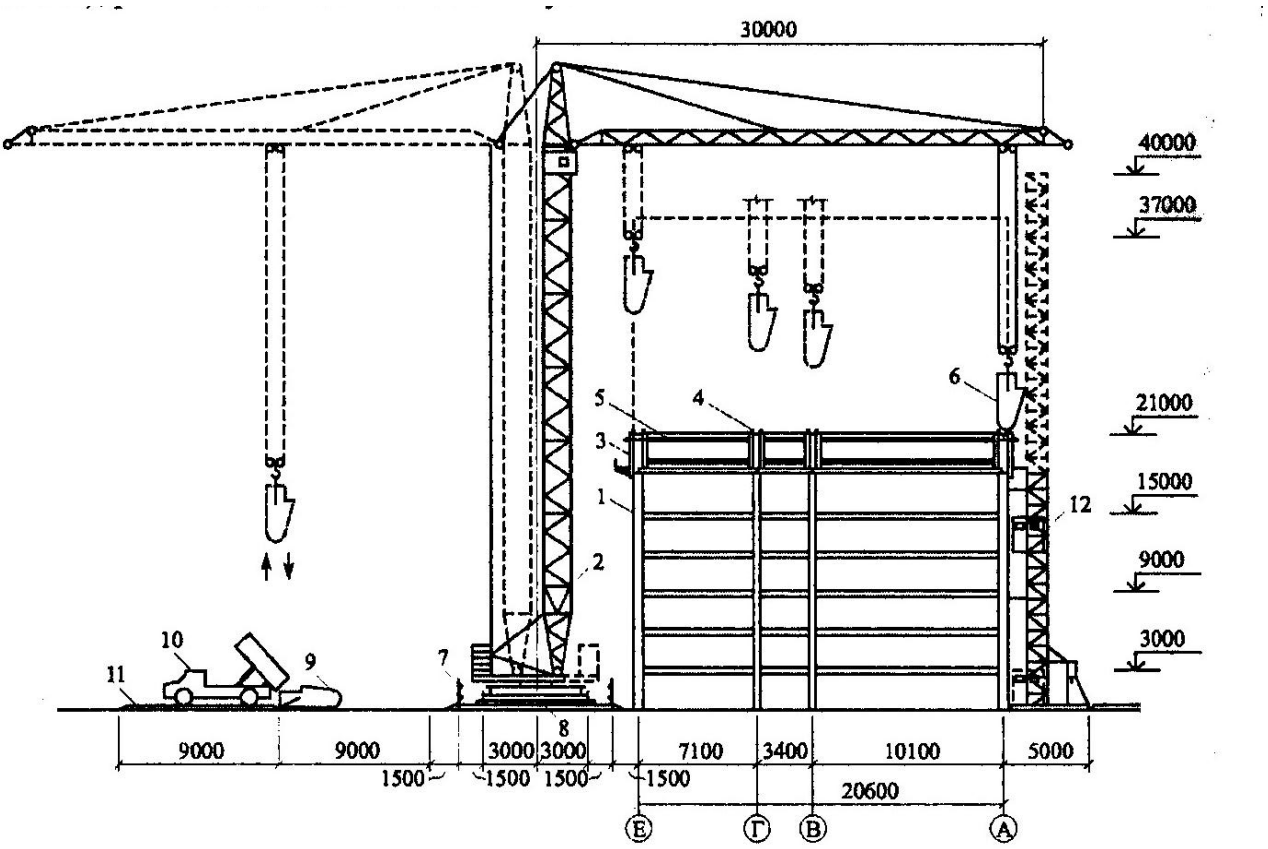
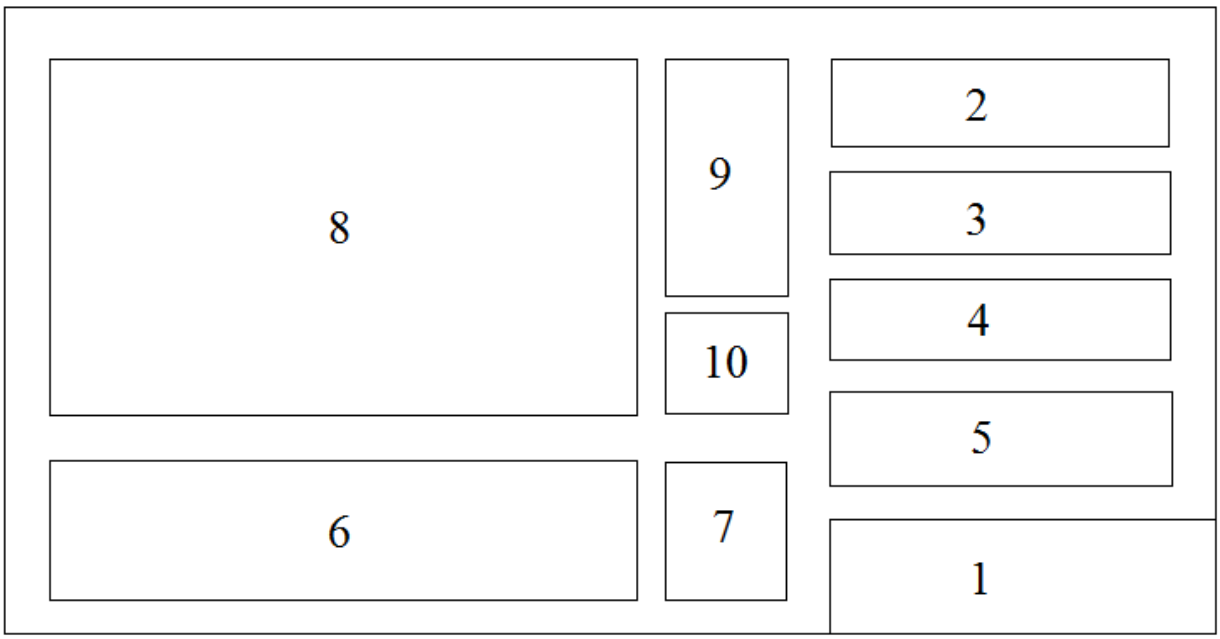


Рис. 155. Схема бетонирования многоэтажного здания: *1 - возводимое здание; 2 - башенный кран КБ-402Б; 3,4 - опалубка; 5 - приемная воронка; 6 - переносная бадья; 7 - ограждение; 8 - подкрановые пути; 9 - бадья призагрузке; 10- автобетоносмеситель (автобетоновоз); 11 - временная автодорога; 12 - грузопассажирский подъемник*



1. *Штамп по ГОСТу;*
2. *Калькуляция затрат труда эффективного варианта (таблица);*
3. *Машины и оборудование (таблица 3);*
4. *Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь (таблица 4) – Эта таблица может быть представлена в пояснительной записке в случае большого объема;*
5. *Материалы и изделия (таблица 5);*
6. *График (почасовой график) производства работ (таблица 7);*
7. *Указания по производству работ;*
8. *Схемы производства работ, разрезы, узлы и т.п.;*
9. *Контроль качества производства работ (таблица 2);*
10. *Технико-экономические показатели.*

Рис. 156. Примерная компоновка чертежа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебно-методическом пособии обобщены основные положения по разработке технологических карт, определен состав и содержание технологической карты на устройство различных монолитных конструкций.

Типовые технологические карты содержат наиболее прогрессивные и рациональные методы по технологии выполнения строительного процесса и комплекс мероприятий по организации труда с эффективным использованием современных средств механизации, технологической оснастки, инструмента, инвентаря. Однако в них не приводится исходный материал, который используется при составлении карты и не рассматривается методика расчетов для обоснования тех или иных технологических решений.

Поэтому работа над курсовым проектом позволит студенту ознакомиться с методикой обоснования и выполнить ряд расчетов, результаты которых лягут в основу тех или иных организационно-технологических рекомендаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования.
2. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство.
3. СП 48.13330.2011. Организация строительства.
4. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции.
5. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003
6. СП 45.13330.2010. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
7. СП 50.13330.2012 СНиП 23.02.2003 «Тепловая защита зданий».
8. ГОСТ Р 21.1101-2009 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.
9. ГОСТ8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе».
10. ГОСТ 26254-84 (1994) «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».
11. ГОСТ 26629-85 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».
12. ИСО 10013-95 «Руководящие указания по разработке руководств по качеству».
13. ТСН 12-316-2002 Спб. Приемка и ввод в эксплуатацию законченных строительством объектов недвижимости.
14. Руководство по контролю качества строительно-монтажных работ / А.Н. Летчфорд, В.А. Шинкевич, С.А Платонов и др. – СПб., 2013.
15. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. МДС 12-29.2006. Москва 2007.
16. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е 1. Внутрипостроечные и транспортные работы. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 40 с.
17. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1987. 64 с.
18. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е 22. Сварочные работы. Вып.1. Конструкции зданий и промышленных сооружений. / Госстрой СССР. М.: Прейскурантиздат, 1987. 56 с.
19. Бадьин Г. М. Справочник технолога-строителя. – Спб.: БХВ-Петеррбург, 2008. – 512 с.: ил.
20. Бадьин Г. М., Заренков В.А. Справочник строителя-технолога. – Спб.: ЛенСпецСМУ 2005. – 320 с.: ил.

21. Бадьин Г. М., Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий – Спб.: БХВ-Петеррбург, 2008. – 283 с.: ил.
22. Василенко А.Н. Проектирование и возведение монолитных зданий и сооружений с применением пневматической опалубки. Учебное пособие. Воронеж 2010
23. Грузоподъемные машины для монтажных и погрузочно – разгрузочных работ.: Учебно-справочное пособие /М. Н. Хальфин, А. Д. Кирнев, Г. В. Несветаев, В. Б. Маслов, А. А. Козынко. – Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 608 с.: ил.- (Высшее образование).
24. Ершов М.Н., Лапидус А.А., Менейлюк А.И., Телеченко В.И. Технологические процессы в строительстве. Книга 8. Технологические процессы тепло-, звукоизоляции конструкций. Фасадные системы. Учебник. Издательство АСВ, Москва, 2016.-152с.: ил.
25. Зинева Л. Справочник инжинера-строителя / Серия «Строительство и дизайн». – Ростов н/Д : Феникс, 2004. – 544 с.
26. Комиссаров С.В., Ремейко О.А. Опалубочные системы для монолитного домостроения: Справ.-метод. Пособие. Вып. 1. М.: МГСУ, 2002, 72 с.
27. Молодых С.А., Митина Е.А., Ерофеев В.Т. и др. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона: Учебное пособие. / М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005 -192 с.
28. Справочник современного строителя / Л. Р. Маилян [и др.]; под общ. Ред. Л.Р. Маиляна. – Изд. 4-е. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 540, [1] с.: ил. – (Строительство и дизайн).
29. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии (в 2-х томах), Том 1. Сб. под ред. Х. Нестле. Москва: Техносфера, 2007. -520 с.
30. Справочник современного технолога строительного производства / под общ. ред. Л.Р. Маиляна. – Ростов н/Д: Феникс, 2008.- 432 с.- (Строительство и дизайн).
31. Технология строительных процессов: В 2ч. Ч. 1.: Учеб. / А. А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Коников и др.; Под ред. Н. Н. Данилова, О.М. Терентьева. – 2-е изд., перераб. - М.: Высш. шк., 2001. – 464 с.: ил.
32. Технология строительных процессов: Учеб. Для строит. Вузов / В. И. Телеченко, А. А. Лапидус, О. М. Терентьев. – М.: Высш. шк., 2003. – 392 с.: ил.

Учебное издание

Василенко Анна Николаевна,
Казаков Дмитрий Александрович,
Спивак Ирина Евгеньевна,
Ткаченко Александр Николаевич

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА МОНОЛИТНЫЕ РАБОТЫ

Учебно-методическое пособие

Редактор Лантюхова Н.Н.

Подписано в печать . Формат 60x84x 1/16. Уч.-изд. л.
Усл. печ. л. 1,8. Бумага писчая. Тираж 260 экз. Заказ № .

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии Воронежского
государственного технического университета
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84