

**С. Г. Абрамян
О. В. Бурлаченко**

**КОМПЛЕКСНАЯ РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ
МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ**

Учебное пособие



Волгоград. ВолгГТУ. 2018



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный
технический университет», 2018
© Абрамян С. Г., Бурлаченко О. В., 2018

УДК 69.05(075.8)
ББК 38.6я73
А164

Рецензенты:

ФГБУН «Институт катализа им. Г. К. Борескова
Сибирского отделения РАН, Волгоградский филиал»
в лице кандидата химических наук *А. М. Бескопильного*,
заместителя директора по научной работе;
П. И. Петрушин, директор ООО «Компания „СПТ-плюс“»

*Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки: 08.03.01 — «Строительство»
и по специальности: 08.05.01 — «Строительство уникальных зданий и сооружений»*

Абрамян, С. Г.

А164 Комплексная разработка технологии возведения монолитных конструкций высотных и уникальных зданий [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (7,3 Мбайт). — Волгоград: ВолГТУ, 2018. — Электронное издание локального распространения. — 1 электрон.-опт. диск (CD-R). Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0. — Загл. с этикетки диска.

ISBN 978-5-9948-2794-9

Приведены конструктивные системы высотных зданий, некоторые технологии освоения подземного пространства под высотные и уникальные здания. Рассмотрены технологические особенности устройства монолитных фундаментных плит, опалубочные системы и технологии возведения монолитных стволов ядер жесткости, применяемые машины и механизмы.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», по направлению «Строительство», профилю подготовки «Промышленное и гражданское строительство», а также для инженерно-технических работников строительной отрасли.

**УДК 69.05(075.8)
ББК 38.6я73**

ISBN 978-5-9948-2794-9



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный
технический университет», 2018
© Абрамян С. Г., Бурлаченко О. В., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.....	8
1.1. Конструктивные решения высотных зданий.....	8
1.2. Контрольные вопросы.....	17
Глава 2. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ.....	18
2.1. Современные технологии строительства подземных сооружений.....	18
2.2. Технология устройства монолитных «стен в грунте».....	39
2.3. Устройство монолитных фундаментных плит.....	56
2.4. Контрольные вопросы.....	69
Глава 3. ВОЗВЕДЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ.....	70
3.1. Краткий обзор современных опалубочных систем для возведения монолитных стволов ядер жесткости, колонн и перекрытий.....	70
3.2. Технология возведения монолитных стен ядра жесткости, колонн и перекрытий.....	85
3.3. Контрольные вопросы.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Основные термины и определения.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Исходные данные для выполнения курсовой работы и курсового проекта.....	116
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Технические и производственные характеристики проходческих агрегатов, применяемых при устройстве траншей методом «стена в грунте».....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Технические и производственные характеристики грейферов и навесного оборудования, применяемых при устройстве траншей методом «стена в грунте».....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Технические и производственные характеристики проходческих агрегатов зарубежного производства, применяемых при устройстве траншей методом «стена в грунте».....	127
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Технические и производственные характеристики гидравлических экскаваторов.....	127
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Технические характеристики экскаваторов, оборудованных грейферным ковшом.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Технические характеристики экскаваторов с обратной лопатой.....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Рациональная грузоподъемность автосамосвала в зависимости от дальности транспортировки грунта и вместимости ковша экскаватора.....	130
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Средние скорости автосамосвалов при перевозке грунта.....	130
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Технические характеристики автосамосвалов.....	131
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Показатели разрыхления грунтов и пород. Начальное увеличение объема и остаточное разрыхление. Усадка грунта.....	132
ПРИЛОЖЕНИЕ 13. Коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления.....	132
ПРИЛОЖЕНИЕ 14. Техничко-экономические параметры строительных монтажных кранов.....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ 15. Технические характеристики автобетоносмесителей.....	135
ПРИЛОЖЕНИЕ 16. Характеристики специальных опалубочных систем.....	135
ПРИЛОЖЕНИЕ 17. Допустимые нагрузки на телескопические стойки А300 (А) и А350 (Б) и системы «МОДОСТР».....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ 18. Бетоносмесительные узлы, бетононасосы и распределительные стрелы.....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ 19. Технические характеристики приставных и самоподъемных кранов, применяемых при строительстве высотных зданий.....	142

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с учебной программой курса «Основы технологии возведения зданий и специальных сооружений» для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений». Оно может быть также использовано студентами, обучающимися по направлению «Строительство», профилю подготовки «Промышленное и гражданское строительство» при изучении дисциплины «Технология возведения зданий».

Актуальность данного учебного пособия связана с возрастающими объемами монолитного строительства в мире и в России, необходимостью выбора наиболее эффективных опалубочных систем, их применением для повышения технологичности строительства, проектирования и организации сложных технологических решений при возведении высотных и уникальных зданий. Бетон (бетонная смесь) в настоящее время является одним из наиболее распространенных в мире материалов, его ежегодное применение составляет около 6 млрд т, или более 1 т бетона в год на каждого жителя планеты. Даже при строительстве уникальных зданий со стальным каркасом без выполнения специальных бетонных работ (возведение фундамента, ядра жесткости и т. д.) здания не представляли бы готовую строительную продукцию. В настоящее время в мировой строительной отрасли наблюдается тенденция применения готовых модульных конструкций, что приводит к сокращению сроков строительства, но вместе с тем разрабатываются и внедряются новые виды бетона, опалубочные системы, машины и механизмы.

Изучение известных отечественных и зарубежных технологий, опалубочных систем, применяемых в монолитном строении, и разработка методики выбора эффективной опалубочной системы при возведении монолитных зданий являются очень важной задачей. И насколько студент будет информирован о существующих технологиях монолитного строительства и применяемых опалубочных системах, настолько будет обоснован выбор применяемых технологий при выполнении дипломного или курсового проекта по возведению монолитных конструкций высотных и уникальных зданий.

В целом, в учебном пособии имеются все необходимые материалы для правильного выбора опалубочных систем, технических средств и т. д.; приведены основные термины и определения по рассматриваемой теме в форме приложения (приложение 1).

Так как учебное пособие является дополнительной литературой для изучения дисциплины «Основы технологии возведения зданий и специальных сооружений» и выполнения курсовой работы и курсового проекта, предусмотренных рабочими программами дисциплины, в нем в форме приложения приведены также задания (исходные данные) для их выполнения (приложение 2).

Пособие также может быть полезно для инженерно-технических работников, занимающихся строительством высотных и уникальных зданий.

ВВЕДЕНИЕ

Высотные и уникальные здания представляют собой строительные системы замкнутой геометрической формы, надземная часть которых выше 75 м и 100 м соответственно. Симбиоз конструкторских, технических и технологических решений позволяет осваивать подземные пространства под эти здания не меньшей глубины. Однако особое значение здесь приобретают вопросы технологии и организации строительства как подземной, так и надземной частей здания. Как показывает практика, основная часть конструктивных элементов высотных и уникальных зданий выполняется с применением монолитной технологии и редко — со сборно-монолитной. Хотя за рубежом в последнее время большую популярность получила именно сборно-монолитная технология строительства. Это объясняется тем, что сборно-монолитная технология и применение модульных элементов при возведении высотных зданий намного удешевляют стоимость готовой строительной продукции [1].

Вместе с тем монолитные здания обладают целым рядом преимуществ в силу технологических особенностей: они более устойчивы к влиянию техногенных и прочих неблагоприятных факторов окружающей среды; обладают высокой сейсмоустойчивостью, что обеспечивается жесткостью и особой прочностью конструкций [2]. Например, Китай, где в таких мегаполисах, как Шанхай, Пекин, Харбин и др., сейсмоактивность которых достигает 8...9 баллов, основной упор делается на строительство небоскребов из монолитного железобетона.

Китай по количеству самых высоких сооружений занимает первое место в мире. Об этом свидетельствует возведение зданий Шанхайского всемирного финансового центра, Международного коммерческого центра в Гонконге, финансового центра Наньцзин «Гринлэнд», делового центра китайского города Нанкин, небоскреба KINGKEY 100 в Шэньчжэне, международного финансового центра Гуанчжоу и др.

Отметим, что Китай — единственная ведущая страна в мире по возведению монолитных зданий, доля монолитного строительства составляет более 98 % [3], при этом здесь, в отличие от многих стран, предпочтение дает не модульным конструкциям, а монолиту [4]. На основе структурного анализа

всех затрат возведения монолитных, сборно-монолитных и сборных зданий авторы [4] подчеркивают, что, несмотря на технологичность сборных и сборно-монолитных зданий, в Китае еще некоторое время традиционным останется монолитное строительство. Авторы объясняют это тем, что в Китае реализация плана развертывания строительства заводов по выпуску готовых сборных конструкций обойдется гораздо дороже, чем строительство монолитных зданий.

К другим преимуществам можно отнести: получение бесшовной конструкции, что обеспечивается отсутствием стыков; долговечность (срок службы составляет 150—200 лет); удешевление отделочных работ, так как стены и потолки готовы к отделке практически сразу после возведения; возможность работы в зимний период при температуре воздуха до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3].

Благодаря перечисленным выше преимуществам стало возможным строительство масштабных строительных объектов. Яркий пример эффективного применения монолитного бетона в сочетании со стальной арматурой — современные небоскребы, возводимые практически во всех крупных городах мира и являющиеся своего рода символом общественной, политической и бизнес-активности. Стоит особо отметить, что помимо этого проектирование и строительство подобных высотных зданий стимулирует развитие новых архитектурных идей и инновационных подходов к развитию строительной сферы в целом.

Для реализации того или иного проекта небоскреба изготовление бетона осуществляется по индивидуальной технологии. Так, к примеру, российская девелоперская компания Capital Group для возведения башни-небоскреба «Око» в ММДЦ «Москва-Сити» впервые для столичной строительной практики прибегла к использованию бетона класса прочности В100, который был разработан именно для этого случая. Его высокие прочностные характеристики позволили применять на этаже колонны с более узким сечением, в результате чего удалось уменьшить толщину конструкций, не снижая опорные характеристики [5].

Особая технология изготовления бетона была применена при строительстве дубайского небоскреба «Бурдж Халифа» высотой 828 м: с учетом специфики климата региона было принято решение в бетон, используемый для устройства фундамента, добавлять лед, при этом общий объем бетона составил $45\ 000\ \text{м}^3$. В столице Малайзии, городе Куала-Лумпур, при взведении высотных башен-близнецов Petronas Towers (452 м) в бетон для устройства фундамента каждого из небоскребов вводили кварц; всего было использовано $13\ 000\ \text{м}^3$ бетона. Значительное количество бетона (свыше $46\ 000\ \text{м}^3$), согласно расчетам, было применено для устройства фундамента строящегося в Санкт-Петербурге небоскреба, являющегося частью общественно-делового комплекса «Лахта Центр».

Объем использованного бетона, его класс и марка не только характеризуют грандиозность возводимого здания, но и его надежность. Благодаря прочностным характеристикам бетона удается возводить уникальные

и высотные здания способные выдерживать огромные нагрузки. При этом в мире применяется в основном бетон классов В40—В60. Однако по мере усложнения проектируемых объектов становятся более жесткими требования, предъявляемые к характеристикам бетона. Прежде всего это касается степени его морозоустойчивости, долговечности, способности выдерживать агрессивное воздействие различных химических веществ и высоких температур. В связи с этим в настоящее время во многих мегаполисах, и в частности в Москве, для возведения многоэтажных высотных объектов используется высокопрочный бетон классов В60—В80.

Таким образом, современные технологии возведения высотных и уникальных зданий с применением монолитного бетона способствуют совершенствованию бетона как материала. Бетоны классов прочности В80—В100 по своим характеристикам практически не уступают стали. Но между тем повышение прочности бетона сопряжено с рядом отрицательных моментов. Так, прежде всего, повышается стоимость бетона, а также он становится более хрупким и менее огнестойким. Однако, даже несмотря на это, использование высокопрочного бетона и его модификаций дает возможность, во-первых, снизить расход арматуры до 35 %, а во-вторых, сократить время, необходимое для набора бетоном прочности, до двух-трех суток (в том числе в зимних условиях и без электроподогрева). Кроме того, самоуплотняющиеся и прочие бетоны повышенной консистенции обеспечивают практически полное отсутствие вибрации конструкций.

Организация непрерывного производства бетонной смеси, необходимой в больших объемах, подъема на проектную отметку, укладки, ухода требует правильного выбора опалубочных систем, машин и механизмов с учетом особенности возведения сооружения, выбранной технологии, погодных условий.

Поэтапное выполнение работ с учетом перечисленных факторов, конструктивные особенности высотных зданий будут рассмотрены в учебном пособии.

Глава 1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

1.1. Конструктивные решения высотных зданий

Такие характеристики высотных зданий, как пространственная жесткость, прочность и устойчивость, достигаются благодаря совместной работе действующих на здание горизонтальных и вертикальных конструкций — перекрытий и стен и рам соответственно. Оба вида нагрузок передаются через перекрытия вертикальным несущим конструкциям, а от них на грунт. Геометрия вертикальных элементов и особенности их расположения в плане влияют на интенсивность, направление и характер передачи данных нагрузок.

Конструктивные решения, принимаемые в рамках реализации того или иного проекта высотного сооружения, должны соответствовать целому ряду условий, среди которых необходимо отметить следующие:

- 1) функциональное назначение возводимого объекта;
- 2) его высота;
- 3) комплексная безопасность высотного объекта;
- 4) природно-климатические условия местности, где осуществляется строительство объекта;
- 5) градостроительная ситуация;
- 6) совокупность архитектурно-планировочных решений;
- 7) архитектурно-композиционные требования;
- 8) инженерно-технические системы и оборудование.

Первостепенную важность имеют условия 1—4, тогда как остальные факторы в значительно большей мере обусловлены спецификой условий конкретного строительства.

Вертикальные несущие конструкции, согласно принятой конструктивной схеме, могут состоять как из системы стоек и балок типа каркасов, так и из системы стен-диафрагм — сплошных или решетчатых. Кроме того, возможен комбинированный вариант системы. Стены-диафрагмы, в свою очередь, могут включать линейные элементы либо могут быть объединены в трехмерные конструкции — так называемые ядра (стволы) жесткости. Что касается плоских стен, то здесь также возможно несколько вариантов: они могут быть непрерывными в плане, пересекающими все здание, или располагаться произвольно.

В целях предотвращения нежелательных деформаций возводимого высотного объекта следует принимать вертикальные несущие конструкции из жестких

конструктивных элементов, поскольку именно они воспринимают серьезные горизонтальные нагрузки, прежде всего ветровые, а также сейсмические. Для повышения жесткости в продольном и поперечном направлениях здания предусмотрена система горизонтальных связей, через которые и происходит передача горизонтальных нагрузок посредством соединений, устраиваемых между вертикальными несущими конструкциями и перекрытиями.

В зависимости от конструктивной системы строящегося объекта выбираются и вертикальные несущие конструкции, их комбинации и связи, при этом жесткость конструктивной системы определяется расчетом и обусловлена множеством факторов, среди которых самым значимым в аспекте достижения устойчивости необходимо считать сопротивление объекта ветровым нагрузкам, возрастающим по мере повышения его этажности.

Относительно функций конструктивных элементов высотного здания следует отметить, что по назначению такие элементы делятся на несущие и ограждающие. Несущие конструкции включают связанные между собой горизонтальные и вертикальные элементы, которые образуют конструктивную систему здания в целом, другими словами, речь идет о так называемом несущем остове здания.

При выборе конструктивной системы возводимого высотного объекта следует руководствоваться тем, отвечает ли она требованиям, предъявляемым, с одной стороны, к жесткости и устойчивости, а с другой — к уровню комфортности пребывания людей на верхних этажах, который, в свою очередь, определяется величиной и характером ветровых нагрузок. При этом необходимо соблюдение следующих условий:

горизонтальные перемещения здания от действия совокупности полных нормативных вертикальных нагрузок и средней составляющей (статической) ветровой нагрузки с учетом поворота фундамента не должны превышать более $1/500$ его высоты;

ускорение колебаний перекрытий верхних этажей при действии нормативной пульсационной составляющей ветровой нагрузки должно быть не более $0,08 \text{ м/с}^2$.

Если перечисленные условия по тем или иным причинам не выполняются, необходимо увеличить жесткость высотного здания посредством замены конструктивной системы на более жесткую или включения в работу дополнительных вертикальных несущих конструкций — стен, рам, стволов (ядер жесткости) и их комбинаций. В целях повышения жесткости вертикальные несущие конструкции также могут усиливаться и с помощью специальных связевых систем, представленных либо в виде отдельных плоских или решетчатых диафрагм, которые устраивают в плане, либо в виде связевых поясов-ферм, которые предусмотрены в одном или нескольких уровнях по высоте здания.

Горизонтальные несущие конструкции, к которым относятся перекрытия и покрытия строящегося высотного объекта, воспринимают нагрузки (как вертикальные, так и горизонтальные) и далее передают их поэтажно на

вертикальные несущие конструкции (колонны, стены и пилоны), а те передают их на фундамент и, соответственно, на основание (грунт). Горизонтальные несущие конструкции многоэтажных зданий в большинстве своем представлены однотипно — в виде сборного, монолитного либо сборно-монолитного железобетонного или, что более характерно для последнего времени, сталелитейного диска.

Что касается вертикальных несущих конструкций, то принято выделять следующие главные конструктивные системы объектов повышенной этажности:

1) каркасная (рамная) система — это система с пространственным каркасом в виде рам, которая используется, как правило, при возведении высотных сейсмостойчивых объектов; среди разновидностей каркасной системы выделяют рамно-каркасные, каркасно-ствольные системы и каркасные системы с диафрагмами жесткости;

2) стеновая (бескаркасная, диафрагмовая) система нашла широкое применение в строительстве жилых зданий различных планировочных типов, но при том, что высота объекта не превышает 30 этажей;

3) ствольная система зарекомендовала себя для высотных зданий (более 16 этажей), при этом максимально эффективной она оказывается для компактных в плане объектов, в том числе при сейсмостойком строительстве и при условии неравномерных деформаций основания, т. е. на грунтах с неустойчивой физико-механической формой, над горными выработками и пр.;

4) оболочковая (коробчатая) система — это система, применение которой актуально для высотных объектов уникального характера, имеющих самое различное назначение — жилое, административное и др.

Все перечисленные базовые конструктивные системы предполагают восприятие совокупности силовых воздействий одним типом несущих элементов. К примеру, если речь идет об использовании стержневых конструкций, необходимо, чтобы узлы сопряжения колонн с ригелями были жесткими (рамными) в обоих направлениях, что требуется для обеспечения восприятия вертикальных и горизонтальных воздействий.

Также, помимо основных систем, активно используются и комбинированные (смешанные) конструктивные системы — каркасно-стеновые, каркасно-ствольные, коробчато-ствольные, ствольно-стеновая, ствольно-оболочковая и др. То есть это такие системы, в которых вертикальные несущие конструкции компонуются их различных видов элементов.

На [рис. 1.1](#) и [1.2](#) схематично представлены основные и комбинированные конструктивные системы высотных зданий.

Здания повышенной этажности включают в свой состав различные конструктивные элементы, которые находятся в его подземной и надземной частях. Рассмотрим их более подробно.

Относительно подземных конструкций высотных зданий следует подчеркнуть, что они являются наиболее нагруженными, поскольку на них передаются все нагрузки, действующие на объект, — вертикальные, ветровые, а также сейсмические.

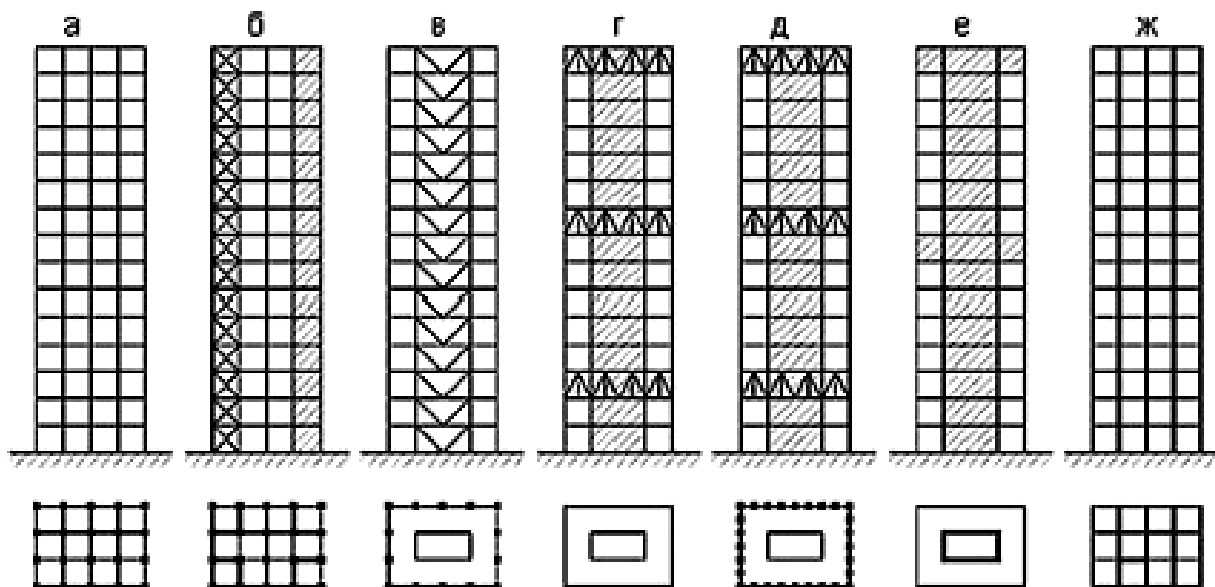


Рис. 1.1. Основные и комбинированные конструктивные системы зданий повышенной этажности: *а* — стеновая; *б* — каркасная (рамная); *в* — каркасная с диафрагмами жесткости; *г* — ствольная; *д* — каркасно-ствольная; *е* — коробчатая (оболочковая); *ж* — коробчато-ствольная (оболочково-ствольная) [6]

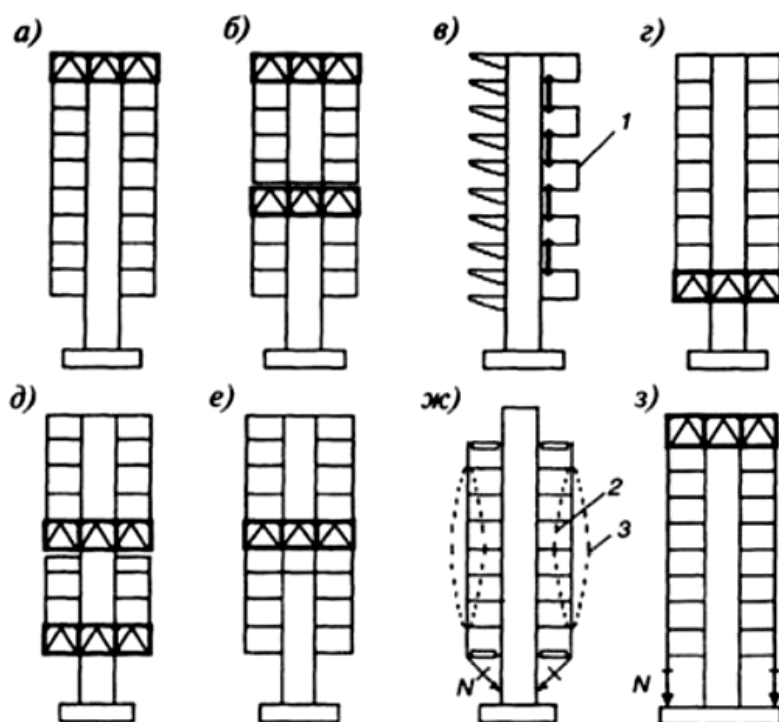


Рис. 1.2. Схемы конструктивных систем с ядром жесткости: *а, б* — с подвесными этажами; *в—д* — с консольными этажами; *е—з* — комбинированные системы; *ж, жз* — с предварительно напряженными подвесками

Также для высотных зданий важным моментом является выбор типа фундамента, ведь от этого напрямую зависит надежность функционирования всех остальных несущих конструкций высотного здания и, что не менее важно, комфортность пребывания в нем людей. Под фундаментом понимают подземную часть сооружения, которая воспринимает сумму постоянных и

временных нагрузок, возникающих в надземных частях, и распределяет это давление по основанию.

Выбор типа фундамента должен осуществляться с учетом инженерно-геологических условий на строительной площадке. Знание специфики этих условий позволяет предварительно оценить несущую способность основания, спрогнозировать вероятность осадок и возникновение неравномерностей, определить общую устойчивость основания. В случае если результаты изысканий оказываются отрицательными, это может рассматриваться в качестве причины для отказа от выбранной изначально площадки строительства ввиду несоответствия условий строительства предъявляемым требованиям безопасности либо по причине серьезных финансовых затрат, вызванных необходимостью проведения мероприятий, направленных на снижение влияния указанных негативных процессов. Также по результатам подобных изысканий может быть дана оценка потенциального воздействия строительства высотного здания на уже существующую близрасположенную застройку.

Что касается определения глубины заложения фундамента, то следует исходить из того условия, что она должна обеспечивать жесткость подземной части возводимого объекта, а также заделку объекта в основание и уменьшение осадок и кренов здания.

Таким образом, к числу самых эффективных решений по устройству фундаментов зданий повышенной этажности закономерно отнести следующие их конструктивные типы (рис. 1.3):

плитные фундаменты повышенной жесткости и плитные фундаменты переменной толщины, а также плитные фундаменты коробчатого типа, обладающие развитой подземной частью, на естественном или укрепленном основании;

свайные фундаменты, в частности представляющие собой глубокие опоры с заделкой нижних концов в коренные грунтовые породы — известняки; комбинированные свайно-плитные (КСП) фундаменты.

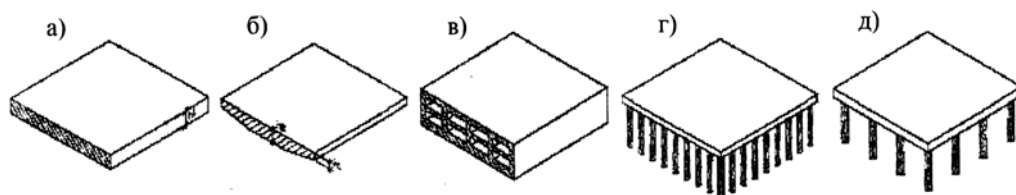


Рис. 1.3. Конструктивные типы фундаментов высотных зданий: *a* — плитный; *б* — плитный переменной толщины; *в* — плитный коробчатого типа; *г* — свайный со сплошным плитным ростверком; *д* — комбинированный свайно-плитный [6, 7]

Тот или иной конструктивный тип фундамента выбирается исходя из результатов технико-экономического сравнения различных вариантов и обусловлен конструктивно-планировочной схемой строящегося высотного здания, характером напластований грунтов и их физико-механических характеристик, а также спецификой взаимодействия возводимого объекта с грунтовым массивом и окружающей застройкой.

Плиты для фундамента изготавливаются из железобетона. Это сплошные плиты, обладающие повышенной жесткостью (их толщина составляет 1,5 м и больше), их располагают под всей площадью возводимого строительного объекта. Фундаментные плиты воспринимают нагрузки от здания и передают их, в основном через подошву, на грунт основания. В практике часто используют фундаментные плиты переменной толщины, имеющие утоньшения в области плитных краев.

Как правило, плитные фундаменты — это одно из самых несложных конструктивных решений. Между тем применительно к строительству высотных объектов необходимо проведение точного расчетного обоснования к использованию фундаментов данного типа, поскольку существует опасность кренов, выпоров грунта из-под края фундамента, значительных изгибающих усилий в конструкции фундамента и, что наиболее значимо, вероятность потери общей устойчивости здания. Если речь идет о достаточно прочных грунтах и грунтах, подверженных деформациям лишь в малой степени, то допускается использовать плитные фундаменты при значительных (более 500 кПа) удельных нагрузках на основание, но только в том случае, когда расчетным методом доказано отсутствие локального выпора грунта из-под фундамента, а также прогнозируются такие величины осадок, которые не оказывают отрицательного влияния на нормальную эксплуатацию здания.

В связи со всем вышеперечисленным целесообразно проведение следующих мероприятий:

- усиление грунтов в основании;
- устройство консольных выпусков из фундаментной плиты за пределы контура здания;
- устройство отсечных стенок, что предотвращает выпор грунта из-под фундаментной плиты;
- устройство деформационных швов;
- разработка оптимальных схем передачи нагрузок на основание, которые учитывали бы очередность возведения тех или иных объектов в рамках строящегося комплекса.

Для сплошных плитных фундаментов используют как балочные, так и безбалочные, бетонные или железобетонные плиты. Ребра балочных плит могут быть обращены вверх и вниз, в местах их пересечения устанавливаются колонны каркаса. Если сплошной плитный фундамент сильно заглублен и имеется необходимость в обеспечении большей жесткости фундаментных плит, то целесообразным решением будет проектирование плит с коробчатым сечением и размещением между ребрами и перекрытиями коробок помещений подвалов.

Фундаменты с плитами коробчатого типа эффективны при строительстве объектов повышенной этажности с большими нагрузками. При этом ребра плиты выполняют так, чтобы они занимали полную высоту подземной части здания и жестко соединялись с перекрытиями, тем самым образуя замкнутые сечения различной конфигурации. Благодаря использованию подобного типа

фундамента под зданием формируется развитое подземное пространство: нижняя фундаментная плита, наружные и внутренние вертикальные несущие конструкции (стены, колонны, стволы) и перекрытия одного или нескольких подземных этажей. Количество участвующих в работе перекрытий назначают согласно расчетам.

Плитный фундамент вместе с описанной подземной частью называется также плавающим. Наиболее целесообразно и оправдано его использование в тех случаях, когда высотное здание возводится на основании, сложенном грунтами, не обладающими достаточной прочностью, которая требуется для сплошных фундаментных плит. Вместе с тем при увеличении этажности подземной части высотного объекта возникает необходимость, во-первых, в геотехническом обосновании проекта, а во-вторых, в устройстве ограждающих конструкций котлованов.

Обращаясь к мировой строительной практике, в качестве примера использования плитного фундамента под высотным строительным объектом можно привести здание Дрезднер банка (нем. Dresdner Bank) во Франкфурте-на-Майне (Германия). Это возведенное в 1978 г. офисное здание имеет 32 надземных этажа (высота 166 м), а в качестве фундамента здесь применена железобетонная плита толщиной 4,0 м и общей площадью 3400 м².

Что касается отечественного опыта, то плитный фундамент коробчатого типа был использован, например, при возведении высотного жилого комплекса «Эдельвейс» (высота 175 м) на Давыдовской улице в Москве.

Рассмотрим теперь более подробно фундаменты свайного типа. Их применяют при возведении зданий на слабых сильносжимаемых водонасыщенных грунтах и в случае передачи на основание больших нагрузок от колонн и стен. Свайные фундаменты высотных зданий передают нагрузки на более плотные, расположенные на некоторой глубине грунты. Свайное поле устраивают, как правило, из буронабивных или буроинъекционных свай различной конфигурации, которые объединены сплошным массивным жестким ростверком, занимающим всю площадь пятна застройки возводимого здания. Принцип работы свайного фундамента сводится к следующему: нагрузки от здания воспринимаются ростверком, распределяются на сваи и передаются на грунты основания благодаря трению по боковой поверхности и сопротивлению под нижним концом сваи ([рис. 1.4](#)).

Наиболее характерным примером использования фундамента свайного типа при возведении высотного объекта является здание Коммерцбанка во Франкфурте-на-Майне (Германия). Здесь 111 свай длиной 45 м каждая передают нагрузку от надфундаментной конструкции на слой прочного местного известняка.

Когда фундаментная плита не обладает достаточной несущей способностью, ее можно дополнить буронабивными опорами, в результате чего повысится взаимодействие строящегося объекта с основанием. В таком случае речь идет о фундаменте комбинированного типа — свайно-плитном (КСП). Между тем следует учитывать, что данное конструктивное решение возможно только

в том случае, если в основании отсутствуют высоко расположенные водоносные пласты либо если выполняется водопонижение.

КСП-фундамент, в отличие от свайного фундамента, воспринимает нагрузку плитой и сваями одновременно (см. рис. 1.4), при этом распределение нагрузки между плитой и сваями зависит от межсвайного расстояния, которое чаще всего принимается равным пяти-шести диаметрам.

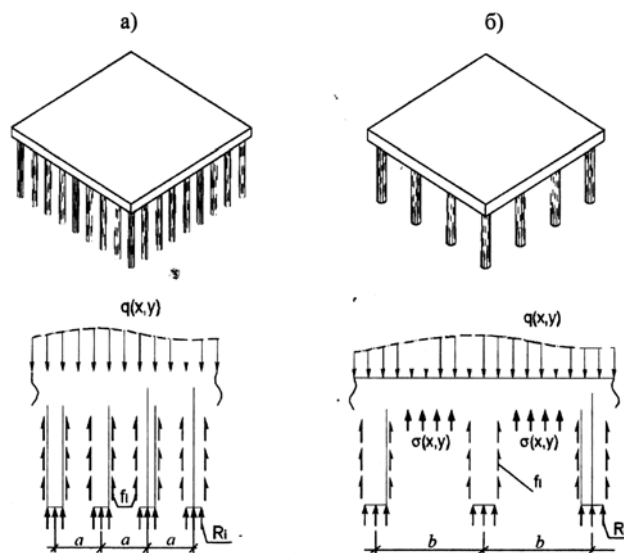


Рис. 1.4. Схемы работы свайного и комбинированного свайно-плитного фундамента: а — свайный фундамент; б — комбинированный свайно-плитный фундамент (КСП) [6]

В качестве примера использования КСП-фундамента можно привести многоэтажный жилой комплекс «Яуза парк» в Москве, предусматривающий подземную автостоянку. Согласно проекту, здесь применяется фундаментная плита толщиной 1,8 м и буронабивные сваи диаметром 1,2 м и длиной 17 м.

Возможно размещение свай в один или несколько рядов либо «кустами», верхним концом последних укладывают монолитные или сборные железобетонные ростверки, а на кусты свай — оголовки. Выбор того или другого варианта определяется несущей способностью возводимого объекта и его конструктивной схемой.

Как свидетельствует строительный опыт разных стран, хаотичный и бессистемный учет перечисленных выше условий является причиной многих негативных явлений. Например, отмечено, что в центре Шанхая (Китай), где имеет место очень плотная застройка высотными зданиями и небоскребами, подстилающая порода дает просадку.

Что касается надземных конструкций высотных зданий и сооружений, то они включают наружные и внутренние стены, каркас, стволы и оболочки. Конструкции внутренних стен и колонн многоэтажных зданий с технической точки зрения практически не отличаются от аналогичных конструкций, применяемых в зданиях с высотой, не превышающей 75 м. Наиболее существенное отличие заключается лишь в увеличении их сечений, что обусловлено, с одной стороны, требованием повышения несущей способности, а с другой — ужесточением требований, касающихся предела огнестойкости.

В случае наиболее нагруженных элементов целесообразно использование сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой из прокатных или сварных элементов, дополненной гибкой арматурой по контуру.

В последнее время с целью многократного повышения несущей способности колонн широкое применение нашли колонны из трубобетона, особенно это характерно для стран Юго-Восточной и Восточной Азии (при этом процент армирования трубобетонных колонн не превышает 4...5 %, что не больше процента армирования железобетонных колонн с жесткой арматурой). Стальная оболочка из круглой стальной трубы, заполненной бетоном высокой прочности, создает обжатие бетонного ядра, выполняя при этом функцию вертикальной и горизонтальной арматуры колонн. Вследствие вертикального и горизонтального обжатия бетонного ядра несущая способность колонны, по сравнению с железобетонной колонной из бетона того же класса, возрастает в два раза с соответствующим уменьшением размеров поперечного сечения.

Межэтажные перекрытия также представляют собой важный несущий элемент высотного сооружения. Выбор перекрытия определяется исходя из конструктивной системы несущего остова, этажности здания, его габаритных размеров в плане и действующих на перекрытия вертикальных и, что наиболее значимо, горизонтальных нагрузок.

Конструктивные решения перекрытий должны отвечать требованиям пожарной безопасности, обеспечения их прочности и минимальной деформативности в плоскости (на горизонтальные нагрузки и воздействия), из плоскости (на вертикальные нагрузки и воздействия).

В соответствии с первым требованием накладываются определенные ограничения на вариантность конструкций перекрытий по их материалу, поскольку они должны быть негорючими и, как следствие, железобетонными. Среди основных вариантов железобетонных перекрытий выделяют следующие: монолитная плоская или ребристая плита, монолитная плита с оставляемой сборной железобетонной опалубкой, сборная плита из многопустотных, сплошных или ребристых настилов. Отметим, что за рубежом наиболее распространенный вариант перекрытия — сталежелезобетонная конструкция состоящая из стальных балок и монолитной железобетонной плиты по профилированному стальному настилу, который одновременно выполняет функцию несъемной опалубки и частично — армирования плиты. Конструкции перекрытия подобного типа обычно проектируют с подвесным потолком, назначение которого — скрыть в интерьере стальные балки и создать пространство для прокладки коммуникаций (электрика, вентиляция и др.).

Специфика конструктивной системы здания определяет выбор в использовании тех или иных видов наружных стен, проектируемых несущими либо ненесущими (навесными). В свою очередь, конструктивная система высотного строительного объекта должна учитывать действие различных силовых и температурно-климатических факторов, оказывающих существенное влияние на наружные стены как в процессе возведения здания, так и в период его эксплуатации.

Функция несущих стен заключается в восприятии всех видов испытываемых зданием силовых воздействий и ветровых нагрузок, переменных по высоте, в том числе и их пульсационной составляющей.

Ненесущие (навесные) конструкции используются при строительстве зданий с каркасной системой и ее разновидностями с колоннами по периметру. В основном речь идет о легких элементах с листовыми стальными либо алюминиевыми обшивками, обладающими средним теплоизоляционным слоем.

Отметим, что в современной строительной практике стали широко использоваться навесные стеновые панели из закаленного и армированного стекла. Они в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к прочности и жесткости высотных сооружений, но в то же время обладают небольшим весом, что, безусловно, является их значимым преимуществом, поскольку это позволяет добиться существенного снижения нагрузок на несущие элементы каркаса, фундаменты и, как следствие, грунты основания высотного здания.

Таким образом, подводя итог всему вышесказанному, следует подчеркнуть, что одним из самых главных элементов проектирования является выбор конструктивного решения высотного строительного объекта, поскольку именно этим определяются принимаемые объемно-пространственные, архитектурно-планировочные и инженерно-технические решения, которые позволяют возводить интересные и привлекательные с художественно-архитектурной точки зрения высотные здания, а также, что не менее важно, от этого зависит безопасность нахождения в таком здании людей.

1.2. Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на проектирование и строительство высотных зданий?
2. Какие основные конструктивные системы высотных зданий вам известны?
3. Что является критерием выбора конструктивной системы высотного здания?
4. Какие конструктивные типы фундаментов высотных зданий существуют?
5. Когда применяются монолитные фундаменты в виде коробчатого сечения?
6. Каким образом можно обеспечить надежность эксплуатации сплошной монолитной фундаментной плиты при проектировании и строительстве высотных зданий?
7. В каких случаях под высотные здания проектируется комбинированный свайно-плитный фундамент?
8. Какие ограждающие конструкции в последнее время применяется при строительстве высотных и уникальных зданий?

Глава 2. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

2.1. Современные технологии строительства подземных сооружений

К современным технологиям освоения подземного пространства относятся технологии, приведенные на рис. 2.1.

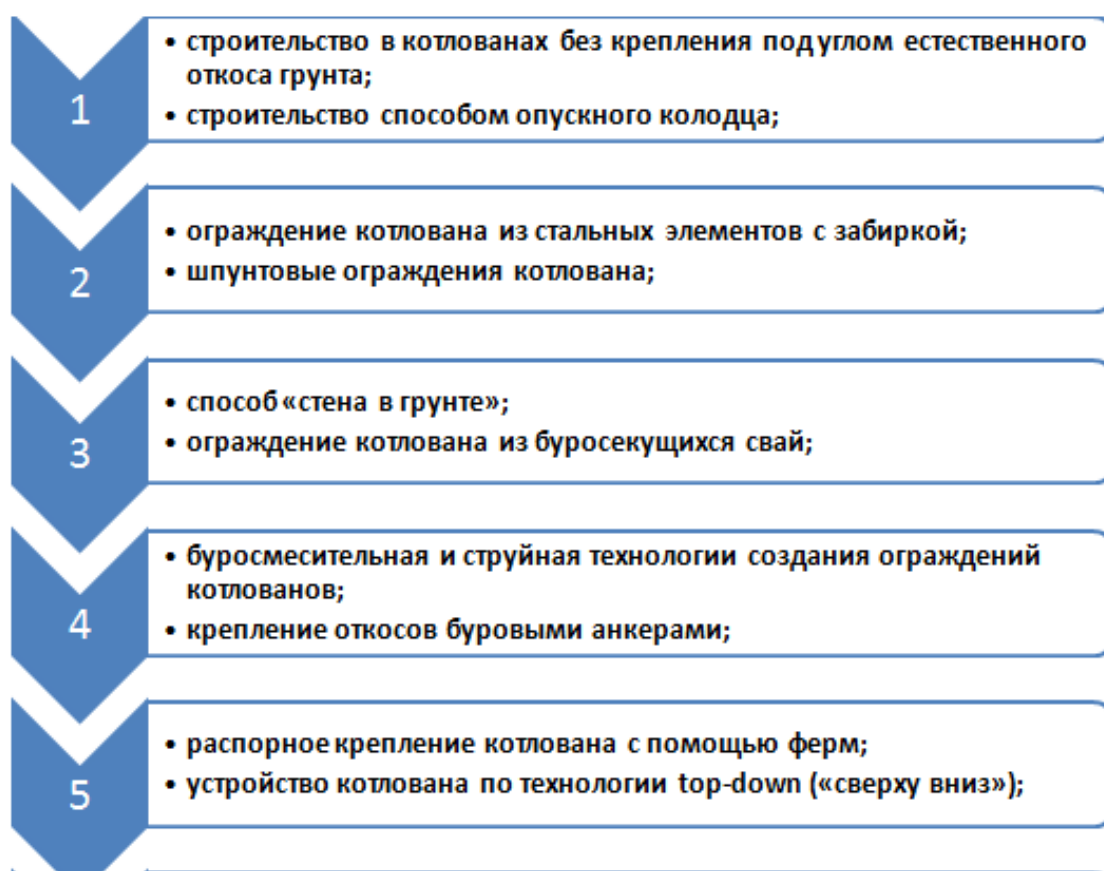


Рис. 2.1. Основные технологии освоения подземного пространства

Устройство котлованов в откосах является наиболее простым и, как правило, экономичным решением, однако применение этого способа имеет множество ограничений, особенно в условиях стесненной городской застройки.

В первую очередь ограничением выступает требуемая глубина котлована. Увеличение глубины заложения вызывает необходимость устройства более пологих откосов, при этом занимаемая площадь и объемы вынутого из котлована грунта существенно возрастают, что, как следствие, в силу ограниченности площадки делает этот способ нецелесообразным или невозможным.

Существенно осложняют применение метода устройства котлованов в откосах и подземные воды, поскольку в таком случае следует использовать строительное водопонижение. В связи с этим котлованы в откосах обычно устраивают в условиях отсутствия застройки при глубоком залегании уровня подземных вод (рис. 2.2).

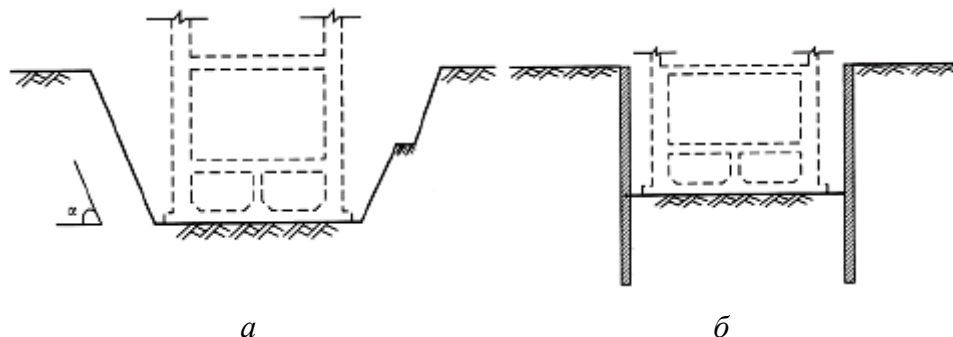


Рис. 2.2. Схема строительства в котловане: а — с откосами; б — с ограждением

Способ опускного колодца. Данный метод строительства предполагает устройство на поверхности или в пионерном котловане конструкции колодца, открытого сверху и снизу. Стены в нижней части колодца оборудуют режущим краем — ножом. По мере извлечения грунта внутри колодца конструкция под действием собственного веса или дополнительной нагрузки погружается в грунт. В процессе погружения стены колодца могут наращиваться. После погружения колодца до необходимой в соответствии с проектом глубины устраивают днище, гидроизоляцию и выполняют конструкции внутри колодца.

Колодцы устраиваются, как правило, круглыми в плане (рис. 2.3), хотя возможна и иная форма. Конструкция опускных колодцев выполняется из монолитного, сборного или сборно-монолитного железобетона. Диаметр опускных колодцев может варьироваться от нескольких метров до нескольких десятков метров.

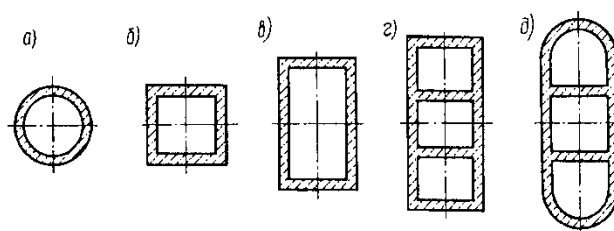


Рис. 2.3. Формы сечений опускных колодцев в плане: а — круглая; б — квадратная; в — прямоугольная; г — прямоугольная с поперечными перегородками; д — с закругленными торцевыми стенками

Самое большое сооружение в мире, построенное способом опускного колодца, находится в России — это главная насосная станция в поселке Ольгино, имеющая диаметр 66 м и глубину погружения 70 м.

Способ нашел свое применение в основном для строительства инженерных сооружений: стволов шахт, подземных камер, резервуаров и насосных

станций. В настоящее время в городских условиях вблизи существующей застройки погружение колодцев выполняют крайне редко ввиду возможности развития осадок существующих зданий при встрече в процессе работ крупных включений в грунтах, наличии слабых и водонасыщенных грунтов.

Ограждение котлована из стальных элементов с забиркой. По мере разработки грунта в котловане между металлическими элементами устанавливается забирка из деревянных досок или стального листа, препятствующая осыпанию грунта в котлован. В качестве несущих стальных элементов, как правило, используют трубы или двутавры (рис. 2.4), которые погружают в пробуренные лидерные скважины или задавливают. При использовании в составе ограждения труб для их погружения возможно также применение технологии завинчивания.

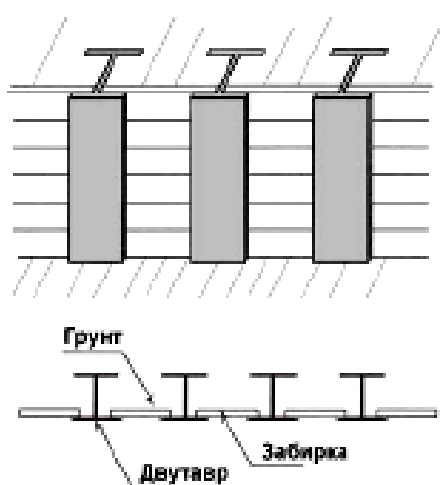


Рис. 2.4. Ограждение котлована из стальных элементов с забиркой

Данный тип ограждения не является водонепроницаемым, в связи с чем при его применении в водонасыщенных грунтах необходимо обеспечить водопонижение. По сравнению с другими типами ограждений котлованов конструкция с забиркой характеризуется большей деформативностью и обладает меньшей прочностью. Диапазон ее применения обычно ограничивается глубиной котлована до 10 м. Помимо этого данный тип ограждения не рекомендуется использовать при наличии в основании водонасыщенных структурно-неустойчивых грунтов.

Шпунтовые ограждения. Стальные шпунтовые ограждения в определенных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях и при глубине котлована до 7...8 м по технико-экономическим показателям могут оказаться эффективнее других способов ограждения котлованов. Шпунтовые ограждения представляют собой временные ограждения котлованов, которые состоят из забитых в грунт стальных или деревянных шпунтовых свай. Ограждения из шпунта изготавливаются под любые виды сооружений при устройстве фундаментов в случаях, когда невозможно произвести разработку котлованов в откосах. Такие ограждения из шпунта помогают предотвратить обрушение грунта при сооружении различного рода конструкций.

Указанные конструкции способны воспринимать не только давление грунта, но и гидростатическое давление, благодаря чему одновременно выполняют функцию и противодиффузионной завесы.

Шпунтовые элементы стен представляют собой стальные профили U- и Z-образного поперечного сечения или плоские профили ([рис. 2.5](#) и [2.6](#)), снабженные замковыми захватами по краям, позволяющими фиксировать один элемент относительно другого в вертикальном положении.

Погружение шпунтовых элементов в грунт может осуществляться тремя способами: ударным, вибрационным или способом вдавливания. Выбор способа погружения зависит от ряда факторов: грунтовых условий, наличия вблизи котлована эксплуатируемых зданий и сооружений, массы и длины погружаемых элементов, а также наличия необходимого оборудования. Шпунт, так же как и балочное ограждение, чаще всего предусматривается извлекаемым из грунта, для чего используются механизмы, аналогичные механизмам, которые применяются для погружения.

Перспективным методом погружения шпунта и балок, расширяющим область применения данного вида ограждения, особенно в условиях тесной городской застройки, является их вдавливание в грунт, а также вибропогружение с повышенной частотой вибрирования (до 2000 кол./мин).

Замок для соединения панелей решен в сварном варианте, не требующем прокатки специального фасонного элемента. Тип замка — «одинарная» или «двойная» обойма.

Для панелей ПШС характерна малая удельная металлоемкость. Она на 20 % меньше, чем у равнонесущей стены из шпунта Ларсен-5 из стали того же класса.

Количество замков на единицу длины стены из панелей ПШС в 2...3 раза меньше, чем у обычных шпунтин шириной 400...600 мм, что обеспечивает их меньшую водопроницаемость [8].

Шпунтовые стены, устроенные в замок, обладают достаточно высокой жесткостью и способны воспринимать изгибающие моменты, значительно превышающие предельные значения для ограждений с забиркой (см. [рис. 2.5](#) и [2.6](#)). Ограничением для использования шпунта является сложность или невозможность его погружения в гравелистых, скальных и полускальных грунтах. Другим его недостатком является достаточно высокая стоимость. В условиях города при наличии застройки использование шпунта может быть рекомендовано только при отсутствии в геологическом разрезе прочных грунтов, так как в ином случае погружение шпунта может привести к развитию значительных осадок близрасположенных зданий, а также к дискомфорту из-за шума для их жителей.

Способ «стена в грунте». Данный способ применяется для строительства подземных зданий и сооружений в условиях непосредственной близости от существующих строений, в том числе под автомагистралями в городах, на узких и грузонапряженных дорогах.

По назначению стены в грунте разделяют на три типа: несущие, ограждающие, противодиффузионные. Стены в грунте также в некоторых случаях

используются для устройства фундаментов. С учетом их назначения подбирают материал заполнения: из твердеющих материалов, сборные или сборно-монолитные, из нетвердеющих заполнителей.

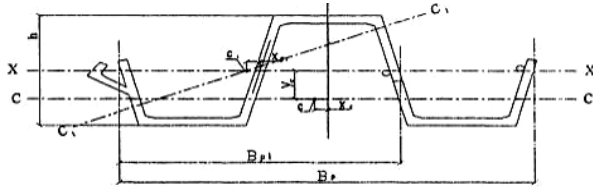


Рис. 2.5. Шпунтовый элемент



Рис. 2.6. Шпунтовое ограждение котлована

Сущность способа (рис. 2.7) состоит в том, что по периметру будущего котлована сооружается монолитная железобетонная направляющая стенка — форшахта. Она обеспечивает проектное направление и необходимую точность сооружения стены в грунте и предотвращает обрушение грунта в верхней части траншеи. Затем, по контуру будущего сооружения специальными землеройными механизмами разрабатывают узкую и глубокую траншею для устройства в ней ограждающих стен. Для удержания стенок траншей от обрушения при их разработке и последующем заполнении бетонной смесью, сборными железобетонными конструкциями или противодиффузионными материалами применяется глинистая суспензия.

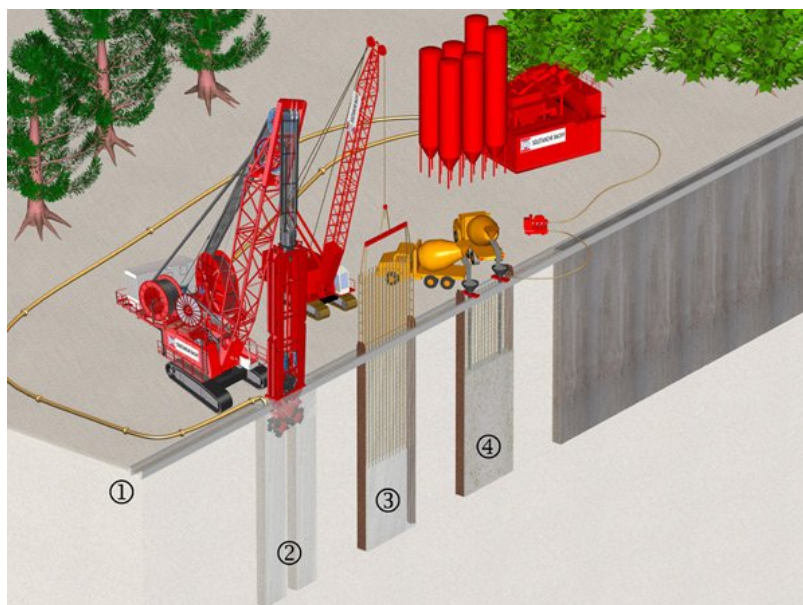


Рис. 2.7. Возведение «стены в грунте»: 1 — устройство форшахты; 2 — разработка грунта в траншее; 3 — армирование стен; 4 — бетонирование стен [9]

Глинистый раствор не ухудшает сцепления арматуры с бетоном, не смешивается с бетонной смесью, что позволяет бетонировать подводным способом. В закрепленные глинистым раствором траншеи опускают арматурные каркасы и бетонируют конструкции стен, вытесняя глинистый раствор бетонной смесью.

После разработки грунта в траншею по захваткам вставляют арматурные каркасы. Траншею бетонируют методом вертикально перемещаемой трубы или бетононасосами. При устройстве сборных стен в траншею вставляют железобетонные панели.

Устройство в грунте монолитных стен методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ) рекомендуется осуществлять посредством более совершенной технологии — бетонирования с использованием вибрирования. При укладке без вибрирования бетон литых смесей, в соответствии с техническими требованиями, должен иметь осадку конуса 18...20 см, тогда как при технологии бетонирования полужесткими смесями с применением специальных вибраторов осадка конуса не должна превышать 8 см, а подвижность самой смеси должна сохраняться на период транспортировки и укладки не менее 40 мин.

Закрепление глубинных вибраторов на нижней части бетонолитной трубы при использовании жестких смесей с осадкой конуса 3...6 см позволяет значительно повысить однородность бетона, а его среднюю прочность увеличить на 35...40 % по сравнению с укладкой литых смесей.

За счет возможности регулировать процесс подачи бетона включением и выключением вибратора можно повысить показатели по плотности, прочности и водонепроницаемости стены. Целесообразно использование малоподвижных бетонных смесей, имеющих осадку конуса 3...4 см, вместо литых бетонов с повышенным содержанием цемента (до 500...600 кг/м³). При этом экономия цемента составит около 150...200 кг/м³. Еще одно преимущество данного метода заключается в том, что его можно осуществлять при низких температурах (до -30 °С).

После того как бетон в траншее набрал необходимую прочность, начинают разработку грунта внутри сооружения. Работы проводят захватками сверху вниз. При необходимости для обеспечения устойчивости и прочности стен устанавливают обвязочные пояса, рамы, распорки, тяжи либо грунтовыми анкерами.

Дальнейшим технологическим этапом является разработка грунтового ядра подземного сооружения, замоноличивание стыков и устройство распорных конструкций и, наконец, устройство днища внутренних конструкций.

Для разработки грунта в ядре возводимого способом «стена в грунте» подземного объекта применяют технологию, которая предусматривает, что сначала разрабатывается центральная часть массива грунта внутри сооружения на глубину одного яруса с сохранением по периферии неразработанных участков (это необходимо для того, чтобы облегчить работу ограждающей конструкции), а уже после монтируются распорные конструкции и

разрабатывается остальная часть грунта. На следующей заходке цикл повторяется.

Для повышения уровня индустриальности выполняемых строительных работ и улучшения качества устраиваемых стен рекомендуется сборный или сборно-монолитный вариант, так как применение сборной или сборно-монолитной «стены в грунте» позволяет не только увеличить скорость возведения конструкции, но и снизить трудоемкость, а также сократить расход бетона.

Таким образом, технология «стена в грунте» в виде сборной или сборно-монолитной конструкции для ограждения котлованов дает возможность обеспечить:

- гарантированную марку бетона стен по прочности и водонепроницаемости;
- гарантированную геометрию и чистую поверхность стен;
- снижение расхода бетона на 15...20 %;
- возможность установки в заводских условиях закладных деталей и сальников для подводки коммуникаций;
- исключение необходимости регулярной поставки расчетного количества товарного бетона в нормативные сроки;
- увеличение скорости возведения конструкции на 15...20 %;
- снижение трудоемкости работ;
- возможность передачи нагрузки на стену сразу после ее возведения [8].

Такая технология применима практически в любых нескальных грунтах (как в несвязных, так и в плотных глинистых), за исключением участков с геологически неустойчивыми условиями, в крупнообломочных грунтах с незаполненными пустотами между зернами, в карстовых грунтах с пустотами и кавернами, при наличии в грунтах твердых включений (крупных валунов, обломков бетонных или железобетонных конструкций, каменной кладки, металлических балок и т. п.). Уровень грунтовых вод должен находиться на глубине не менее чем 1,5 м от поверхности земли, а скорости движения грунтовых вод не должны превышать критических, при которых происходит вымывание глинистого раствора. Кроме этого, экономически нецелесообразным является применение этого способа при малом заглублении сооружения в грунт и большом количестве сложных конструктивных сопряжений ограждающих стен с железобетонными перекрытиями и перегородками.

При отсутствии вышеуказанных условий устраиваются монолитные «стены в грунте», технология выполнения которых рассмотрена в следующем параграфе данной главы.

Струйная цементация (jet-grouting) базируется на использовании энергии высокоскоростной струи жидкости для обработки природных грунтов с целями:

- уменьшения водопроницаемости и увеличения прочности несвязанных песчаных грунтов;
- повышения сопротивления сдвигу и снижения деформативности пылевато-глинистых грунтов;

замещения органогенных и техногенных грунтов, закрепление которых не позволяет достичь требуемой прочности, проницаемости и долговечности.

В зависимости от конкретных целей обработки грунтов применяется однокомпонентная, двухкомпонентная или трехкомпонентная струйная цементация. Кроме того, возможны также и некоторые специальные приемы. Например, обрабатываемые грунты предварительно частично промывают (pre-washing) либо после гидроразмыва и выноса на поверхность их полностью замещают раствором цемента, в том числе, как вариант, с добавлением мраморной пудры.

Прочность грунтоцемента или материала, получаемого в результате струйной цементации грунта, зависит как непосредственно от особенностей грунта, так и от расхода цемента на его закрепление.

Устройство свай из грунтобетона выполняется в два этапа — в процессе прямого и обратного хода буровой колонны.

Во время прямого хода производят бурение специальной — лидерной — скважины до проектной отметки. Буровой раствор, в качестве которого используется вода, бентонитовый или цементный раствор, через открытый прямой клапан подается в буровой наконечник для удаления шлама в процессе бурения.

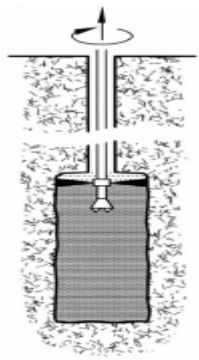
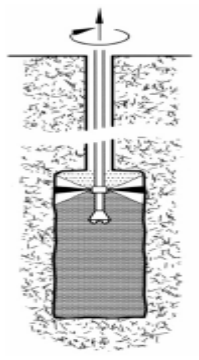
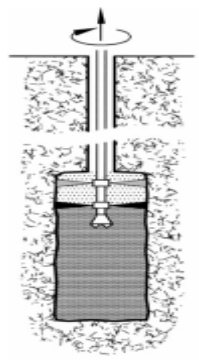
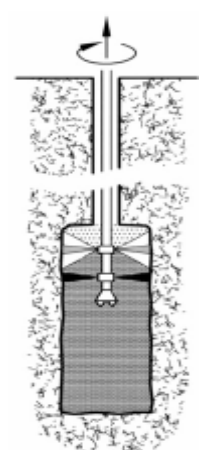
При обратном ходе цементный раствор под высоким давлением поступает в сопла расположенного на нижнем конце буровой колонны монитора, после чего начинается подъем колонны и одновременное ее вращение. Когда создается высокое давление, прямой клапан закрывается, препятствуя поступлению цементного раствора в буровой наконечник, поэтому весь цементный раствор подается исключительно в сопла монитора.

Поскольку для разрушения и замешивания грунта требуются высокие значения кинетической энергии струи раствора, для реализации схемы струйной цементации необходимо использовать высоконапорный цементонасос соответствующей мощности. Практика показывает, что давление должно составлять 400...700 атм., а мощность двигателя должна быть не ниже 350 л. с. Еще одной особенностью данной технологии является монитор, оснащенный прямым и обратным клапанами, а также соплами. Назначение сопел — преобразование высокого давления раствора, развиваемого цементировочным насосом, в кинетическую энергию струи. В связи с высокими абразивными свойствами цементного раствора их необходимо изготавливать из специального металлокерамического состава.

Схема технологического процесса струйной цементации отражена в [табл. 2.1](#).

Однокомпонентная струйная цементация ([п/п. 1 в табл. 2.1](#)) характеризуется размывом, перемешиванием и закреплением грунтов исключительно струей цементного раствора. В таком случае возможно достижение диаметра колонны обработанного грунта в пределах 0,4...0,8 м. Как правило, цементный раствор имеет водоцементное отношение $V / Ц = 0,8...1,0$.

Принципиальная схема технологического процесса струйной цементации

№ п/п.	Принципиальная схема технологического процесса	Название технологии	Классификация
1		Раствор цемента под высоким давлением	Однокомпонентная с затопленной струей
2		Раствор цемента в среде сжатого воздуха	Однокомпонентная с растворовоздушной струей
3		То же с вытеснением пульпы раствором цемента	Двухкомпонентная с водовоздушной струей
4		То же с регенерацией цементного раствора	Трехкомпонентная

Основные параметры однокомпонентной струйной цементации приведены на рис. 2.8.

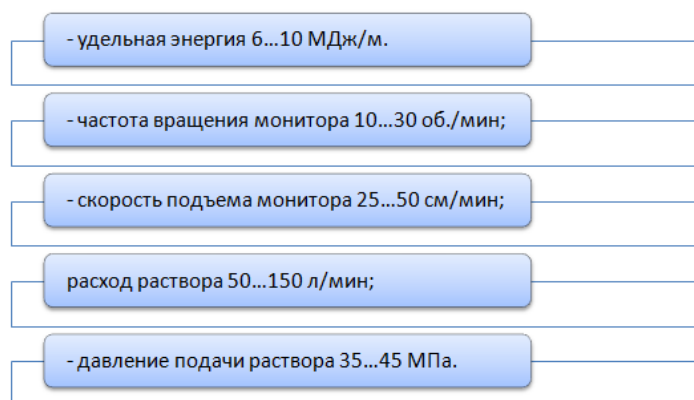


Рис. 2.8. Параметры однокомпонентной струйной цементации

Двухкомпонентная струйная цементация ([п/п. 2, 3 в табл. 2.1](#)) характеризуется размывом, перемешиванием и закреплением грунтов с помощью двух струй.

Различают так называемую воздушную систему ([п/п. 2 в табл. 2.1](#)), когда струя цементного раствора помещается внутри струи сжатого воздуха и за счет этого энергия размыва существенно возрастает, и водную систему ([п/п. 3 в табл. 2.1](#)), при которой с помощью отдельной струи воды при обработке грунтов удается использовать режим предварительного размыва. При двухкомпонентной струйной цементации можно получить диаметр колонны обработанного грунта в пределах 0,8...1,8 м. Как правило, используется цементный раствор при водоцементном отношении В / Ц = 0,8...1,0, а при выполнении противофильтрационных завес в раствор дополнительно добавляется бентонитовый порошок в пределах 2 % от массы использовавшегося цемента.

Основные параметры двухкомпонентной струйной цементации (воздушной системы) приведены на рис. 2.9.

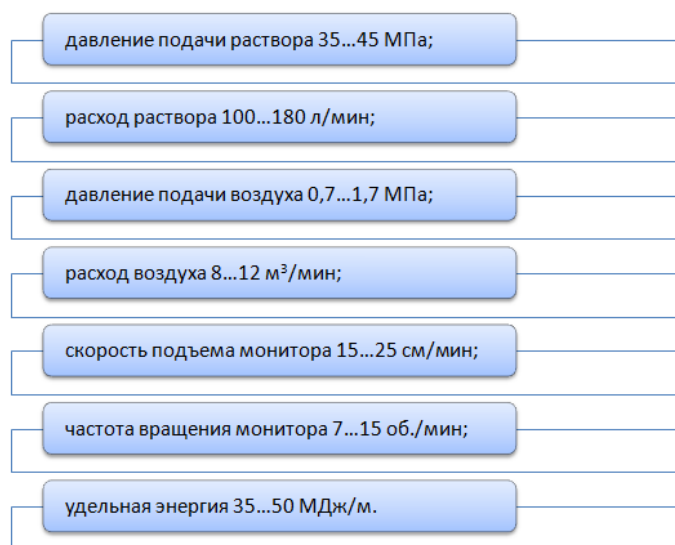


Рис. 2.9. Параметры двухкомпонентной струйной цементации (воздушной системы)

Основные параметры двухкомпонентной струйной цементации (водной системы) приведены на рис. 2.10.

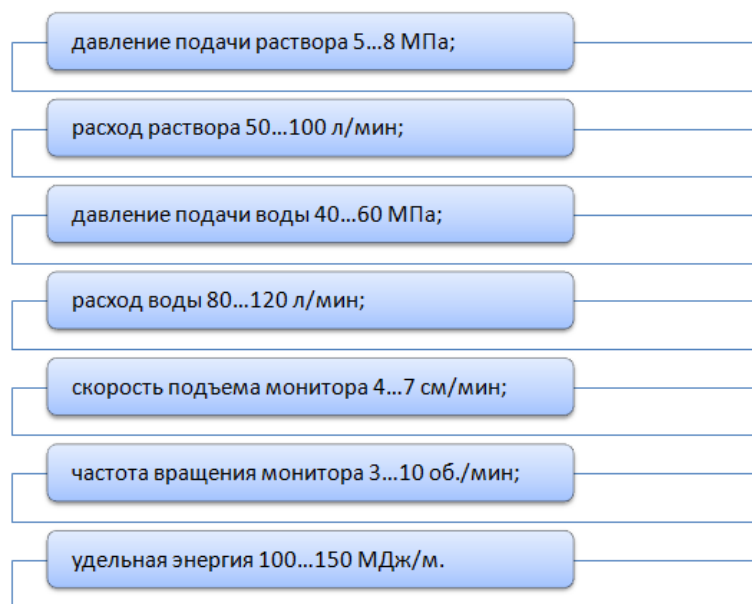


Рис. 2.10. Параметры двухкомпонентной струйной цементации (водной системы)

Трехкомпонентная струйная цементация ([п.п. 4 в табл. 2.1](#)) характеризуется размывом, перемешиванием и закреплением грунтов с помощью трех струй. Струя воды помещается внутрь струи сжатого воздуха и подается через верхнее сопло, что позволяет не только увеличить энергию размыва, но и использовать известный эффект «эрлифта» для выноса на поверхность легких частиц размываемых грунтов.

Струя цементного раствора подается через нижнее сопло и служит для перемешивания размывших, как правило, тяжелых частиц грунтов. При трехкомпонентной струйной цементации возможно достижение диаметра колонны обработанного грунта в пределах 0,8...2,0 м.

Основные параметры трехкомпонентной струйной цементации приведены на [рис. 2.11](#).

Основным преимуществом технологии является отсутствие негативного воздействия на фундаменты расположенных поблизости зданий.

Другим преимуществом является возможность установки на участке устройства свай только буровой установки, а весь узел приготовления цементного раствора, включающего силос для хранения цемента, миксерную станцию и высоконапорный насос, расположить в любом месте, удобном для подъезда цементовоза. Это очень актуально при производстве работ в стесненных условиях городских строительных площадок.

Еще одним достоинством технологии является возможность производства работ в зимний период, особенно тогда, когда ростверк, объединяющий оголовки свай, заглублен ниже зоны промерзания грунта: в таком случае дополнительные мероприятия по обеспечению условий твердения грунтоцемента не требуются. Возможность работ по ограждению котлована в зимний

период позволяет перевести на летний строительный сезон весь основной фронт работ, включая разработку грунта, бетонные работы по обустройству котлована и непосредственно строительство самого подземного объекта.

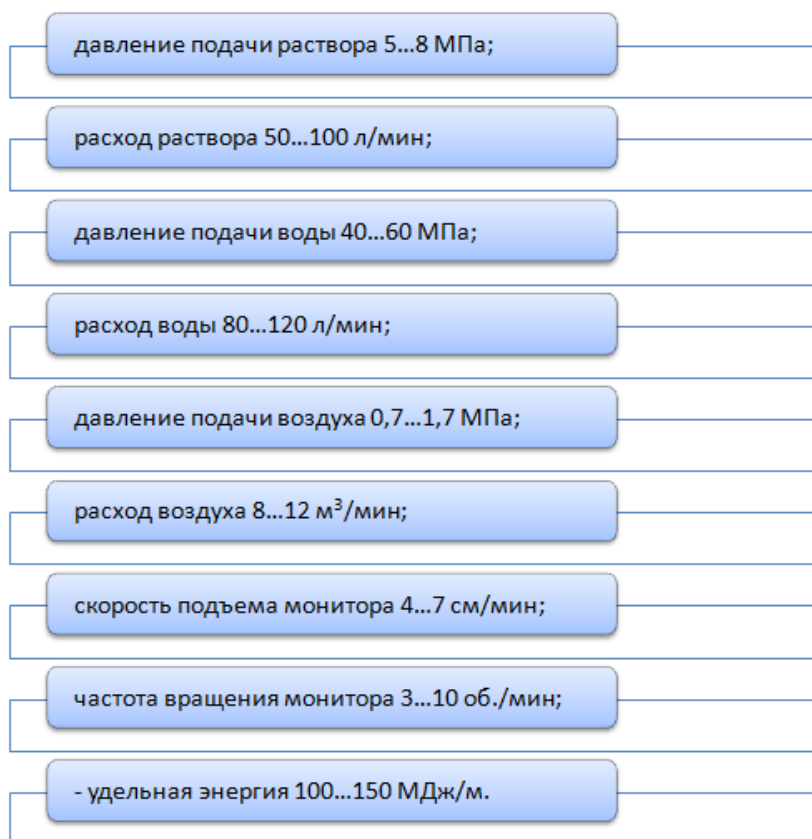


Рис. 2.11. Параметры трехкомпонентной струйной цементации

Буросмесительная технология. Сущность буросмесительного способа состоит в следующем: к полой штанге буровой установки прикрепляется специальный рабочий орган (буросмеситель), с помощью которого в процессе бурения происходит размельчение и перемешивание грунта с водоцементным раствором или другими химическими реагентами ([рис. 2.12](#), [2.13](#)).

Различают две схемы устройства грунтоцементных свай: по первой подача цементной суспензии осуществляется в процессе погружения инструмента до проектной отметки (прямой ход) или в процессе извлечения инструмента (обратный ход), а по второй — как при прямом, так и при обратном ходе инструмента.

Приготовленный в смесительных установках цементный раствор подается в промежуточную емкость, откуда под давлением до 5 атм. через вертлюг и полую штангу он поступает в буросмеситель. Когда буросмеситель погружается в грунтовой массив, через имеющиеся в его лопастях отверстия раствор нагнетается в грунт. Раствор распределяется равномерно благодаря дозированной подаче и фиксированному (2...20 мм за один оборот) погружению буросмесителя. С целью закрепления размельченного грунта в него вводится, параллельно с погружением буросмесителя, цементный раствор в нужном количестве ($B / Ц = 0,6$). При обратном вращении (в процессе

выемки бурсмесителя) цементогрунтовая смесь в определенной степени уплотняется.

Для максимального разрушения агрегатов грунта и получения более однородной цементогрунтовой смеси бурсмеситель погружают в грунт и выглубляют до четырех раз. Производительность буровых установок, в соответствии с рассмотренной технологией, обусловлена количеством оборотов и подачей бурсмесителя: чем она больше, тем толще снимаемая стружка грунта и, как следствие, больше неразрушенных агрегатов. По мере увеличения подачи резко возрастает и усилие резания и потребления энергии.

Существует и еще один способ. В соответствии с ним при погружении бурсмесителя (без выемки грунта) одновременно с резанием грунта подается определенное количество воды, требуемое для того, чтобы разрыхленный грунт перешел в текучее состояние. При выглублении бурсмесителя в образовавшуюся грунтовую массу вводится водоцементный раствор ($B / Ц = 0,5 \dots 0,6$). Важно, что данный способ дает возможность получить однородную цементогрунтовую смесь всего лишь за один-два прохода бурсмесителя, а также снизить усилия резания в несколько раз. Благодаря этому можно изготавливать сваи большой длины (более 20 м): введение цементного раствора осуществляется при выглублении бурсмесителя, т. е. устройство сваи не связано со сроками схватывания цемента. Кроме того, следует подчеркнуть, что лессовый грунт, окружающий закрепляемый массив, увлажняется вследствие передвижения воды из грунтовой массы. Применение технологии влажного смешивания наиболее эффективно и целесообразно в песчаных и супесчаных грунтах. Наличие грунтовых вод не является противопоказанием к применению метода. В связных грунтах более эффективен сухой метод с применением негашеной извести и цемента.

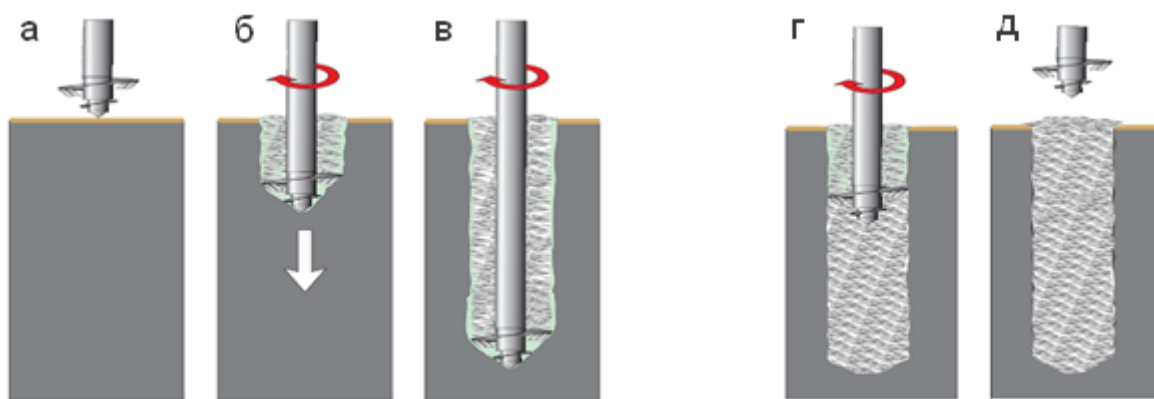


Рис. 2.12. Бурсмесительная технология: *a* — позиционирование буровой головки и подача суспензии; *б* — буровая головка погружается в грунт при скорости вращения 100...200 об./мин, грунт смешивается с цементной суспензией; *в* — буровая головка при постоянной подаче суспензии погружается на необходимую глубину; *г* — образовавшаяся смесь из цементной суспензии и грунта при выемке буровой головки еще раз смешивается и дальше обогащается суспензией; *д* — готовая свая

Схема устройства, состав и количество подаваемой смеси подбираются в исходя из требуемых параметров цементогрунта, при этом должны обеспечиваться необходимые прочностные характеристики. Количество закачанной

цементной смеси назначается из расчета на один погонный метр колонны. Прочностные характеристики определяются объемом поданной суспензии, грунтовыми условиями и консистенцией полученной смеси. Для достижения лучших результатов уплотнения грунтоцементных колонн процесс перемешивания повторяется несколько раз.

Контроль параметров грунтоцемента ведется во время всего периода изготовления, а также после выполнения. При производстве работ фиксируют длину ствола колонны, скорость вращения и скорость погружения смесителя и количество закачанной цементной смеси. Прочность цементогрунта подлежит обычным испытаниям на стандартных кубиках.



Рис. 2.13. Оборудование для реализации буросмесительной технологии

Крепление откосов буровыми анкерами. В городских условиях консольные подпорные стены применяют при глубинах котлована, как правило, не превышающих 5 м. При устройстве более глубоких котлованов применяют различные способы их крепления, позволяющие снизить усилия в ограждении и его деформации.

Наиболее предпочтительным с точки зрения удобства экскавации грунта и организации работ в котловане является крепление ограждающей конструкции грунтовыми анкерами. Анкерное крепление воспринимает опрокидывающий момент, действующий со стороны грунта на ограждающую конструкцию, при этом возникающие в них растягивающие усилия передаются на глубокие слои грунта, расположенные за призмой обрушения. По способу устройства анкеры подразделяются на буровые, завинчиваемые, задавливаемые, забивные и комбинированные. Для крепления ограждений котлованов в городских условиях в большинстве случаев используются буровые анкеры.

Конструктивно грунтовые анкеры ([рис. 2.14](#), [2.15](#)) состоят из стопорного устройства (оголовка), анкерной тяги к рабочей части (заделки). Стопорное устройство является опорной частью анкера и обеспечивает натяжение

и закрепление анкерной тяги на ограждающую конструкцию. Анкерная тяга представляет собой напрягаемый элемент, передающий усилие от конструкции на рабочую часть анкера. Рабочая часть анкера ([рис. 2.16](#)) фиксирует его положение в грунтовой толще, передавая выдергивающее усилие от конструкции в грунтовой массив.

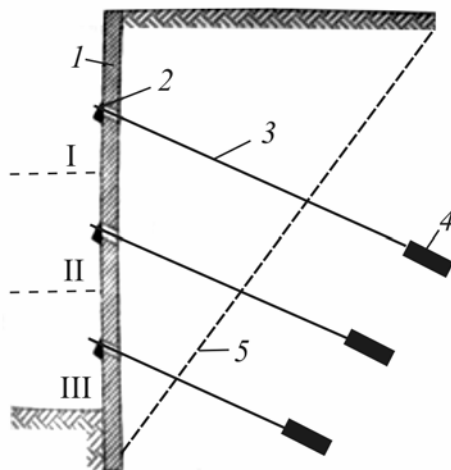


Рис. 2.14. Схема анкерного крепления ограждающей стенки тремя ярусами наклонных грунтовых анкеров: 1 — стенка; 2 — стопорное устройство (оголовок); 3 — анкерная тяга; 4 — рабочая часть анкера; 5 — линия скольжения призмы обрушения грунта; I, II, III — этапы разработки котлована

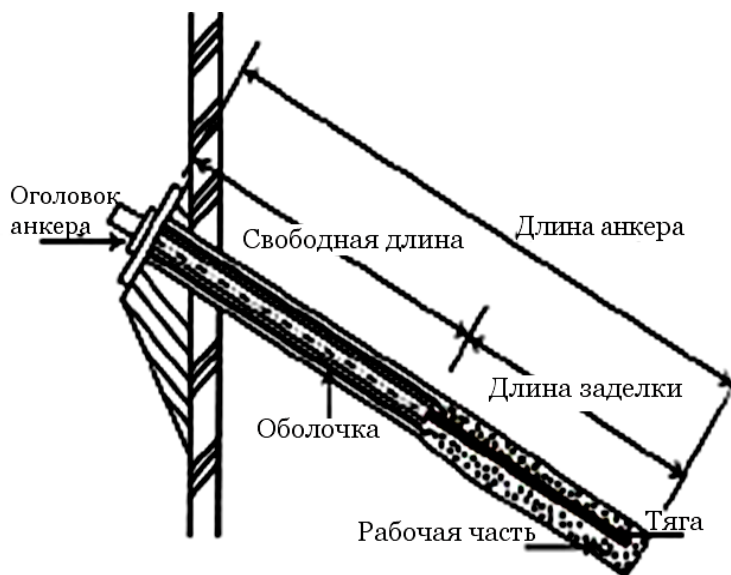


Рис. 2.15. Конструкция инъекционного анкера

При многоэтажном подземном строительстве анкерное крепление ограждающих стен может носить временный характер, поскольку после устройства днища и междуэтажных перекрытий имеется возможность демонтажа анкеров. Срок службы временных анкеров не должен превышать два года, они используются только на стадии экскавации котлована. Постоянные анкеры являются составной частью конструкции заглубленного сооружения в течение всего срока его эксплуатации. Для постоянных анкеров должна быть предусмотрена антикоррозионная защита.

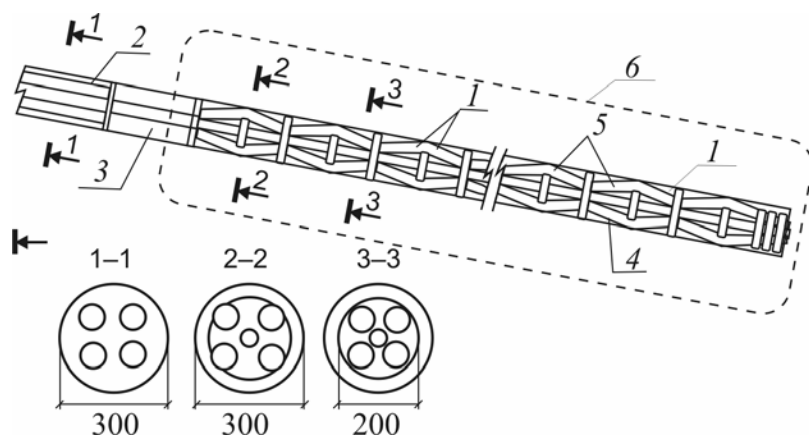


Рис. 2.16. Конструкция рабочей части анкера: 1 — канат; 2 — стальной диск; 3 — стальное кольцо; 4 — труба с отверстиями для инъектирования; 5 — пакерное устройство; 6 — зона инъектирования; 7 — цементный раствор

В глубоких котлованах анкеры устанавливаются в несколько ярусов по высоте. Чем глубже котлован, тем большее количество ярусов требуется и тем меньше принимается шаг между анкерами по глубине. Корни анкеров должны располагаться вне треугольной призмы активного давления грунта на подпорную конструкцию, поэтому длина анкеров в нижних ярусах обычно меньше, чем в верхних.

Использование анкерных креплений позволяет передавать на ограждающие стены подземных сооружений значительные нагрузки от расположенных поблизости зданий и сооружений при стесненной городской застройке. Использование предварительно напряженных анкеров позволяет свести к минимуму горизонтальные деформации ограждающих стен и фундаментов расположенных рядом зданий.

По способу сопротивления выдергиванию анкерные конструкции классифицируются на анкеры трения, анкеры лобового сопротивления и анкеры смешанного типа. По конструкции анкерной тяги различают стержневые, прядевые и трубчатые анкеры.

Выдергивающее усилие, которое возможно передать на анкер, определяется несущей способностью анкера по грунту, а также прочностью самой конструкции тяги анкера. В слабых грунтах повысить несущую способность анкера по грунту можно путем увеличения длины корня анкера или его диаметра, применения многоразовых инъекций и правильного выбора технологии нагнетания. Несущая способность грунтовых анкеров в обязательном порядке должна быть подтверждена пробными испытаниями. Величины усилий, воспринимаемых на практике одиночным анкером в дисперсных грунтах, как правило, находятся в диапазоне 0,1...0,5 МПа, а в полускальных и скальных породах не превышают 1 МПа.

Анкеры устанавливаются по периметру котлована с шагом по горизонтали обычно 0,8...2,5 м, под углом наклона к горизонту до 30...40°. Для более равномерной передачи усилий от анкеров на ограждение котлована устраивают распределительные пояса.

Технология устройства анкерного крепления котлована обобщенно состоит из следующих операций:

- бурение скважин под защитой обсадной трубы;
- заполнение скважины цементным раствором на длину рабочей части анкера;
- устройство анкерной тяги;
- извлечение обсадной трубы с заполнением скважины водопесчаной смесью;
- установка стопорного устройства после набора проектной прочности раствора;
- натяжение анкера.

К преимуществам анкерного крепления относится удобство организации работ, возможность несимметричной экскавации котлована, экономичность для котлованов значительной площади. Разнообразие анкеров позволяет применять их для всех грунтов, за исключением сильносжимаемых, глинистых (текучей консистенции), торфов, илов.

Однако анкерное крепление характеризуется и определенными ограничениями и недостатками, к числу которых следует прежде всего отнести необходимость выполнения инженерно-геологических изысканий вне границ площадки застройки, что не всегда возможно. При расположении оголовков анкеров ниже уровня подземных вод сложно обеспечить их гидроизоляцию. Кроме того, устройство анкеров не всегда возможно из-за близкого расположения инженерных коммуникаций и фундаментов соседних зданий. Выполнение анкеров под существующими фундаментами вызывает дополнительные их деформации.

Нагельное крепление ограждений котлованов по схеме работы близко к анкерному. Нагели обычно представляют собой стержневые или трубчатые элементы, погружаемые в грунт по мере разработки котлована. Они армируют грунтовый массив и воспринимают выдергивающие усилия. Отличием нагелей от грунтовых анкеров является их более простая конструкция и отсутствие предварительного натяжения. Кроме того, в отличие от анкеров, передающих давление на ограждение в границах зоны заделки в глубокие слои грунта за пределы призмы обрушения, нагели связывают грунтовый массив по всей своей длине, образуя самонесущую массивную подпорную стенку из армированного грунта.

При креплении ограждений котлованов применяют также буроинъекционные нагели, состоящие из металлического армирующего стержня, размещенного в пробуренной в грунте скважине, заполненной твердеющим раствором. Такой способ включает следующие операции: пробуривание скважины в грунте, частичное заполнение ее твердеющим раствором, погружение в раствор армирующего стержня, фиксация его положения в скважине, последующее заполнение скважины твердеющим раствором и выдержка до его затвердевания.

Армирование грунта стальными стержнями осуществляется постепенно по мере разработки котлована. Для защиты грунтовой стены от местных

вывалов между нагелями в период экскавации ее поверхность покрывается набрызг-бетонной облицовкой или устраивается сборный экран из плит, а также могут использоваться полимерные рулонные материалы.

Пример нагельного крепления котлована приведен на рис. 2.17.

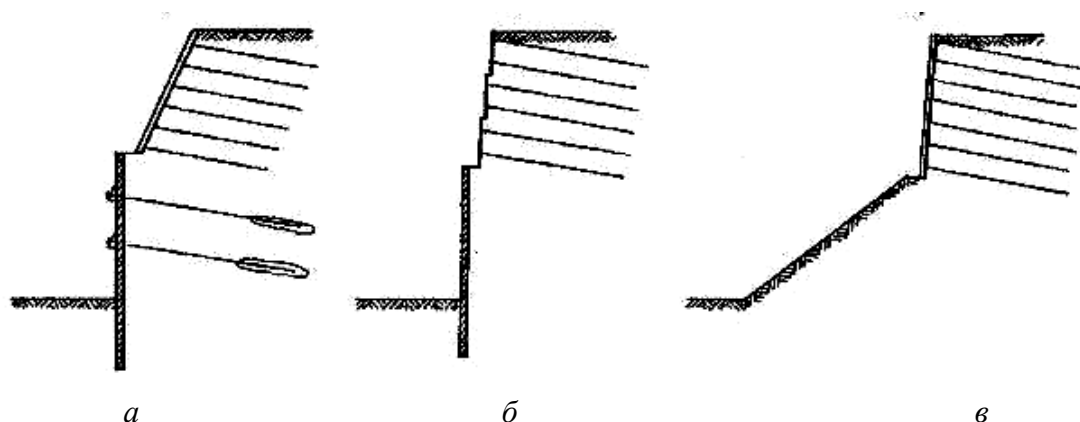


Рис. 2.17. Варианты комбинированных креплений с применением нагелей:
а — заанкерное ограждение; *б* — консольная стенка; *в* — естественный откос [10]

Нагельное крепление допустимо устраивать в пылевато-глинистых связных грунтах (супеси, суглинки, глины) твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции, за исключением просадочных и набухающих, а также в искусственно уплотненных в природном залегании грунтах, способных удерживать на период возведения защитного покрытия откос заданной крутизны высотой не менее расчетного шага нагелей по вертикали и обеспечивающих необходимое по расчету сцепление с армирующим элементом (нагелем).

Нагели устанавливаются с меньшим, чем анкеры, шагом по высоте и в плане. Нагельные крепления в комбинации с торкретированием стенок котлована, как правило, применяют в условиях глубокого залегания подземных вод и в грунтах с хорошими физико-механическими свойствами.

К недостаткам нагельного способа крепления котлованов относятся следующие: значительные трудозатраты на погружение и фиксацию металлического армирующего стержня в скважине с раствором; необходимость проведения антикоррозионных мероприятий (нанесение различных покрытий, оцинковывание металлического стержня, подбор состава твердеющего раствора с антикоррозионными добавками и др.).

Распорное крепление котлованов. К его основным элементам относятся расстрелы, раскосы и продольные пояса ([рис. 2.18, а](#)). Главными достоинствами этого типа крепления являются простота конструкции, легкость монтажа и демонтажа, возможность повторного использования. Однако высокая трудоемкость, повышенный расход металла и сильное загромождение свободного пространства строительного котлована делают распорное крепление не всегда приемлемым.

Когда речь идет о широких котлованах, традиционная схема установки распорного крепления не применяется, поскольку зависит от предельной

длины расстрела, которая составляет около 25 м. В подобных случаях устройство распорного крепления осуществляют другими способами.

Например, возможна установка расстрелов небольшой длины с использованием промежуточных свай-стоек, предназначенных для передачи продольного усилия (рис. 2.18, б). В соответствии с этой схемой необходимо возвести дополнительные сваи и обустроить продольные пояса. В результате получается достаточно надежная и жесткая пространственная конструкция. Данная система крепления позволяет работать вблизи существующей городской застройки.

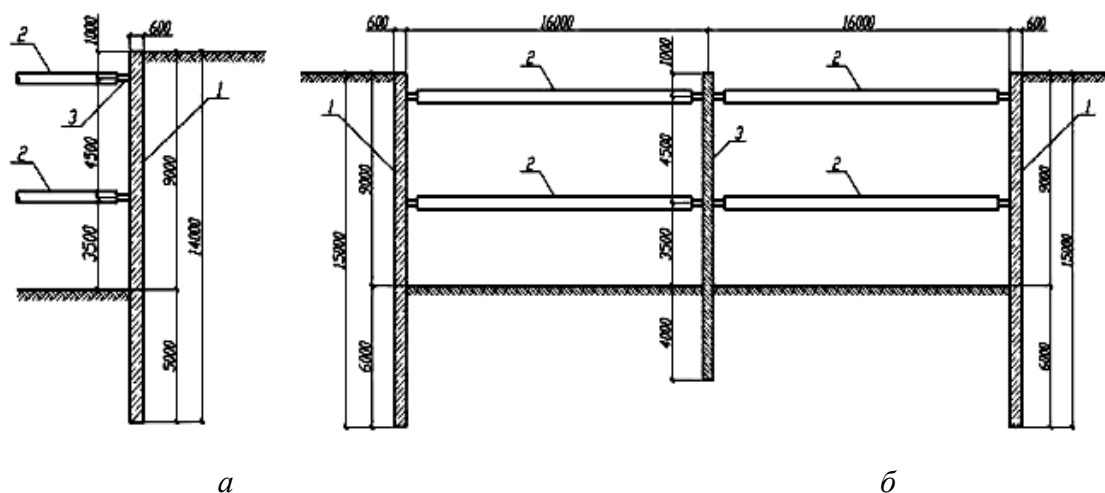


Рис. 2.18. Распорное крепление (а); распорное крепление с промежуточными сваями (б):
1 — ограждающая конструкция; 2 — расстрел; 3 — продольный пояс; 4 — промежуточная свая [11]

В качестве существенного недостатка можно отметить, что подобная пространственная металлоконструкция, в особенности при многоярусном креплении, сильно осложняет ведение строительного процесса внутри котлована и может стать причиной трудоемкой и тяжелой работы по перекреплению расстрелов по мере возведения основной конструкции подземного сооружения.

Крепление ограждающих конструкций при вскрытии широких котлованов можно осуществлять и с применением подкосов. В этом случае производят разработку ядра котлована до проектных отметок без оголения ограждающих стен за счет устройства защитных грунтовых берм. Затем бетонировать специальную опорную плиту или используют в ее качестве часть основной конструкции, в которую упирают трубчатые подкосы (рис. 2.19). Только после установки подкосов приступают к дальнейшей разработке берм. Подкосы можно устанавливать в один или несколько ярусов, однако большое их количество приводит к сильному загромождению котлована и необходимости строго соблюдать технологию и последовательность разработки грунта, бетонирования конструкции и монтажа крепления.

Временные распорные системы могут состоять из собственно распорок (горизонтальных или наклонных), обвязочных поясов, поддерживающих вертикальных опор, связей жесткости.

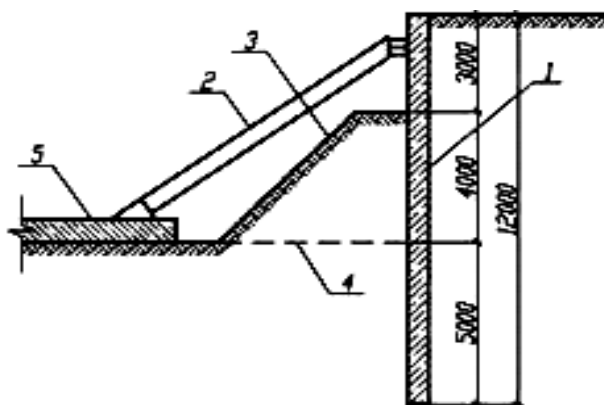


Рис. 2.19. Крепление котлована с помощью подкосов: 1 — ограждающая конструкция; 2 — подкос; 3 — защитная берма; 4 — контур дна котлована; 5 — опорная плита [11]

При распорном и подкосном креплениях стойки устанавливают на дно траншеи. В первом случае стойки крепят распорками, во втором — подкосами. Конструкция распорного крепления состоит из сборно-раздвижных распорных рам, монтируемых из отдельных стальных секций, и инвентарных деревянных щитов.

Секция состоит из двух трубчатых стоек и распорки. Распорку собирают из двух вставок (удлиненной или короткой), гильзы и винта. Винт одним концом соединен с помощью втулки, скобы и болта с муфтой стойки, а другим введен в вставку гильзы и неподвижно закреплен в ней штырем. С помощью короткой вставки стальную секцию раздвигают в пределах 0,70...1,25 м, а посредством удлиненной — в пределах 1,25...1,80 м. На винт надета полугайка, которая вращается ручкой, при этом стальная секция раздвигается. Фиксатор закрепляет ручку в вертикальном или горизонтальном положении. Полугайка вращается при положении ручки, закрепленной фиксатором вертикально. Раздвинув или ослабив распорную раму, ручку возвращают в горизонтальное положение. Секции при сборке в распорные рамы скрепляют болтами. Количество секций в одной раме определяется глубиной раскрепляемой траншеи.

Резьбоочиститель обеспечивает очистку резьбы винта от грунта, налипаемого во время работы.

Комбинации анкеров и распорок по высоте ограждения встречаются, когда нижний ярус крепления необходимо разместить ниже уровня подземных вод и при этом обеспечить гидроизоляцию подпорной конструкции.

Распорное крепление устанавливают в следующей последовательности. Сначала разрабатывают траншею, не устанавливая крепления на участке, длина которого зависит от свойств местных грунтов. Сборно-раздвижные рамы собирают вне пределов траншеи, при этом поперечины-распорки раздвигают на ширину, которая при размещении рам в траншее обеспечивает установку щитов между рамами и стенками траншеи. Затем в траншее одновременно монтируют две рамы, далее устанавливают инвентарные щиты и раздвигают распорки до тех пор, пока щиты не будут плотно прижаты к стенкам траншеи. Затем устанавливают следующие две рамы, щиты и т. д.

При расчете элементов временной распорной системы необходимо учитывать следующие факторы:

пространственное положение элементов системы;

наклон распорных элементов системы;

конструктивную связь распорок с ограждением котлована и конструкциями, в которые они упираются;

наличие случайных прогибов и эксцентриситетов.

Та или иная распорная система (рис. 2.20) выбирается с учетом требований, предъявляемых к прочности и устойчивости ограждающей конструкции котлована, а также с учетом условия не превышения предельно допустимых деформаций сооружений окружающей застройки и инженерных коммуникаций.

В проектных решениях, касающихся обвязочных поясов распорной системы, они рассчитываются как многопролетные балки с податливыми опорами в местах расположения распорок или наклонных подкосов. Также должна предусматриваться надежная связь распорных элементов с ограждением котлована.

Распорные системы обладают, по сравнению с анкерными, определенными преимуществами. Так, их устройство проще, менее затратно и не требует специальной технологии и специального оборудования; они могут многократно использоваться. Поэтому по возможности предпочтение следует отдавать именно распорным системам.

К недостаткам распорно-подкосной системы относятся резко увеличивающиеся трудоемкость и удорожание при разработке грунта под подкосами. Плита основания бетонируется в несколько приемов с устройством дополнительных рабочих швов. В стене и перекрытии необходимо оставлять «окна» для пропуска подкосов, а после замоноличивания этих «окон» — решать проблемы устройства гидроизоляции.



a



б

Рис. 2.20. Пример подкосной (*a*) и подпорной (*б*) систем

Следовательно, сфера применения подобных систем: а) для неглубоких котлованов в легких инженерно-геологических условиях наиболее эффективно использование системы подкосов в один ярус; б) при большой площади котлована возможно использование в качестве упора частей фундаментной плиты; в) для неглубоких траншей и узких котлованов наиболее эффективно использование горизонтальных распорок без промежуточных опор.

2.2. Технология устройства монолитных «стен в грунте»

Возведению стен в грунте предшествует ряд подготовительных работ, среди которых следующие:

- устройство ограждений стройплощадки;
- вскрытие и переложение подземных коммуникаций, попадающих в габариты стен;
- разбивка оси стен;
- планирование поверхности и устройство временных дорог;
- расстановка временных административно-бытовых помещений;
- подготовка места для складирования строительных материалов и конструкций;
- доставка и монтаж необходимого технологического оборудования;
- проведение (если требуется) пробных испытаний грунтовых анкеров крепления стен.

После этого приступают к разбивке траншеи, предназначенной для устройства несущих подземных стен, на равные по длине участки (рис. 2.21). При этом следует учитывать особенности конфигурации строящегося здания и его размеры. Как правило, количество участков принимают не менее двух, но и не более четырех.

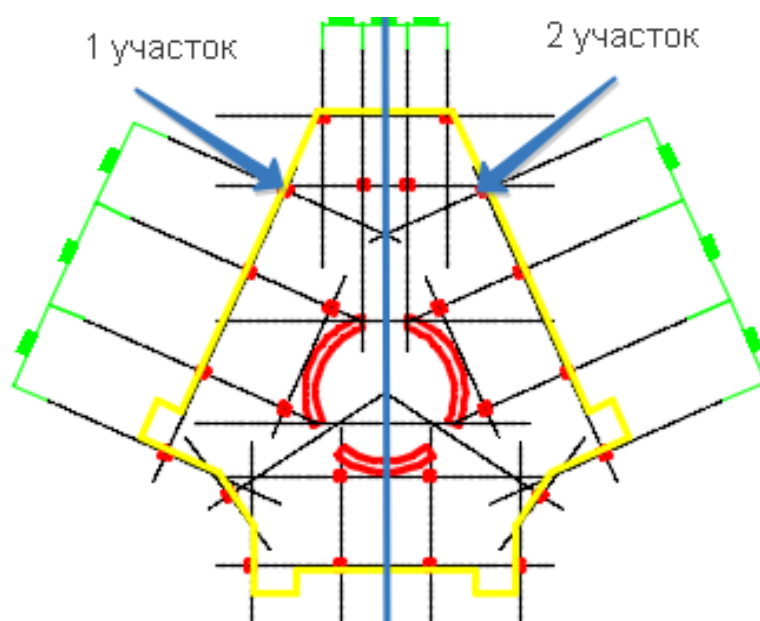


Рис. 2.21. Пример разбивки подземных стен на участки здания со сложной конфигурацией

Верхнюю часть траншеи закрепляют путем устройства так называемой форшахты. Это необходимо для того, чтобы обеспечить проектное направление разработки траншеи, а также не допустить обрушение грунта. При устройстве форшахты требуется соблюсти несколько условий: 1) расстояние между ее вертикальными стенками должно быть больше ширины рабочего органа машины для рытья траншеи на 50...100 мм; 2) минимально допустимая высота стенок 0,8 м; 3) продольная ось форшахты должна совпадать с продольной осью траншеи; 4) расположение форшахты должно быть таким, чтобы уровень глинистого раствора в траншее был ниже ее верха на 0,2...0,3 м.

Форшахта устраивается с применением сборных железобетонных элементов (рис. 2.22) или монолитного железобетона (рис. 2.23). Также возможен комбинированный вариант, предполагающий сочетание сборного и монолитного железобетона ([рис. 2.24](#)).

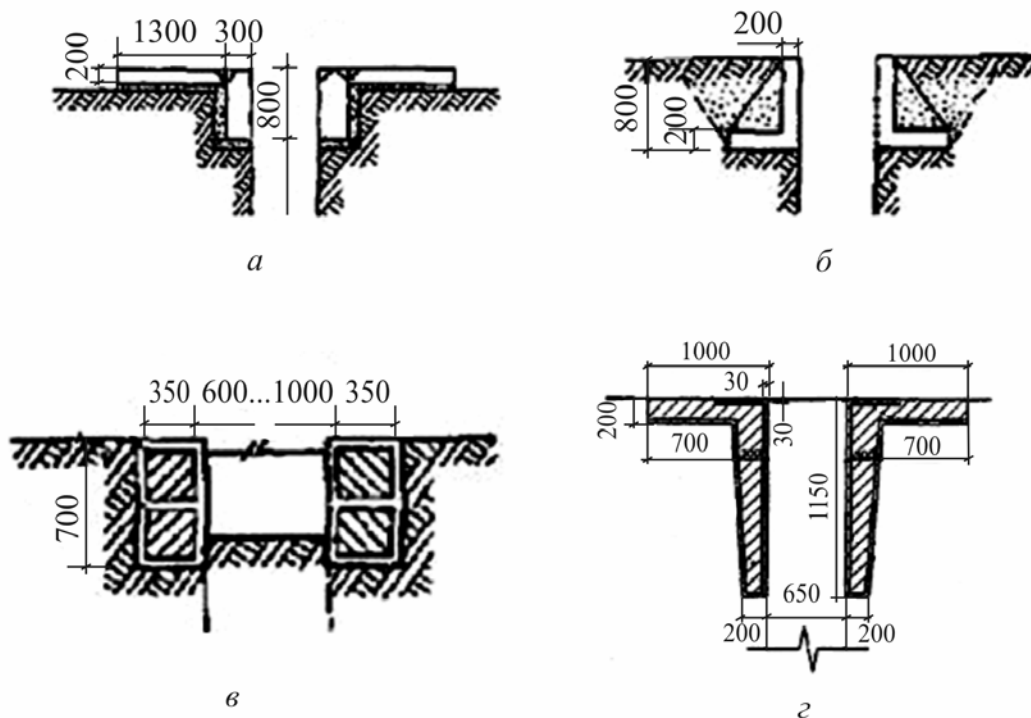


Рис. 2.22. Конструкция форшахт из сборных элементов: *а* — стенки и плиты сборные; *б* — стенки сборные углового профиля; *в* — стенки сборные из балок; *г* — сборные из Г-образных (углового профиля) блоков [12]

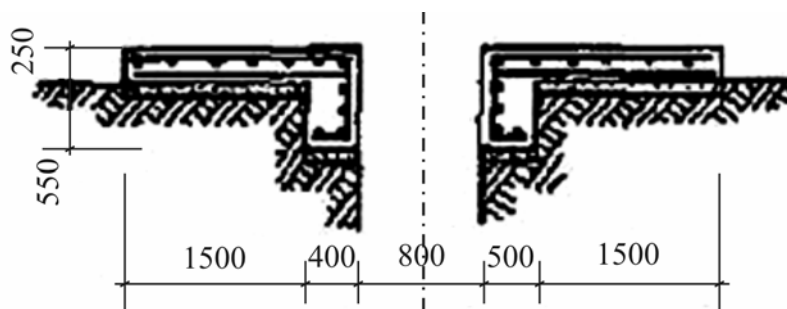


Рис. 2.23. Конструкция форшахты из монолитного железобетона [12]

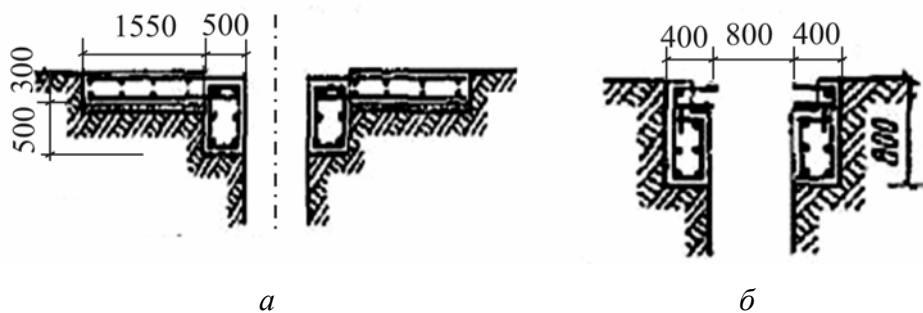


Рис. 2.24. Конструкция форшахты в сборно-моноклитном варианте [12]

Если форшахта устраивается из сборных элементов, то закладные детали или выпуски арматуры необходимо жестко соединить между собой сваркой и замонолитить. Практикуется также сопряжение воротника форшахты с временной технологической дорогой, что направлено на дополнительное усиление конструкции от воздействия статических и динамических нагрузок (рис. 2.25). Что касается конструкции самой временной технологической дороги, то она определяется спецификой местных инженерно-геологических условий. Так, например, в грунтах, характеризующихся как рыхлые (пески, насыпи), допускается устройство только моноклитной дороги, что обусловлено необходимостью предотвращения вывалов в траншею.

Кроме того, конструкция форшахты зависит и от уровня грунтовых вод. Уровень глинистого раствора должен быть выше уровня грунтовых вод не менее чем на 1,0...1,5 м и не ниже 0,2 м от верха форшахты. Конструкция форшахты при низком уровне грунтовых вод представлена на рис. 2.26. При высоком уровне грунтовых вод устраивают специальную насыпь (рис. 2.27).



Рис. 2.25. Сопряжение воротника форшахты с временной дорогой [12]

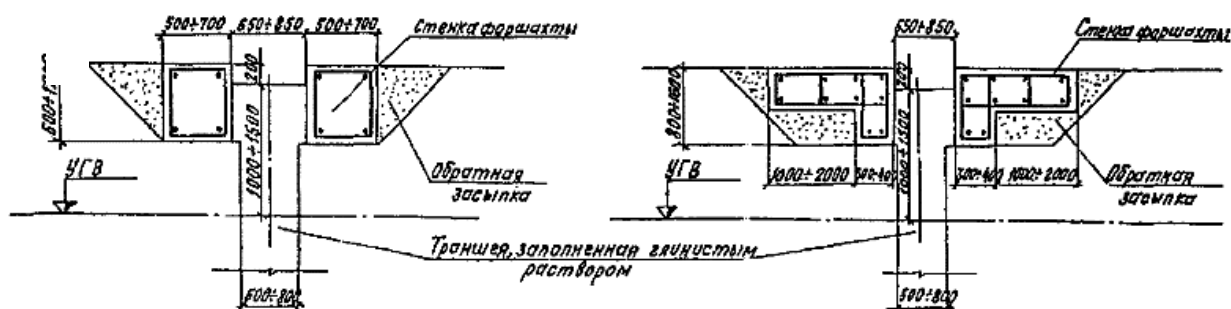


Рис. 2.26. Конструкция форшахты при низком уровне грунтовых вод

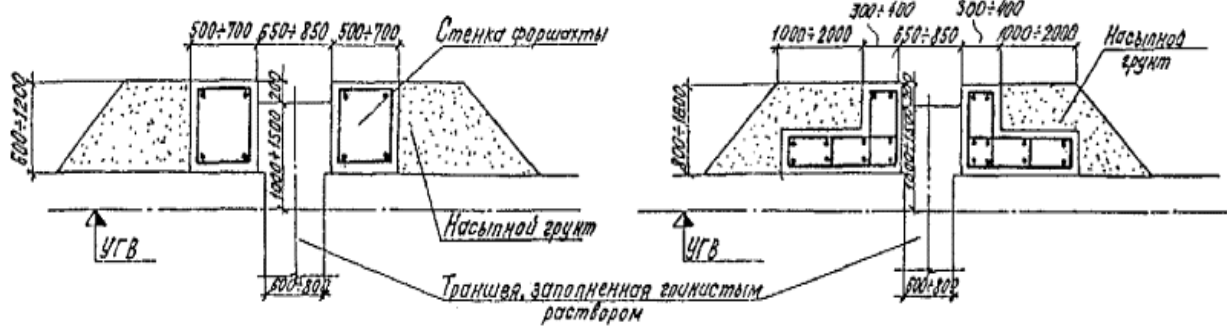


Рис. 2.27. Конструкция форшахты при высоком уровне грунтовых вод

Если возникает необходимость снижения поглощения глинистого раствора, следует обеспечить врезку форшахты в плотный коренной грунт. Форшахта предназначена для отвода переливающегося через край глинистого раствора, а также обеспечивает необходимое положение грейфера в грунте, возможность подвески на ней арматурных каркасов, установки оборудования для проходки и бетонирования траншеи.

С целью исключения вероятности смещений вертикальных стенок форшахты под давлением грунта и от воздействия нагрузок от землеройных и транспортных машин и различных механизмов между стенками устанавливаются специальные временные распорки из стали и железобетона. Помимо этого следует принимать во внимание вариант использования форшахты в составе постоянного сооружения.

В случае когда строительство ведется с применением монолитного железобетона, работы необходимо выполнять отдельными секциями длиной 4...6 м, в соответствии с определенной технологической последовательностью:

разработка пионерной траншеи с естественными откосами посредством экскаватора с обратной лопатой;

установка секции инвентарной сборно-разборной опалубки;

монтаж арматурных сеток и каркасов;

укладка и уплотнение бетонной смеси;

засыпка сухим и несвязным грунтом пазух за стенками форшахты.

К распалубке и дальнейшим работам по сооружению стены в грунте приступают только после того, как бетон наберет достаточную прочность на сжатие: она должна составлять не менее 150 кгс/см^2 . Класс прочности бетона на сжатие — не менее В15.

Работам по устройству траншеи должны предшествовать такие операции, как монтаж, опробование и запуск комплекса оборудования для приготовления, подачи, очистки и регенерации глинистого раствора, поскольку вначале глинистым раствором заполняется пространство между стенками пионерной траншеи. В процессе разработки грунта на всю глубину захватки непрерывно подается раствор, при этом, как уже отмечалось ранее, требуется поддерживать его уровень не ниже 0,2 м от верха форшахты.

Примерная схема циркуляции и очистки глинистого раствора представлена на [рис. 2.28](#).

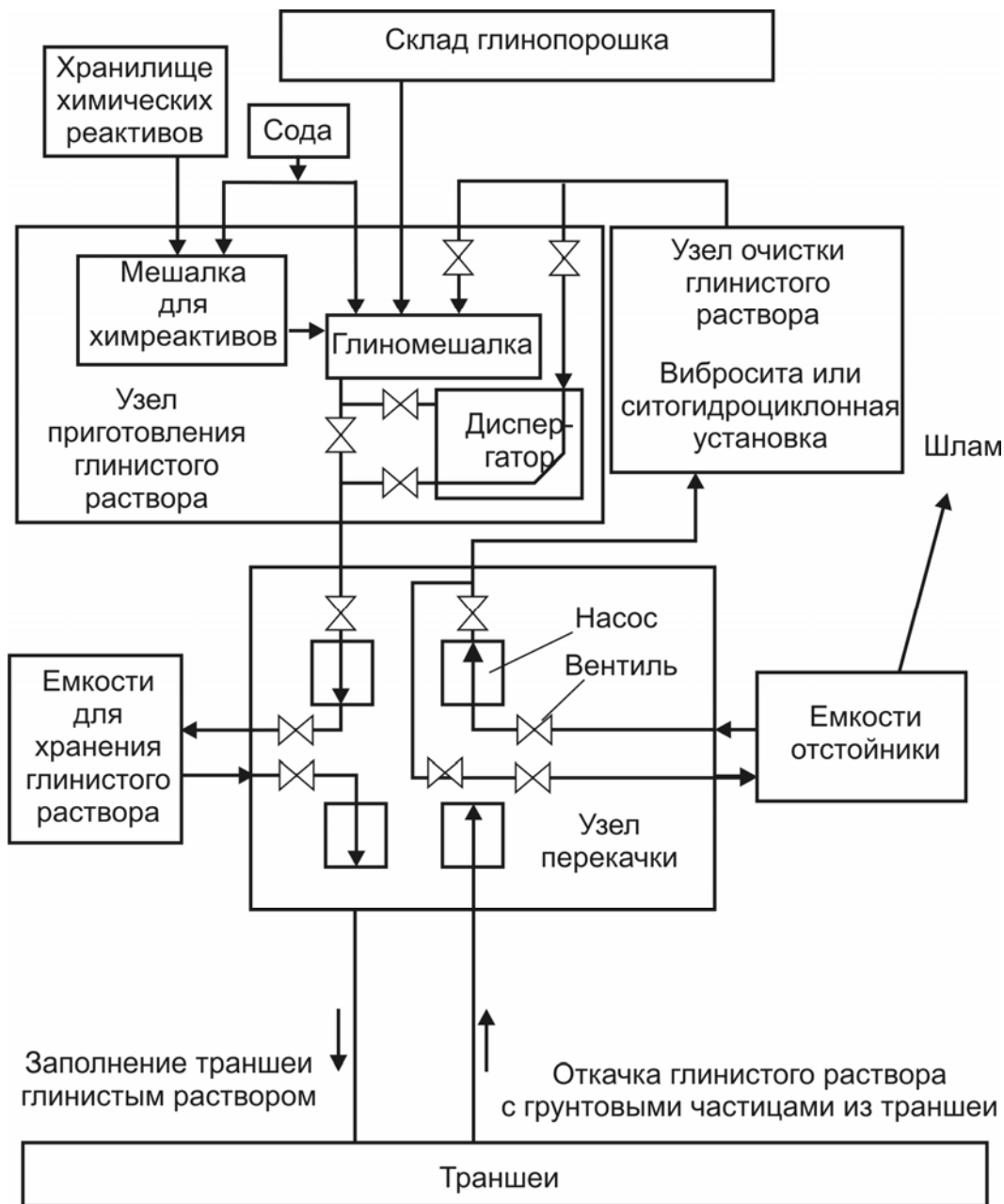


Рис. 2.28. Схема циркуляции глинистого раствора при разработке траншеи [12]

Содержащий частицы грунта глинистый раствор после откачки очищается, обогащается и используется повторно.

Разработка траншей. Перед разработкой участок траншеи предварительно разбивается на захватки, длина которых должна составлять 2...6 м каждая (в случае прямых участков целесообразнее принимать длину 4...6 м, а при поворотах — 2 м). В целом, длина захватки определяется исходя из условий обеспечения устойчивости стен траншеи при их разработке и с учетом размера рабочего органа траншеекопателя.

Разбивая участок траншеи на захватки, следует руководствоваться принятой заранее схемой разработки траншеи. Это может быть последовательная разработка с секционным заполнением, поочередная разработка из секющихся или соединяющихся захваток и др. (рис. 2.29).

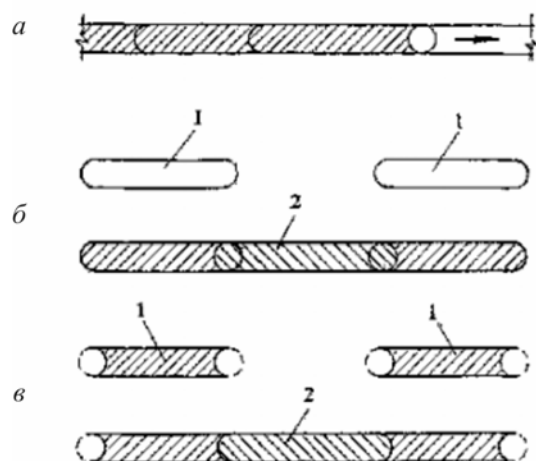


Рис. 2.29. Схемы разбивки траншеи на захватки: *а* — последовательная разработка траншеи с секционным заполнением; *б, в* — поочередная разработка траншеи из секущихся (*б*) и соединяющихся (*в*) захваток: 1 — захватки траншей первой очереди; 2 — то же второй очереди [12]

Для прохождения захватки может понадобиться один или несколько проходов траншеекопателя на полную глубину траншеи. С этой целью используются экскаваторы, снабженные телескопической штангой и гидравлическим грейфером (рис. 2.30), буровым фрезерным оборудованием (рис. 2.31), барражной машиной непрерывного действия (рис. 2.32) либо другими механизмами. Они могут быть как отечественными, так и импортными, их технические и производственные характеристики отражены в прил. 3—7.

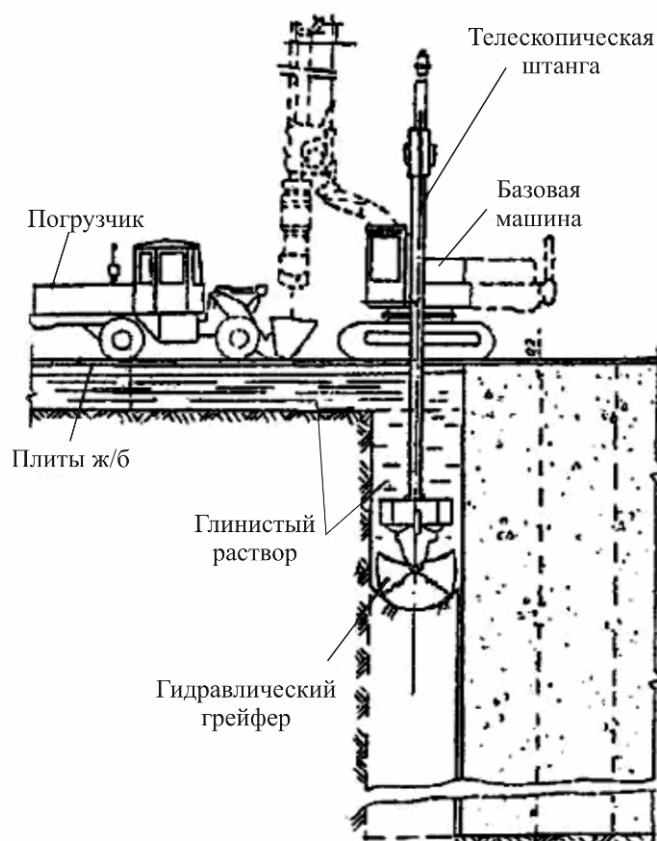


Рис. 2.30. Разработка захватки траншеи за один проход грейфера

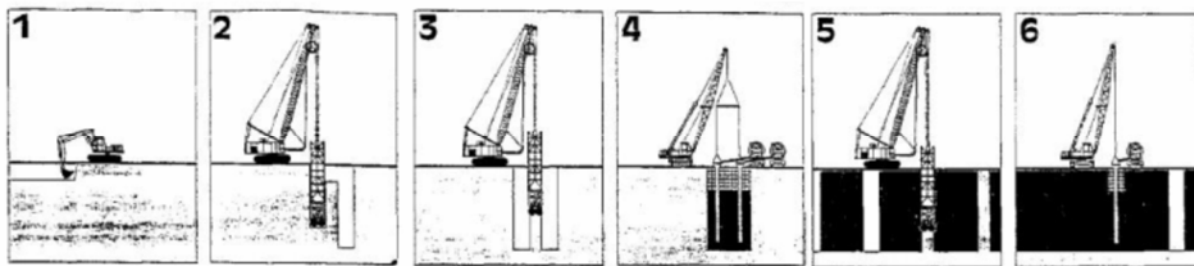


Рис. 2.31. Сооружение «стены в грунте» с формированием захватки за три прохода буровой фрезы: 1—6 — последовательность технологических операций

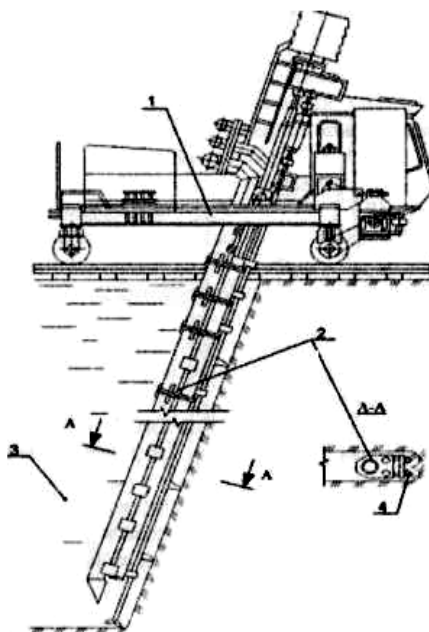


Рис. 2.32. Барражная машина непрерывного действия модели БМ-0,5/50-3МЭ: 1 — базовая платформа барражной машины; 2 — рабочий орган; 3 — разрабатываемая траншея, заполненная глинистым раствором; 4 — породоразрушающий инструмент

Например, барражную машину циклического действия модели БМ-30/0,5-3Ш используют для разработки прямолинейных и сложных в плане конфигураций, а также для устройства замкнутых траншей (рис. 2.33) следующих размеров: ширина 0,5 м, глубина до 50 м, длина до 150 м.

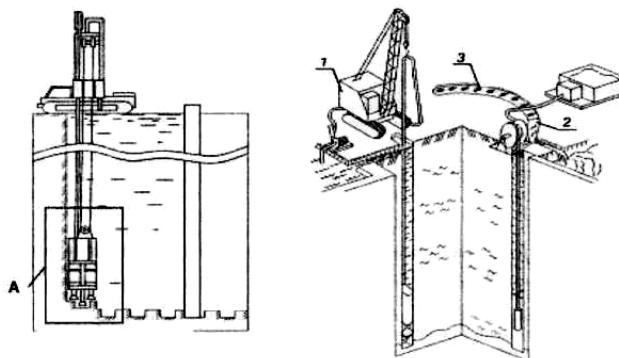


Рис. 2.33. Устройство замкнутого участка траншеи методом «стена в грунте» барражной машиной циклического действия модели БМ-30/0,5-3Ш: А — погружной электробур; 1 — самоходный кран; 2 — заполнение ранее пройденного участка траншеи; 3 — готовый участок «стен в грунте»

Рассмотрим принцип действия бурового инструмента при разработке траншеи. Каждая захватка траншеи разрабатываются отдельно и поочередно, буровой инструмент последовательно погружается в грунт и извлекается. Когда грунт разрабатывается в частично перекрывающихся захватках и при этом образуется сплошная полость траншеи глубиной не более 30 м, между захватками следует устанавливать инвентарные (извлекаемые) разделительные ограничители. Также их применение обосновано при строительстве сложных по конфигурации траншей для различных заглубленных сооружений. Когда траншея заполняется сборными элементами, использование ограничителей не требуется.

Барражные машины отличаются универсальностью, поскольку их можно использовать для работ на местности с различными геологическими характеристиками: от супесей и суглинков до трещиноватых гранитов с пределом прочности на сжатие до 100 МПа.

Классификация станков и механизмов, применяемых в подземном строительстве при разработке траншей методом «стена в грунте», представлена в табл. 2.2.

Таблица 2.2

*Классификация машин и механизмов,
применяемых в подземном строительстве*

Виды станков и механизмов, применяемых при разработке траншей методом «стена в грунте»	Марки и производители
Буровые установки вращательного действия с погружным приводом породоразрушающего инструмента	Установки советского производства СВД-500, СВД-500Р, станки фирмы «БОРИНГ» (Япония) и др.
Буровые установки вращательного действия с расположенным на поверхности приводом породоразрушающего инструмента	Станки советского производства УРБ-ЗАМ, машины ВНИИГС, станки «Титания» (Италия), SF-20, S-300, PS-150, «Зальцгиттер-20» (ФРГ) и др.
Буровые установки ударного и ударно-вращательного действия	Станки советского производства УКС-22, УКС-30М, БС-1М, «Иканда» (Канада), «Солетанш», «Беното» (Франция) и др.
Установки с породоразрушающим инструментом скребкового типа	Экскаваторы-драглайны, скребковые траншеёкопатели, экскаваторы с обратной лопатой, грейферные установки, гидравлический траншеёкопатель ЭПТ-1 и др.
Установки для забивки или вибропогружения шпунта и последующего извлечения	Станки фирмы «ЕТФ» (Франция), установки для вибропогружения шпунта (трест «Гидроспецстрой») и др.

По завершении работ, связанных с разработкой грунта траншеекопателем на длину захватки траншеи, приступают к подготовке выполнения бетонных работ, а именно: проверяют глубину траншеи, зачищают забой от осыпавшегося грунта, очищают от осадков глинистого раствора, осуществляют контроль параметров глинистого раствора и его замену.

Если работы выполняются в условиях зимы, то узел глинистого раствора следует разместить в отапливаемом помещении, а оборудование для перекачки и очистки глинистого раствора — утеплить. Разработанные участки траншеи накрывают утепленными щитами. Когда температура опускается ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, глинистый раствор необходимо периодически откачивать из траншеи в специальные накопительные емкости и заменять его подогретым раствором. Во время перерывов в рабочем процессе ковш грейфера следует опускать в утепленную емкость, наполненную горячей водой.

Заполнение траншей монолитным железобетоном. Перед началом бетонных работ на захватке размещают в торцах каждой захватки специальные ограничители: извлекаемые при поочередной разработке траншеи и извлекаемые или не извлекаемые при последовательной ее разработке. Выбирая конструкцию ограничителей, следует руководствоваться рядом требований: исключение попадания бетона из одной захватки в другую, восприятие давления бетона, обеспечение водонепроницаемости стыков, для чего, в свою очередь, соблюдают следующие меры:

ограничители должны врезаться в грунтовые стены траншеи не менее чем на 3...5 см;

нижний торец должен заглубляться ниже дна траншеи на 30...50 см;

при наличии плотных грунтов в дне траншеи для заглубления ограничителя необходимо пробурить скважину дополнительно на глубину 50 см;

верхняя часть должна быть надежно закреплена на конструкции форшахты с превышением уровня воротника.

Как уже отмечалось, различают ограничители извлекаемые и неизвлекаемые. Извлекаемые ограничители — это инвентарные металлические ограничители, которые производят из прокатных профилей, свариваемых между собой, труб и др. Их извлекают спустя 5...6 ч после завершения бетонирования (до начала сцепления с бетоном). Шпоночное углубление, которое образуется в торце готовой захватки, заполняется при бетонировании смежной секции.

Неизвлекаемые ограничители, как правило, представляют собой готовые железобетонные элементы. Они используются при разработке траншеи в том случае, если ее глубина превышает 15 м, а также при устройстве рабочих стыков.

Для установки ограничителей в траншею применяют тот же монтажный кран, что используется для установки арматурных каркасов. Подробнее этот вопрос будет освещен ниже.

Арматурные каркасы производятся отдельными блоками в соответствии с рабочими чертежами. Изготовление их на строительной площадке имеет плюс в виде снижения расходов на транспортирование. Если арматурные

каркасы поставляются на строительную площадку с заводов-изготовителей, то их необходимо хранить под специально оборудованным навесом на деревянных подкладках.

Прежде чем устанавливать арматурные каркасы в захватку, требуется очистить их от ржавчины, масел и прочих загрязнений, а также смочить водой либо выполнить иные технологические мероприятия, направленные на предотвращение загрязнения и обволакивания несущей арматуры глиняными частичками, в частности, можно осуществить барботаж посредством специальных трубок, являющихся частью каркаса.

Как правило, арматурные каркасы поднимаются и опускаются в траншею с помощью траверс, что уберегает их от деформаций. Опускание каркаса должно проводиться в таком положении, чтобы он свободно проходил в траншею, при этом необходимо производить геодезический контроль вертикальности и соблюдать величину защитного слоя между несущей арматурой и грунтом, предусмотренную проектом.

Как отмечается в специальной литературе [13, 14], геометрические размеры армокаркаса, монтируемого в траншею или ее захватку, должны быть следующими:

- длина – меньше глубины траншеи на 0,2...0,3 м;
- ширина – меньше длины захватки на 0,10...0,15 м;
- толщина – меньше ширины траншеи на 0,12...0,15 м.

Для монтажа арматурных каркасов (рис. 2.34) в траншею на форшахте следует установить специальные крепления и шпальную клетку из труб или поперечных профильных балок, на которые вывешивают армокаркасы, при этом так, чтобы они не опирались на грунт дна траншеи. В связи с этим расстояние от нижних продольных несущих стержней до дна траншеи должно быть как минимум 20...30 см. Кроме того, требуется соблюдать высотные отметки всех закладных деталей монтируемого арматурного каркаса. Для укрупнения каркасов из отдельных секций используют ручную электродугую сварку (рис. 2.34, б) при их установке в захватку.

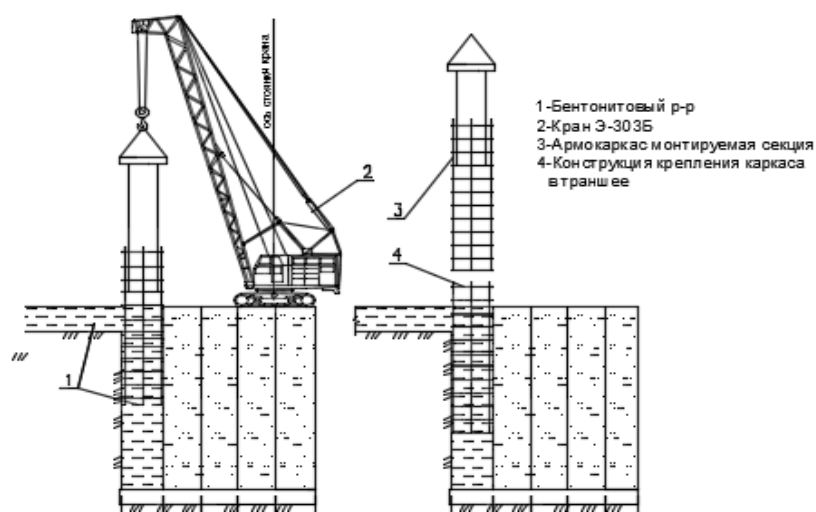


Рис. 2.34. Монтаж армокаркаса: а — нижней секции каркаса; б — верхней секции

Внутри каркасов следует оставлять технологические проемы для дальнейшего проведения бетонных работ и установки вертикально перемещаемой трубы (ВПТ). Количество проемов и, соответственно, ВПТ зависит от длины захватки: если длина не превышает 4 м, то достаточен один проем, если она составляет 4...6 м, то необходимо оставлять два проема. Расстояние между технологическими проемами и ограничителями рассчитывается так: при ширине траншеи до 40 см не более 1,5 м, при ширине более 40 см — не более 3 м.

Не позднее чем через 8 ч после окончания проходки траншеи на захватке и через 4 ч с момента опускания арматурного каркаса начинают выполнять бетонные работы, в том случае если стены траншеи были предварительно защищены с помощью глинистого раствора. Захватку наполняют бетонной смесью снизу вверх, непрерывно, для чего используют все бетонолитные трубы одновременно. В теплое время года перерывы в процессе бетонирования должны быть не более полутора часов, в зимнее — не более получаса. Температура бетонной смеси в момент ее укладки не должна опускаться ниже +5 °С. Установленное общее время, отводящееся на транспортировку смеси автобетоносмесителями и демонтаж бетонолитных труб, не должно быть больше времени схватывания бетонной смеси.

В качестве бетонолитных применяют металлические трубы, диаметр которых составляет 219...325 мм, а толщина стенок 8...10 мм (рис. 2.35). Выбор диаметра трубы обусловлен подаваемой фракции бетонной смеси. Необходимо, чтобы горловина соответствовала объему трубы, съемный клапан должен быть установлен ниже горловины. В процессе бетонирования бетонолитная труба должна быть постоянно заполнена бетонной смесью по всей длине; ее нижний конец после укладки первой порции смеси должен находиться в бетонной смеси не менее 1 м, а при дальнейшем заполнении — не менее 2 м. требуется избегать попадания глинистого раствора в бетонную смесь при ее укладке.

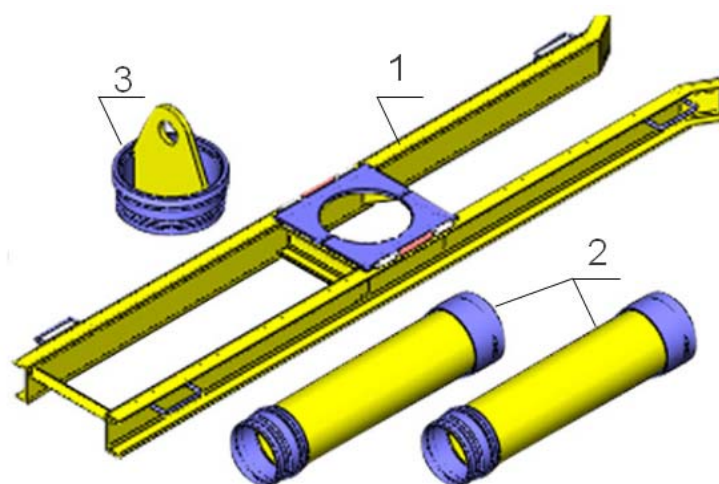


Рис. 2.35. Комплект оборудования, применяемого при бетонировании траншеи методом «стена в грунте»: 1 — балка опорная, служит для опирания бетонолитных труб в процессе монтажа и демонтажа; 2 — секции бетонолитных труб; 3 — звено подъемное, применяется для монтажа бетонолитных труб в процессе бетонирования

Прежде чем монтировать сборную бетонолитную трубу, необходимо очистить и подготовить к сборке каждую из отдельных ее секций длиной 1, 2, 3, 4, 5 и 6 м. Сборка секций включает: установку опорной рамы на воротнике форшахты; монтаж става бетонолитной трубы с последовательным наращиванием звеньев посредством быстроразъемных соединений (ранее смонтированная часть подвешивается на опорной раме); установку и закрепление на трубе приемного бункера емкостью не менее 1,2 объема бетонолитной трубы.

Также следует обратить внимание, что начальное положение нижнего конца бетонолитной трубы должно быть выше забоя скважины на 6...10 см.

Объем бетонной смеси, которой заполняется приемный бункер (рис. 2.36), должен превышать объем бетонолитной трубы на 20 %.

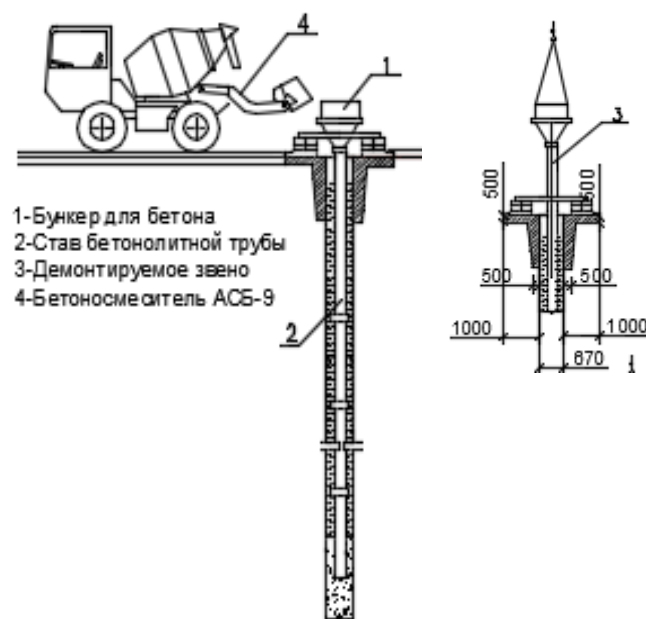


Рис. 2.36. Схема бетонирования: *а* — подача бетонной смеси; *б* — перемонтаж бетонолитной трубы в ходе бетонирования

В верхней горловине бетонолитной трубы размещают пробковый пыж. Изготавливают его из опилок или, к примеру, из пакли в чехле, сшитом из мешковины. Высота такой пробки должна составлять порядка 20...25 см. Она прикрепляется к верху приемного бункера посредством специального удерживающего тросика, который при бетонировании перерезают, чтобы пробка, испытывая воздействие избыточного давления бетонной смеси, двигалась по бетонолитной трубе, выталкивая при этом находящийся в ней глинистый раствор. Заполненную бетонной смесью трубу приподнимают на 20...30 см для выпуска пробки. Если уровень бетонной смеси снижается до уровня устья воронки, приемный бункер наполняют снова. В тех случаях, когда возникает потребность сделать более легким процесс опускания бетона по трубе, возможно использование вибратора, который крепят к бункеру или располагают на нижней части бетонолитной трубы.

С целью улучшения показателей пластичности бетона и его удобоукладываемости следует применять специальные пластифицирующие добавки.

Все разделительные элементы, а также сами арматурные каркасы и бетонолитные трубы во время их перемещения не должны раскачиваться или вращаться. Во избежание этого рабочие должны использовать оттяжки из пенькового каната. Для соблюдения техники безопасности им следует находиться вне контура устанавливаемого элемента, со стороны, противоположной той, куда подается краном груз. Сначала груз опускают над местом его установки, но не более чем на 0,3 м выше поверхности форшахты, а уже затем рабочие наводят его на место установки в траншее.

Необходимо обратить внимание, что в процессе установки в траншею разделительных элементов и арматурных каркасов, которые включают одну или несколько секций по высоте, снимать строповочные приспособления допускается только после того, как проверена надежность установки конструкции на специальных прокладках, опирающихся на форшахту. В том случае, когда согласно проекту не предполагается использование креплений расчалками или подкосами, конструкция должна возвышаться над поверхностью форшахты не более чем на одну четверть своей общей высоты.

Перечислим основные технологические процессы, связанные с устройством монолитных стен в грунте:

- разработка грунта пионерной траншеи;
- установка арматурных изделий форшахты;
- бетонирование форшахты;
- разработка грунта в траншее посредством экскаватора-грейфера;
- установка ограничителей в траншею;
- приготовление бентонитового раствора и его подача;
- установка арматурных каркасов в траншею;
- установка бетонолитной трубы;
- укладка бетонной смеси;
- снятие бетонолитной трубы.

Чтобы грамотно составить график производства работ, необходимо, составляя калькуляцию трудовых затрат, обосновать объемы работ и определить технико-экономические показатели для основных и вспомогательных захваток по отдельности.

Рекомендуемый состав для выполнения работ по сооружению «стены в грунте» следующий: машинист экскаватора 6-го разряда — 1; помощник машиниста 5-го разряда — 1; машинист крана 6-го разряда — 1; бетонщик 5-го разряда — 1; бетонщик 4-го разряда — 1; бетонщик 3-го разряда — 1; монтажник 4-го разряда — 1; разнорабочий 2-го разряда — 2.

Выбор экскаватора для разработки пионерной траншеи и определение количества машин для транспортировки грунта.

Целью выбора необходимых механизмов является определение на основании объемов земляных работ состава звена землеройных и транспортных машин ([рис. 2.37](#)).

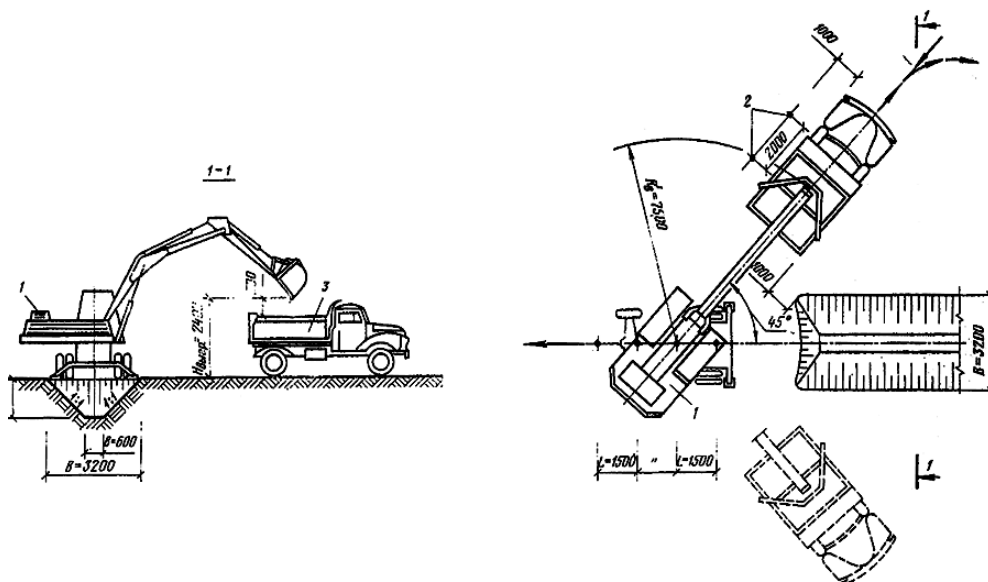


Рис. 2.37. Схема погрузки грунта в экскаватор

Подбор типа необходимого экскаватора ведут по максимальной величине глубины копания машины:

$$R = B_{в.тр} / 2 + a + B_{от} / 2,$$

где a — минимальное расстояние от края траншеи до средств транспортировки (рекомендуется принимать 0,5...1,0 м); $B_{в.тр}$ — значение, соответствующее наибольшей величине глубины траншеи.

Экскаватор подбирают по радиусу выгрузки и глубине копания [прил. 8]. Глубина копания должна быть больше глубины форшахты.

Автосамосвал подбирается по емкости кузова, которая должна быть равной 6...9 объема ковша экскаватора. Рациональная грузоподъемность автосамосвала зависит также от дальности транспортировки грунта [прил. 9].

Количество автосамосвалов определяют с помощью следующих формул:

$$N = t_{ц.а} / t_{п},$$

где $t_{ц.а}$ — продолжительность работы цикла автосамосвала, ч:

$$t_{ц.а} = t_{п} + 2L / v_{ср} + t_{р} + t_{м},$$

где L — расстояние перевозки грунта; $v_{ср}$ — средняя скорость автосамосвала, км/ч [прил. 10]; $t_{р}$ — время разгрузки автосамосвалов, принимается равным 0,017 ч; $t_{м}$ — продолжительность маневров транспортных средств при выгрузке или установке под погрузку, равной принимается 0,017 ч; $t_{п}$ — время погрузки автосамосвала, ч:

$$t_{п} = N_{вр} V_{к.а} / (100K_{пр}) + t_{м},$$

где $N_{вр}$ — норма машинного времени на разработку грунта ведущим экскаватором с погрузкой в транспортное средство, маш.-ч; $V_{к.а}$ — объем кузова автосамосвала, м³ [прил. 11]; $K_{пр}$ — коэффициент первоначального разрыхления грунта [прил. 12 и 13].

Полученное число автосамосвалов округляют до целого в большую сторону.

Выбор траншеекопателей производят исходя их производительности и согласно [прил. 7](#).

Выбор крана для монтажа арматурных каркасов и ограничителей. Монтажный кран для подачи арматурных каркасов и ограничителей подбирается по таким параметрам, как грузоподъемность и вылет стрелы [\[прил. 14\]](#).

Требуемая грузоподъемность определяется по формуле

$$Q_{кр} = Q_{эл} + Q_{гр};$$

где $Q_{эл}$ — масса самого тяжелого элемента, т; $Q_{гр}$ — масса грузозахватного устройства, т.

При определении вылета стрелы необходимо учитывать количество укладываемых в траншею труб с одной условной стоянки крана. Если укладывается одна труба, то вылет минимальный, и он направлен перпендикулярно оси трубы (рис. 2.38).

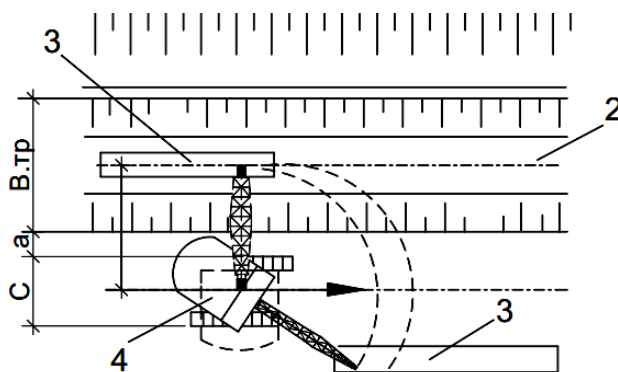


Рис. 2.38. Схема расстановки монтажного крана:

1 — место для раскладки арматурных каркасов; 2 — траншея с откосами; 3 — армокаркас; 4 — кран

В этом случае вылет соответствует расстоянию от оси траншеи до оси каркаса и определяется по формуле

$$L_{стр} = 0,5(B_{в. тр} + C) + a,$$

где $B_{в. тр}$ — ширина траншеи по верху; a — расстояние от края траншеи до колес или гусениц крана (принимается не менее 1,5 м при глубине траншеи 1,5 м и 2 м при 1,5...3,0 м); C — ширина крана, для расчетов рекомендуется принимать 4 м.

Высота подъема крюка не определяется, так как элементы устанавливаются ниже уровня стоянки крана.

Для монтажа армокаркасов выбирают краны на автомобильном или гусеничном ходу похожие по параметру и после технико-экономического обоснования оставляют один.

Границы опасных зон при подъеме краном вертикально располагающихся грузов определяются по формуле

$$R_{оп. з} = R_{вылета} + L_{гр} + 0,5B_{гр} + a,$$

где $R_{\text{вылета}}$ — радиус принятого вылета стрелы крана, м; $L_{\text{гр}}$ — горизонтальная проекция на землю траектории вертикально поднимаемого груза после его возможного падения (наибольший габарит перемещаемого груза); $B_{\text{гр}}$ — наименьший габарит перемещаемого груза; a — минимальное расстояние отлета груза (предмета).

Минимальное расстояние отлета груза (предмета) принимается по [15, табл. Г.1].

Определение количества автобетоносмесителей. Количество автобетоносмесителей, обеспечивающих непрерывную подачу бетонной смеси, определяются следующим образом:

$$N = \frac{Q}{\Pi_{\text{см}}},$$

где Q — количество бетонной смеси, которое укладывают за смену, м³/ч; $\Pi_{\text{см}}$ — производительность бетоносмесителя:

$$\Pi_{\text{см}} = q / t_{\text{ц}},$$

где q — вместимость, м³, определяется по прил. 15; $t_{\text{ц}}$ — продолжительность рабочего цикла бетоносмесителя, мин.

Продолжительность рабочего цикла автомашины определяют по выражению

$$t_{\text{ц. а}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}} + t_{\text{г}} + t_{\text{х}},$$

где $t_{\text{п}}$ — продолжительность погрузки, $t_{\text{п}} = 1,5$ — усредненное время погрузки бетонной смеси, мин/м³; $V_{\text{а}}$ — объем бетонной смеси в автотранспорте, м³ [см. [прил. 15](#)]; $t_{\text{р}}$ — продолжительность разгрузки, мин:

$$t_{\text{р}} = 60N_{\text{вр}}V_{\text{а}} / N_{\text{Т}},$$

где $N_{\text{вр}}$ — норма времени на нагрузку (прием) бетонной смеси из автомашины, чел.-ч; $N_{\text{Т}}$ — состав звена рабочих на разгрузке бетонной смеси, чел.; $t_{\text{м}}$ — продолжительность маневрирования, $t_{\text{м}} = 6$ мин; $t_{\text{г}}$ — время в пути с грузом, $t_{\text{г}} = 60L_{\text{пр}} / V_{\text{г}}$, мин; $t_{\text{х}}$ — время в пути без груза, $t_{\text{х}} = 60L_{\text{пр}} / V_{\text{х}}$ — скорости груженой и порожней автомашины, км/ч.

Значения скоростей принимаются по табл. 2.3.

Таблица 2.3

Скорости пробега машин

Пробег	Тип дорожного покрытия	Скорость, км/ч		
		Тип автомашины		
		Автосамосвал	Автобетоновоз	Автобетоносмеситель
Груженный	Жесткое	30	30	25
	Мягкое	15	15	15
Порожний	Жесткое	40	40	35
	Мягкое	20	20	18

Требования безопасности и охраны труда, экологической и пожарной безопасности. Работы по устройству «стены в грунте» должны выполняться под руководством ответственных руководителей работ (начальника участка, прораба, мастера), назначенных приказом. На них также возлагается ответственность за выполнение мероприятий по безопасности работ и промсанитарии, охране труда, экологической и пожарной безопасности.

На местах производства работ должны быть вывешены плакаты с графическим изображением схем строповки разделительных элементов, армокаркасов, бетонолитных труб, бункеров и т. п., а также таблица масс поднимаемых грузов и предельных вылетов стрелы крана.

Все опасные зоны работ должны быть обозначены предупредительными и указательными знаками по ГОСТ Р 12.4.026-2001, хорошо видимыми в любое время суток. Находиться в этих зонах посторонним лицам запрещается.

Устье разработанной траншеи, заполненной глинистым раствором, должно надежно закрываться специальным настилом из щитов.

Не допускается дополнительная не предусмотренная проектом нагрузка на грунт в пределах призмы обрушения. Переход людей через открытую траншею должен допускаться только по специальным мосткам с перилами высотой 1,1 м.

Экскаватор для работы должен устанавливаться на спланированной площадке. При его работе запрещается производить какие-либо работы и находиться людям в зоне вблизи движущихся частей и рабочих органов машины, ограниченной радиусом действия, увеличенным на 5 м. Погрузка грунта в автосамосвалы при помощи экскаватора должна производиться со стороны заднего или бокового борта.

Технологические процессы, подлежащие контролю, перечислены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Перечень технологических процессов, подлежащих контролю

Технологический процесс, подлежащий контролю	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Ответственный за контроль	Примечание
Разработка грунта и заполнение траншеи бентонитовым раствором	Вертикальность стенок траншеи, заполнение траншеи бентонитовым раствором	Шаблон, метр стальной	Каждая захватка	Прораб	Геодезическая служба
Приготовление бентонитового раствора	Состав бентонитового раствора	Прибор СПВ-5, прибор ЦС-1 (или ЦС-2), ареометр АГ-1	Один раз в смену, каждая захватка	Мастер	Строительная лаборатория
Укладка бетонной смеси в траншею	Подвижность бетонной смеси, правильность бетонирования	Конус, шаблон	Один раз в смену	Мастер	То же

Работы в пределах охранных зон инженерных сетей (водопровода, канализации, кабелей связи, газопровода, электрокабелей и др.) допускается производить при наличии письменного разрешения эксплуатирующих организаций.

Запрещается использование на стройплощадке оборудования, работа которого является причиной повышенного выделения в атмосферный воздух, почву и водоемы вредных веществ, а также является источником повышенного уровня шума и вибрации.

Для контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в целях соблюдения норм освещенности, температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха на рабочих местах, а также для фиксации предельных величин вибрации и шума используют специальные приборы, которые предназначены для санитарно-гигиенической оценки опасных или вредных факторов производственной среды.

Нельзя выпускать воду со стройплощадки непосредственно на склоны без предварительной защиты последних от размыва. В соответствии с требованиями ПОС и ППР необходима очистка и обеззараживание образующиеся на стройплощадке производственных и бытовых стоков.

Кроме того, на территории, где ведутся работы по строительству или реконструкции того или иного объекта, запрещена расчистка земли от древесно-кустарниковой растительности и засыпка грунтом корневых шеек и стволов произрастающих на данной территории деревьев и кустарников, кроме тех случаев, когда это предусмотрено проектной документацией. Деревья, подлежащие сохранению, необходимо обезопасить с помощью специальных защитных ограждений или конструкций, например в виде коробов из досок толщиной 40 мм и высотой 2 м.

Что касается почвенного слоя в зоне производства строительных работ, то, согласно требованиям, его необходимо предварительно снять и хранить в соответствующих местах. Впоследствии такой грунт следует использовать для восстановления почвенного покрова при рекультивации земель.

2.3. Устройство монолитных фундаментных плит

Организационные особенности устройства фундаментов в виде монолитных плит заключаются в назначении нужного количества захваток, обеспечивающих непрерывную ритмичную работу комплексной бригады или специализированных звеньев рабочих, занятых на отдельных видах работ. Число захваток и календарная модель работ часто определяются условиями посменного бетонирования, при котором объем укладки бетона составляет 80...100 м³ на один автобетононасос со звеном бетонщиков или 40...60 м³ при использовании технологии «кран — бадья». На конфигурацию и количество захваток также влияют размеры плиты и радиус действия крана или раздаточной стрелы при подаче бетонной смеси.

Технологическая модель устройства монолитной фундаментной плиты приведена в [табл. 2.5](#).

Последовательность технологических процессов при устройстве фундаментной плиты

Наименование работ и процессов	Назначение и особенности захваток	Исполнители	Примечание
1. Устройство щебеночного или песчаного основания	Обеспечение своевременного создания фронта работ для бетонной подготовки	Работы выполняются звеном или бригадой землекопов с привлечением машин и других технических средства для подачи песка или щебня. При выполнении работ в течение одно-двух дней или смены работы могут выполняться звеном или бригадой бетонщиков, которые в дальнейшем будут задействованы при устройстве бетонной подготовки (последовательный принцип)	На технологических схемах указываются способы и приемы подачи, укладки, разравнивания и уплотнения материалов подсыпки, указываются размеры и конфигурация фундаментной плиты и котлована, их привязка, толщина и материал слоя подсыпки
2. Устройство бетонной подготовки	Обеспечение своевременной подготовки фронта работ по устройству основной плиты	Работы выполняются звеном или бригадой бетонщиков с приданными ей средствами подачи бетона в рабочую зону. Состав звена (бригады) определяется на основании действующих нормативных документов	В технологических схемах приводятся способы и приемы подачи, укладки, разравнивания и уплотнения бетонной смеси с привязкой ТТК к размерам и конфигурации фундаментной плиты и котлована
3. Устройство горизонтальной изоляции по бетонной подготовке и цементно-песчаной защитной стяжки	Обеспечение своевременной подготовки фронта работ по устройству основной плиты	Работы выполняются рабочими, занятыми на устройстве бетонной подготовки. Если применяются новейшие материалы и технологии их нанесения, привлекается звено специалистов-изоляторов	Привязывается ТТК. Работы выполняются после набора бетоном прочности не менее 1,5 МПа (обычно на следующий день после укладки бетона в летних условиях) и могут представлять собой оклеечную или окрасочную гидроизоляцию

Наименование работ и процессов	Назначение и особенности захваток	Исполнители	Примечание
4. Установка опалубки фундаментной плиты	Фронт работ соответствует принятой системе захваток бетонирования плиты	Работы выполняются звеном или бригадой слесарей или сборки опалубки. Состав звена (бригады) определяется на основании действующих нормативных документов	Привязывается ТТК. Сборка опалубки обычно совмещается с более длительной и трудоемкой вязкой арматурных каркасов плиты. При использовании крупнощитовой опалубки эта работа сопряжена с работой крана. В любом случае кран используется для обслуживания складов и подачи опалубки и арматуры в котлован. Когда работы по установке опалубки прерываются в силу отсутствия фронта или опалубки, рабочие задействуются в работах по разборке опалубки на забетонированных участках, по ремонту чистке опалубки, на арматурных работах в составе комплексной бригады, используемой для устройства фундаментной плиты. В ряде случаев выполнение опалубочных работ такого рода может быть организовано в виде непрерывного специализированного потока
5. Монтаж и сборка арматуры фундаментной плиты	Фронт работ задан захватками бетонирования	Работы выполняются звеном или бригадой арматурщиков. Состав звена (бригады) определяется на основании действующих нормативных документов	Привязывается ТТК. Арматурные работы, наиболее трудоемкие в составе комплекса бетонных работ, совмещаются во времени с монтажом опалубки и в значительной степени определяют общую продолжительность устройства фундаментной плиты. Работа крана здесь эпизодическая и связана с подачей пачек стержней в зону работ

Наименование работ и процессов	Назначение и особенности захваток	Исполнители	Примечание
6. Бетонирование фундаментной плиты	Система захваток определяется заданным сроком, возможностями бетоноукладочных комплексов и принятой технологией укладки и уплотнения бетонной смеси. Обычно размеры захваток бетонирования стараются подстроить под сменный или дневной объем укладки одного-двух бетоноукладочных комплексов при работе машин с одной-двумя стоянками	Работы выполняются звеном или бригадой бетонщиков с привлечением технических средств. Состав звена (бригады) определяется на основании действующих нормативных документов. Характерный состав звена — пять-шесть рабочих в зоне укладки на одно механизированное средство подачи бетонной смеси (часто автобетононасос, арендуемый на время укладки)	Привязывается ТТК. В моменты, когда укладка бетона не ведется, рабочие-бетонщики, задействованные на арматурных работах, осуществляют уход за бетоном. В ряде случаев удается организовать укладку бетонной смеси по захваткам плиты как специализированный поток в первую или вторую смену. В случаях больших захваток и требований по непрерывности бетонирования укладка бетона выполняется тактами нужной продолжительности независимо от продолжительности рабочих смен
7. Выдерживание бетона фундаментной плиты	—	Звено по уходу за бетоном, обычно назначается из состава используемой бригады рабочих	Продолжительность выдерживания бетона на захватке до начала последующих работ составляет 1...3 дня и зависит от внешних условий выдерживания и особенностей температурно-прочностного поведения бетона. В зимний период для выдерживания бетона плит характерно использование классического метода термоса с набором прочности бетона до критического уровня 30...50 % в зависимости от класса. В летний период распалубка может выполняться через 8...10 ч
8. Разборка опалубки	—	Работы выполняются звеном или бригадой слесарей или сборки опалубки. Состав звена (бригады) определяется на основании действующих нормативных документов	Согласно разработанной или привязанной ТТК

В технологических картах необходимо указать период времени, когда выполняются работы (температура наружного воздуха, мероприятия по обеспечению качества выполнения работ), обосновать принятый вариант подачи бетонной смеси в конструкцию фундаментной плиты.

Как показывает практика, бетонную подготовку под фундаментную плиту чаще всего выполняют толщиной 100 мм из бетона В7,5. Она должна выступать за края фундаментной плиты на 100 мм. Под бетонной подготовкой укладывают гидроизолирующий слой, можно также из двух слоев полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм. Пленка укладывается на ровную поверхность грунта после ручной зачистки дна котлована с одновременным укрытием ее бетонной подготовкой. Стыки пленки проклеиваются внахлест на 100 мм. Разбежка стыков верхнего слоя пленки со стыками нижнего слоя не менее 1 м.

Устройство монолитной железобетонной плиты следует осуществлять в соответствии с рабочими чертежами конструкции плиты и с соблюдением правил производства и приемки работ согласно [16].

Как отмечается в нормативной литературе, работам по устройству фундаментной плиты должен предшествовать ряд подготовительных работ, а именно:

- ограждение территории строительной площадки забором высотой 3 м;
- организация отвода поверхностных вод от котлована;
- прокладка подъездных путей и автодорог;
- обозначение в пролете путей движения механизмов, мест складирования, сборки арматурных каркасов и опалубки, подготовка монтажной оснастки и приспособлений;

- завоз арматурных сеток и комплектов опалубки в количестве, которое обеспечивает бесперебойную работу не менее чем в течение двух смен;

- составление актов приемки основания фундаментов в соответствии с исполнительной схемой;

- устройство временного электроосвещения рабочих мест и подключение электросварочных аппаратов;

- геодезическая разбивка осей и разметка положения фундамента в соответствии с проектом; нанесение краской на поверхность бетонной подготовки рисок, фиксирующих положение рабочей плоскости щитов опалубки.

Для устройства монолитных сплошных фундаментных плит применяется контрфорсная (односторонняя) опалубка ([рис. 2.39](#)).

Необходимо контролировать, чтобы односторонняя опалубка была надежно закреплена и нагрузки от давления бетонной смеси передавались основанию.

Рассмотрим в качестве примера опалубочную систему MEVA, которая применяется при устройстве сплошных монолитных и железобетонных фундаментных плит и стен в жилищном, коммунальном и промышленном строительстве. Это каркасная опалубка с высокопрочными рамами. Комплект опалубки включает: щиты, угловые элементы, доборы, опалубочные замки, направляющие опоры, подкосы, специальные гайки с резьбой.

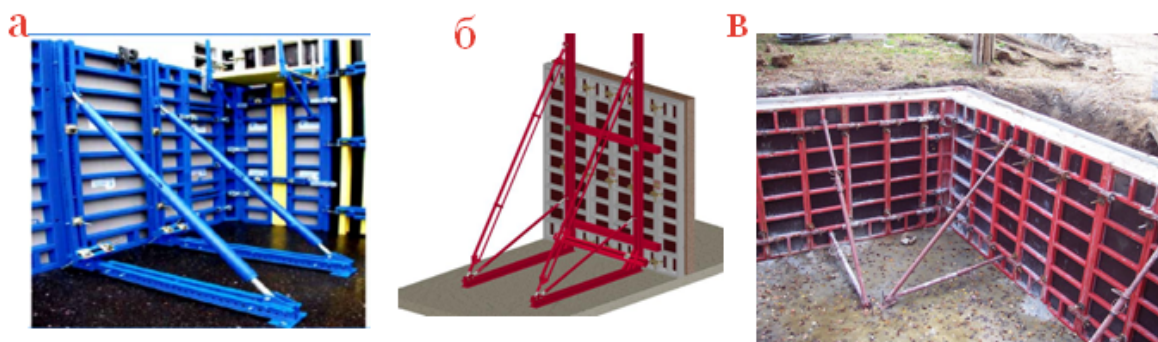


Рис. 2.39. Контрфорсная или односторонняя опалубка: а — MESA IMALAT; б — OUTINOR; в — MEVA

Обширный диапазон предлагаемых компанией-производителем размеров высокопрочных щитов позволяет формировать опалубку с любыми параметрами и любой конфигурацией. К достоинствам данной опалубки следует отнести ее небольшой вес, поскольку благодаря этому нет необходимости использовать специализированную технику — сборка осуществляется рабочими вручную. Кроме того, благодаря включению в поставляемые комплекты соответствующих замков для сборки элементов опалубки значительно упрощает процесс монтажа.

Что касается щитов опалубки рамной конструкции, то рамы выполняются из закрытого стального коробчатого профиля с выгнутым гофром. Палуба щита изготавливается из бакелитовой финской фанеры, которая посредством самонарезающих винтов крепится к раме. Соединения щитов осуществляется опалубочными клиновыми замками, запатентованными фирмой MEVA (рис. 2.40).



Рис. 2.40. Клиновой замок опалубочной системы MEVA

Размеры щитов опалубки: высота — 90; 135 и 270 см; ширина — 24; 25; 30; 40; 45; 49; 50; 55; 75 и 90 см. Имеется возможность устанавливать их в любом положении — вертикальном или горизонтальном. Монтаж щитов большого размера выполняется с помощью грузоподъемных кранов.

Алюминиевая опалубка производства MEVA рассчитана на высокое давление бетона (способна выдерживать нагрузку от давления свежесуложенного

бетона в 60 кН/м^2), поэтому при одноярусном использовании (без надстройки опалубки) укладывать бетон допустимо без учета скорости его укладки. На всех элементах есть палуба из многослойной фанеры толщиной 15 мм, которая закрепляется самонарезными винтами и в том месте, где соединяется с рамой, дополнительно защищена силиконом. Масса двустороннего покрытия из синтетической смолы — $330 \dots 420 \text{ г/м}^2$.

Опалубку необходимо устанавливать по всему периметру фундаментной плиты, при этом начинать надо с угловых точек. Когда выполнено позиционирование, элементы опалубки непосредственно подпирают снаружи подкосами, которые представляют собой консольные подпорки с функциональными распорками, которые представляют собой консольные подпорки с функциональными распорками на расстоянии 3,5 м друг от друга (рис. 2.41).

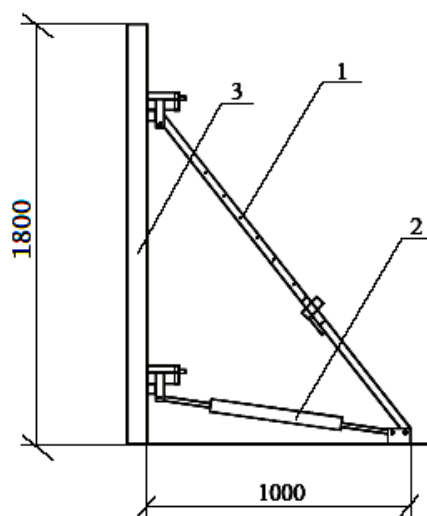


Рис. 2.41. Устройство подкосов опалубки: 1 — консольная подпорка с соединительным шарниром, крепящимся фланцевым болтом к функциональной распорке; 2 — функциональная распорка; 3 — щит опалубки [17]

Элементы опалубки соединяются двумя замками, на углах плиты — тремя. Схема соединения щитов опалубки представлена на рис. 2.42.

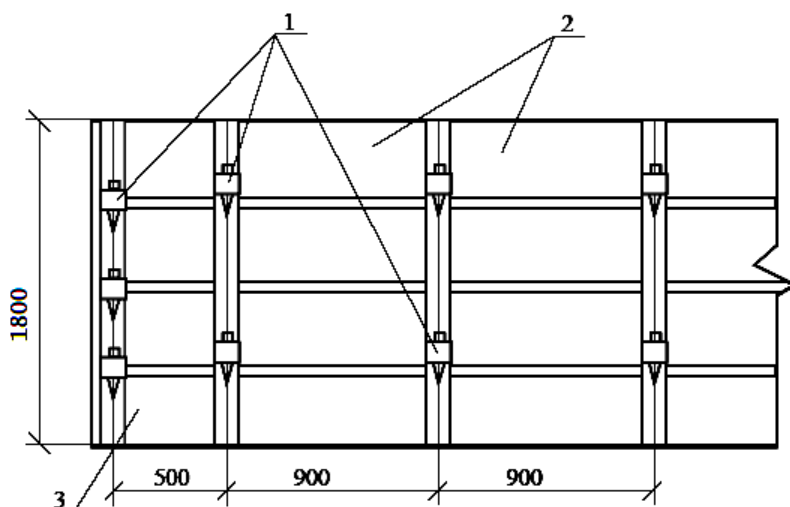


Рис. 2.42. Схема соединения щитов опалубки: 1 — клиновые замки системы MEVA; 2 — опалубочные щиты; 3 — доборный элемент [17]

На земле опалубка закрепляется двумя грунтовыми шпильками.

В случае сложных геометрических форм фундаментов разрешается использовать индивидуальную фанерную конструкцию опалубки.

Осуществлять арматурные работы допускается только после того, как выполнен контроль правильности установки опалубки. Взаимное расположение стержней в основных сетках армирования фундаментной плиты должно быть таким: нижние стержни вдоль буквенных осей, верхние — вдоль цифровых осей.

Чтобы обеспечить проектный защитный слой бетона, устанавливают пластмассовые фиксаторы, при этом использование подкладок из обрезков арматуры, деревянных брусков и щебня строго запрещено.

Арматурные работы должны вестись таким образом, чтобы в итоге обеспечивалось надежное закрепление арматуры от смещения и ее защита от различного рода повреждений. Технологическая карта должна предусматривать установку трапов, что требуется для по арматуре при бетонировании.

Фундаменты армируются посредством верхних и нижних сеток, которые собирают непосредственно на месте из отдельных стержней путем вязки мест пересечений вязальной проволокой $d = 1,2$ мм через один узел в шахматном порядке. Два крайних стержня по контуру плиты следует вязать в каждом пересечении. Использование электросварки для выполнения приватки не разрешается.

Продольную стыковку арматурных стержней при их большой длине (свыше 6 м) необходимо выполнять внахлест, при этом длина самого нахлеста должна составлять 44 диаметра соединяемых стержней. Стыки соседних параллельных стержней надо выполнять вразбежку, на величину не менее 57 диаметров применяемой арматуры.

Стыки рабочей арматуры верхней сетки по возможности устраивают под стенами или не далее четверти пролета между соседними стенами. Нижнюю арматуру следует стыковать в средней зоне пролета между соседними стенами.

Стержни соседних позиций укладывают с равными промежутками.

Защитный слой бетона от торцов стержней до краев плиты должен составлять 30 мм.

Приемка смонтированной арматуры должна предшествовать укладке бетона и сопровождаться составлением соответствующего акта освидетельствования скрытых работ.

Арматуру устанавливают по блокам. Сначала осуществляют работы на первом блоке. На заранее размеченное основание с интервалом 200 мм укладывают стержни в продольном направлении и одновременно фиксируют расстояние от нижней арматуры от основания с помощью пластмассовых фиксаторов (защитный слой). Стыки продольных стержней по длине соединяют ручной дуговой сваркой. После этого переходят к установке арматуры на втором блоке, работа ведется аналогичным образом. Арматурные стержни и каркасы при этом подаются в зону производства работ автомобильным краном.

Фундаментную плиту бетонируют образуя в результате разрезки массива поперечными и продольными рабочими швами, конструкция которых схематично представлена на рис. 2.43.

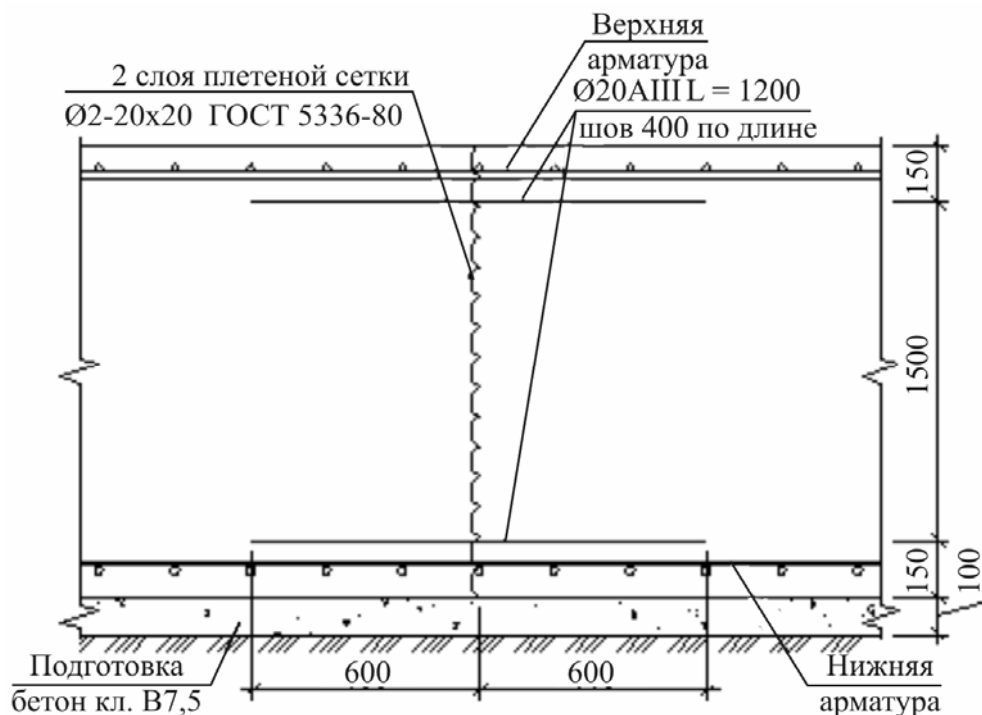


Рис. 2.43. Конструкция рабочего шва [17]

В результате установки плоских каркасов образуются рабочие швы. На такие каркасы посредством специальной вязальной проволоки крепят металлическую сетку с ячейками 20×20 мм.

Прежде чем укладывать бетонную смесь, необходимо проверить и принять все конструкции и их элементы, которые будут закрыты в процессе дальнейшего производства работ. При этом должен быть составлен соответствующий акт на скрытые работы. Перед бетонированием следует очистить опалубку от грязи и различного мусора, после чего ее нужно покрыть специальной смазкой.

Если фундаментную плиту требуется бетонировать с помощью автобетононасоса, то последний разрешено устанавливать на рабочей площадке только после того, как выполнены следующие мероприятия:

- обеспечена горизонтальность площадки для размещения автобетононасоса;
- подготовлены подкладки под ауригеры;
- подготовлено цементное тесто (для пусковой смеси).

Работы по бетонированию плиты ведутся блоками согласно схеме. Стоянка автобетононасоса определяется с учетом бетонирования каждого из блоков с одной стоянки. На [рис. 2.44—2.46](#) приведены фрагмент высотного здания со сложной конфигурацией в плане, схемы разбивки фундаментной плиты на карты и на блоки.

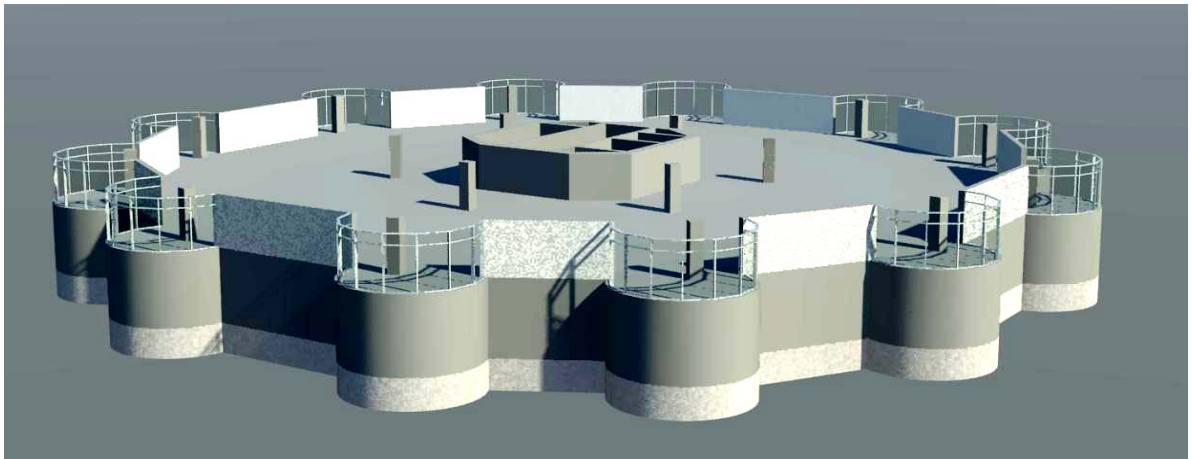


Рис. 2.44. Фрагмент высотного здания со сложной конфигурацией

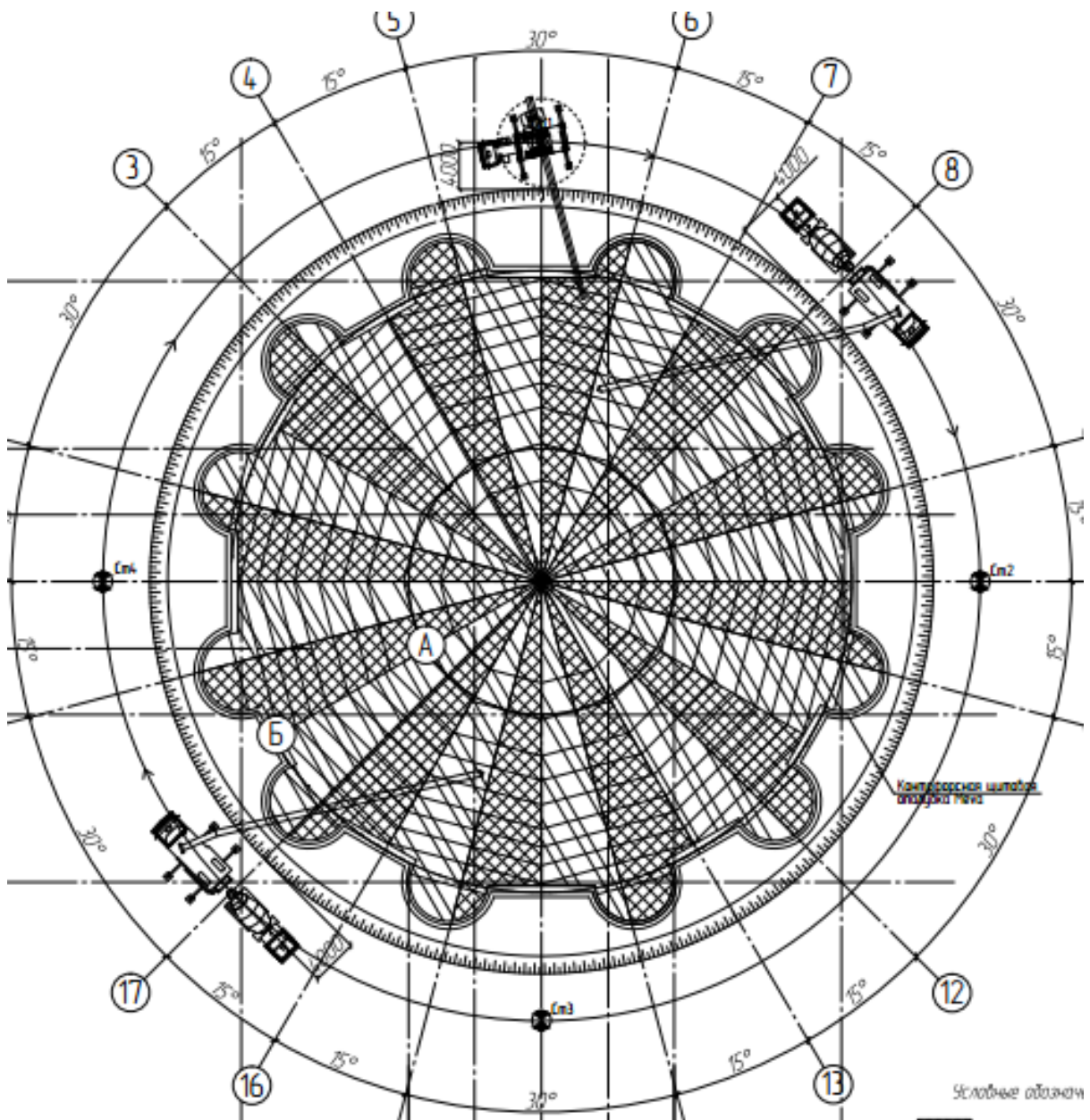


Рис. 2.45. Схема разбивки фундаментной плиты на карты

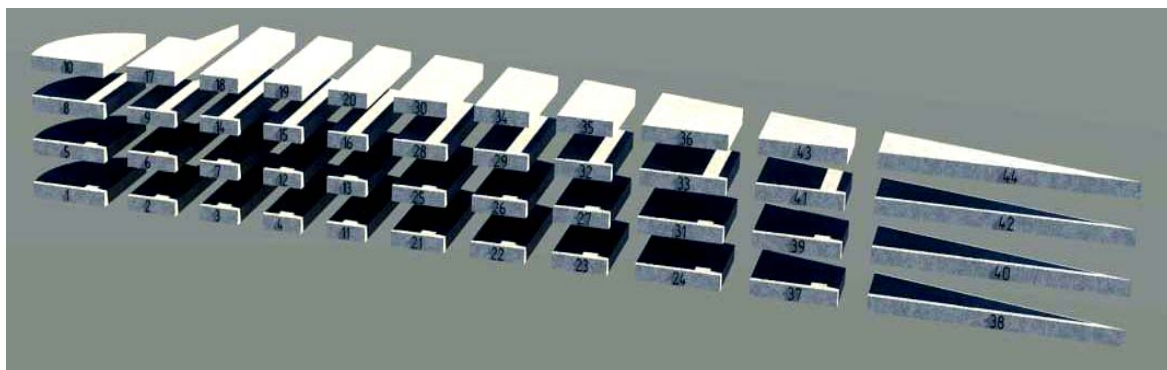
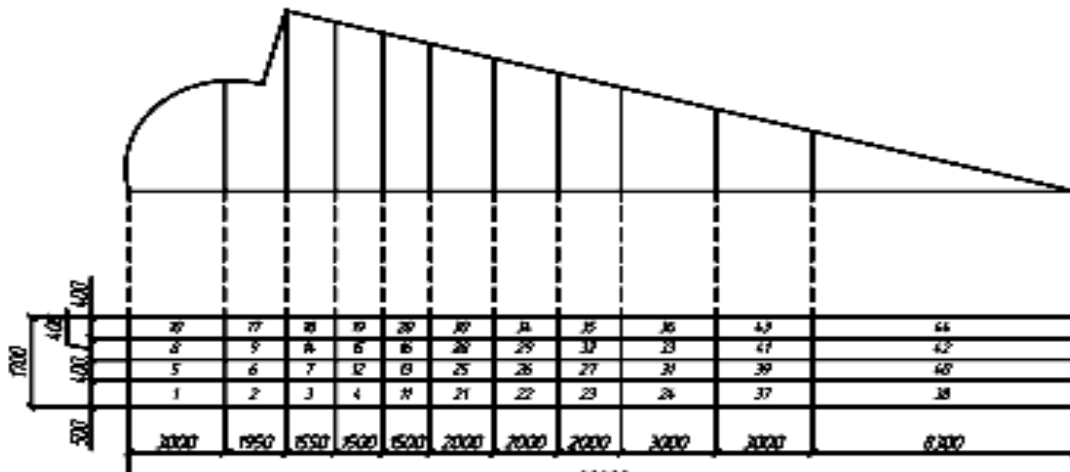


Рис. 2.46. Схема разбивки карты на блоки

Для подготовки автобетононасоса к работе его устанавливают на стоянке, затем устанавливают аутриггеры, раскрывают стрелу, затворяют и прогоняют по трубопроводу пусковой раствор. В загрузочный бункер автобетононасоса загружается бетонная смесь, которая подвозится на автобетоносмесителе. Непосредственно сразу после загрузки она перекачивается в конструкцию фундаментной плиты. Затем, посредством гибкого рукава, она распределяется в блоке бетонирования, при этом распределение начинается от наиболее удаленного места. Когда блок забетонирован, трубопровод на стреле автобетононасоса промывают, а бункер очищают. Стрела и аутриггеры автобетононасоса убираются в транспортное положение.

Слой бетонной смеси должен быть не толще, чем 1,25 длины рабочей части глубинного вибратора, используемого для ее уплотнения. Верхний уровень уложенной бетонной смеси должен быть ниже верха щитов опалубки на 50 мм.

Перерыв в процессе укладки смежных слоев бетонной смеси без образования рабочего шва назначается в соответствии с распоряжением строительной лаборатории и его продолжительность не должна превышать 1,5 ч.

Уплотняя бетонную смесь, необходимо контролировать, чтобы вибраторы не опирались на арматуру и элементы крепления опалубки.

Верхняя поверхность фундаментной плиты выравнивается и уплотняется виброплощадкой и далее заглаживается виброрейкой.

Бетонная смесь уплотняется в соответствии со следующими правилами:
шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать полуторного радиуса их действия (рис. 2.47);

глубина погружения глубинного вибратора в бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5...10 см;

шаг перестановки поверхностных вибраторов должен обеспечивать перекрытие на 100 мм площадкой вибратора границы участка, на котором уже работал глубинный вибриратор.

Продолжительность вибрирования должна быть такой, чтобы достигалось требуемое уплотнение бетонной смеси. Показателем, определяющим достаточную степень уплотнения, является прекращение выделения из смеси пузырьков воздуха.

В процессе бетонирования необходимо вести записи в «Журнале бетонных работ».

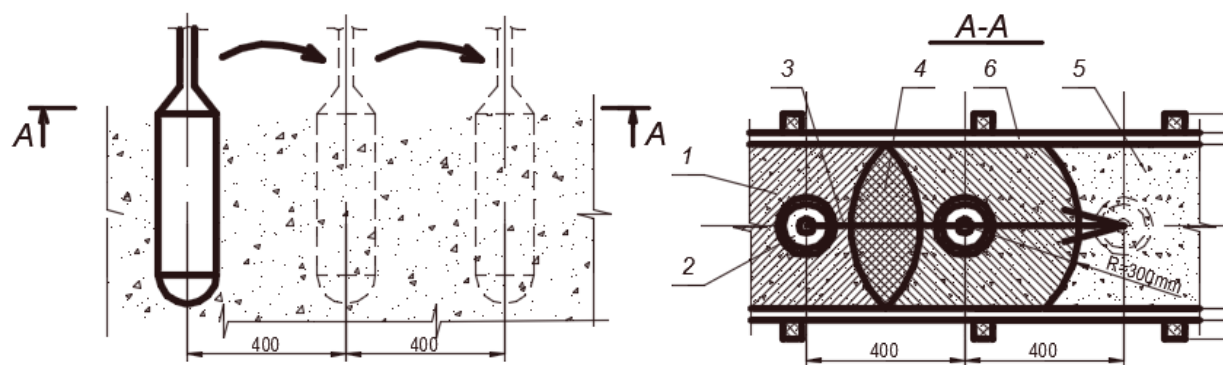


Рис. 2.47. Виброуплотнение бетонной смеси: 1 — неуплотненный бетон; 2 — глубинный вибратор; 3 — ось перемещения вибратора; 4 — зона наложения участков; 5 — уплотненный бетон; 6 — опалубка

Необходимо обеспечить защиту бетонируемого участка от атмосферных осадков. Если же по той или иной причине избежать попадания в бетонную смесь воды не удалось, то размывый бетон удаляют. В начальный период твердения бетон также следует защищать от высыхания. Открытые поверхности бетона требуется предохранять от негативного воздействия прямых солнечных лучей и ветра.

В целом, критически важно поддерживать определенный температурно-влажностный режим, необходимый для нарастания прочности бетона. Наиболее оптимальным следует режим с температурой +18 °С и влажностью 90 %. Для обеспечения благоприятных для твердения бетона температурно-влажностных условий используется специальное влагоемкое покрытие и его увлажнение, выдерживание открытых поверхностей бетона под слоем воды, непрерывное распыление влаги над его поверхностью. В засушливую погоду бетон из портландцемента необходимо поливать в течение как минимум 7 сут, а бетон на глиноземистом цементе — как минимум 3 сут. Поливка при температуре 15 °С и выше производится в течение первых 3 сут днем, при этом, что важно, не реже чем через каждые 3 ч и не реже одного раза ночью,

затем — не реже трех раз в сутки. Если температура не превышает 5 °С, поливка не требуется.

Когда бетон набрал необходимую прочность, опалубку демонтируют, при этом начиная с угловой точки. Прежде всего демонтируют по участкам фланцевые гайки и стержни. Неподпираемая сторона опалубки должна при этом фиксироваться от опрокидывания или сразу же удаляться.

Рис. 2.48 схематично иллюстрирует организационно-технологические решения по устройству монолитной плоской фундаментной плиты согласно [18].

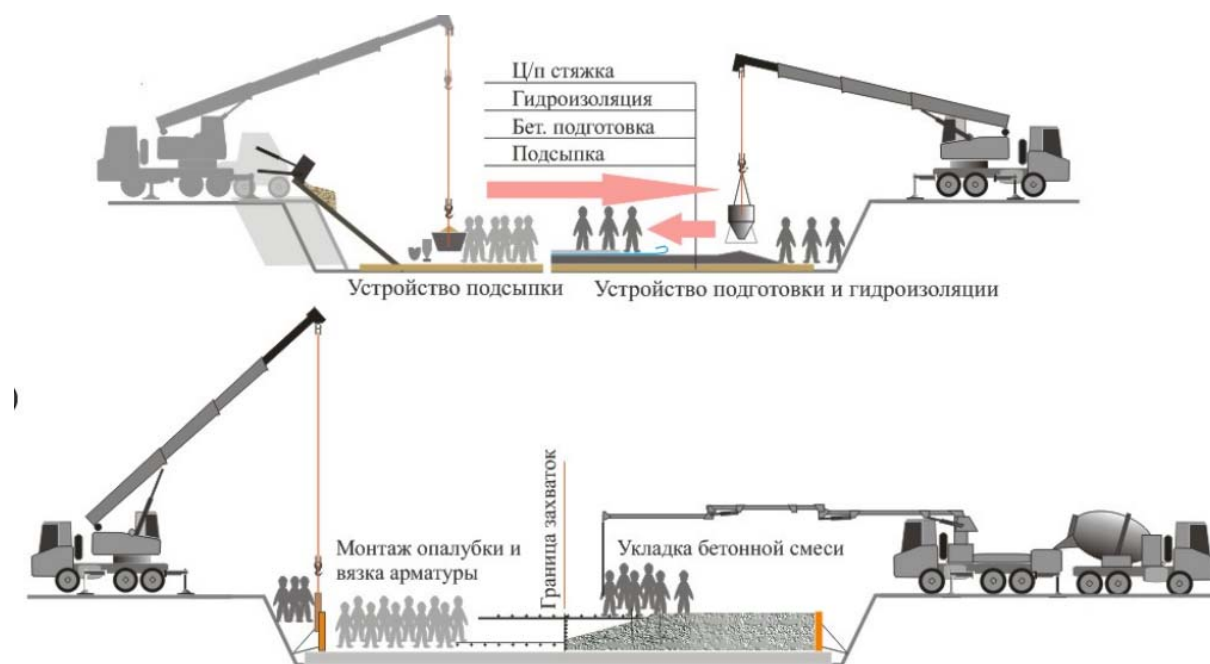


Рис. 2.48. Иллюстрация организационно-технологических решений устройства монолитной плоской фундаментной плиты [27]

Если плоские фундаментные плиты имеют большую площадь, их необходимо разбить на блоки бетонирования или карты. Далее по краям карт устанавливают деревянную или сетчатую опалубку без разрезки арматуры на границах карт. В качестве наружной и внутренней опалубок наиболее целесообразно использовать стальную сетку из проволоки диаметром 0,7 мм с ячейкой 5 × 5 см, которую крепят к арматуре плиты вязальной проволокой или зажимами.

Ширина блоков определяется в зависимости от особенностей условий непрерывности бетонирования и скорости, с которой подается бетонная смесь. В каждом блоке бетонирования должны быть рабочие зоны приемки и предварительного разравнивания и уплотнения. Скорость, необходимую для успешного протекания процесса бетонирования, принимают исходя из того условия, что ранее уложенная порция бетонной смеси перекрывается последующей с соответствующим виброуплотнением до начала схватывания бетона в обеих зонах. При этом следует обеспечить наличие в достаточном количестве средств уплотнения бетонной смеси.

Разбивку фундаментной плиты на технологические карты и блоки необходимо выполнять с учетом применяемого механизма (крана или бетононасоса) [19].

2.4. Контрольные вопросы

1. Какие современные технологии освоения подземного пространства вам известны?
2. В каких случаях устраиваются шпунтовые ограждения?
3. Когда применяются распорное крепление при устройстве котлованов?
4. В чем сущность метод «стена в грунте»?
5. Какие подготовительные работы должны выполняться перед сооружением «стены в грунте»?
6. Каким образом и для каких целей устраивается форшахта?
7. Какими механизмами разрабатывается траншея при сооружении «стены в грунте»?
8. В каких случаях применяются барражные траншекопатели?
9. Для каких целей устраиваются ограничители в траншею при сооружении «стены в грунте» и что обычно используют в качестве неизвлекаемых ограничителей?
10. При устройстве монолитных фундаментных плит плита разбивается на карты и блоки. В чем разница между картами и блоками?

Глава 3. ВОЗВЕДЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

3.1. Краткий обзор современных опалубочных систем для возведения монолитных стволов ядер жесткости, колонн и перекрытий

Для возведения монолитных стволов ядер жесткости высотных и уникальных зданий на практике самое большое распространение получили гидравлические самоподъемные и подъемно-переставные опалубочные системы, самоподъемные опалубочные платформы [[прил. 16](#)].

К числу базовых элементов опалубочной системы самоподъемного типа относятся следующие ([рис. 3.1](#)):

- внутренние и наружные панели опалубки;
- навесные подмости для бетонирования;
- рабочие и нижние подмости (только для опалубки лифтового блока и наружных стен);
- рабочая площадка с самофиксирующимися упорами (для опалубки лифтового блока);
- дверные проемообразователи (для опалубки лифтового блока);
- гидравлическая подъемная система;
- направляющие балки и анкерные механизмы;
- рихтующий передвижной узел.

Кроме того, опалубочная система может быть укомплектована дополнительными подмостями, предназначенными для арматурных работ. Такая система позволяет одновременно выполнять работы на нескольких уровнях, при этом имеется возможность выполнять армирование с опережением.

Благодаря гидравлической системе самоподъемной опалубки осуществляется автоматический подъем модульной системы опалубки, скорость при этом составляет до 20 см/мин. Грузоподъемность каждой направляющей балки модуля находится в пределах 5...10 т, высота того участка конструкции, где выполняется опалубка, не превышает 5,5 м.

Что касается гидравлического оборудования для подъема опалубки, то оно включает в свой состав следующие элементы: автоматические насосные станции, гидроразводку из труб высокого давления, а также гидравлические домкраты с автоматическим регулятором горизонтальности. На стадии разработки ППР и ТК необходимо предусмотреть мероприятия по обеспечению безопасности при размещении гидравлического оборудования, его перемещении и работе с ним. Данный вид работ должны выполнять специализированные организации.

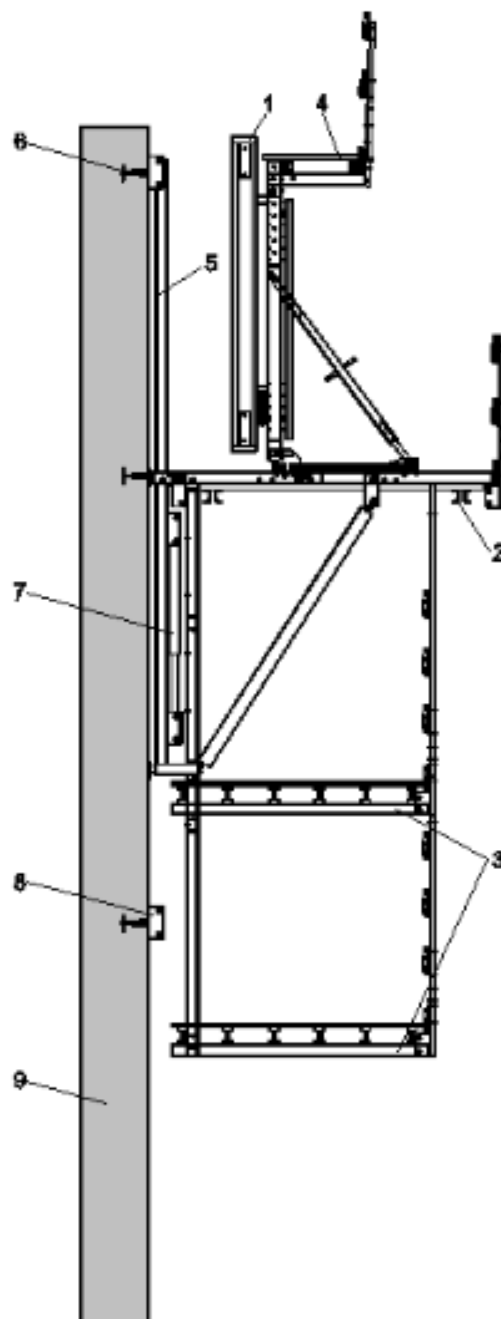


Рис. 3.1. Конструктивная схема самоподъемной опалубки:

- 1 — наружная опалубочная панель; 2 — рабочие подмости; 3 — нижние подмости;
 4 — подмости для бетонирования; 5 — направляющие балки; 6 — анкер; 7 — гидравлический домкрат;
 8 — навесной башмак с гравитационным механизмом; 9 — монолитная стена [20]

Перед началом монтажа и подъема опалубки гидравлическое оборудование необходимо протестировать. С этой целью очищают оборудование от наплывов бетона, грязи и смазки; проверяют резьбовые соединения; проверяют целостность коммуникаций трубопровода насосной станции, электропроводки, гидравлической и электропусковой аппаратуры; испытывают домкраты на герметичность.

Прежде чем приступить к монтажу гидравлических сетей, все детали трубопровода и арматуры следует рассортировать по типоразмерам в соответствии с маркировкой по чертежам гидравлического оборудования.

Каждую разводящую сеть монтируют согласно проекту. Разбирать гидравлическое оборудование и электропусковую аппаратуру насосной станции без особой нужды запрещено.

Для работ, связанных с подъемом опалубки посредством гидравлических домкратов, и, как следствие, для обслуживания гидравлической системы привлекаются только те рабочие, кто имеет специальную подготовку и допуск к эксплуатации гидравлического оборудования.

Итак, опалубка состоит из вертикально закрепленных к стене направляющих, по которым она передвигается вверх с помощью гидроцилиндров. После подъема опалубки и ее расклинивания направляющая подтягивается вверх, после чего процесс подъема опалубки повторяется.

Опалубка поднимается на один этаж выше ранее выполненного. Далее бетонируют стены ядра жесткости. После набора прочности, на что, как правило, достаточно два-три дня, выполняется разопалубливание опалубки, т. е. опалубка отводится от бетонных стен на расстояние около 60...80 см, а затем фиксируется в данном положении. После этого опалубка поднимается на следующий этаж и конструкция армируется. Опалубка подводится к стене, фиксируется стяжными болтами и подготавливается к бетонированию.

Строительство зданий повышенной этажности с использованием самоподъемной опалубки представляет собой сложный процесс, который состоит из ряда мероприятий: подъема гидравликой опалубки, армирования конструкции стен, устройства технологических проемов и специальных ниш, бетонных работ, ухода за бетоном и др.

На [рис. 3.2](#) представлена вертикально перемещаемая самоподъемная опалубка, которая по сравнению со скользящей опалубкой характеризуется некоторыми недостатками. Перечислим основные из них.

Во-первых, стены при использовании опалубки такого типа имеют множество отверстий от стяжных болтов. Во-вторых, имеются холодные швы на стыке каждого из этажей (наличие швов и наплывов бетона в месте стыка швов существенно снижает геометрическую точность лифтовых шахт и стен лестниц). В-третьих, опалубка ядра жесткости, как правило, опережает перекрытия на два-три этажа и технологически жестко привязана к бетонированию перекрытия: до тех пор, пока перекрытие не будет завершено, двигаться дальше нельзя. И, наконец, в-четвертых, скорость формирования ядра жесткости значительно ниже, чем при использовании скользящей опалубки, — не менее 3...4 сут на этаж (итого пять этажей в месяц).

Следует сразу обратить внимание, что с экономической точки зрения использование рассматриваемой технологии оправдано, если высота объекта составляет не менее 40 м.

Преимущества технологии:

высокое качество поверхности стен благодаря отсутствию многочисленных горизонтальных холодных швов в стенах ядра жесткости здания;

высокая скорость монтажа опалубки в начале строительства (три-четыре недели) и скорость демонтажа опалубки после строительства (две-три недели);

возможность применять высокотехнологичные методы по стыковке арматуры Lenton;

возможность ведения работ в зимнее время;

возможность сформировать ядро жесткости со средней скоростью 0,6...1,2 м/сут;

существенное снижение общего времени строительства по сравнению с методом строительства, при котором для перемещения опалубки требуется кран.

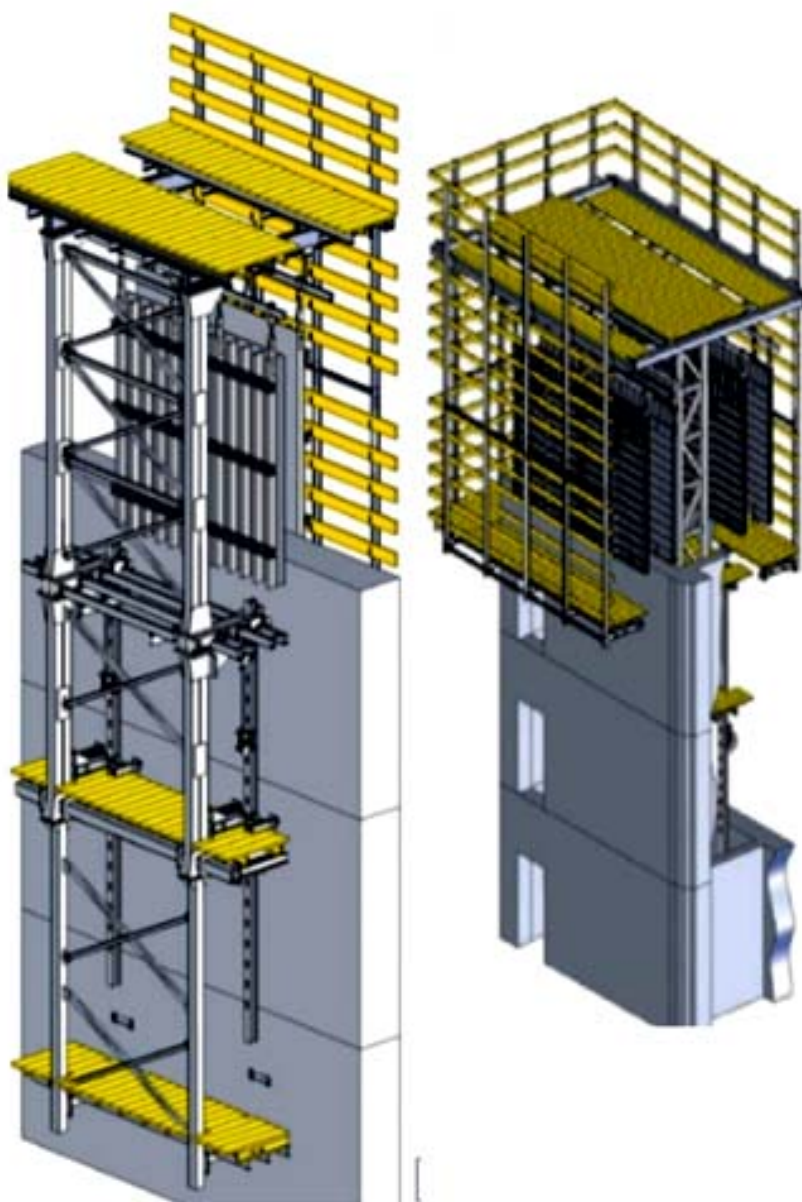


Рис. 3.2. Вертикально перемещаемая самоподъемная опалубка [21]

Часто ядра жесткости возводят с помощью смешанной опалубки — объемно-блочной с внутренней стороны ядра и крупнощитовой — с наружной. Отставание в установке сборных элементов в ядре жесткости при этом варианте бетонирования не превышает двух-трех этажей.

Также для возведения ядра жесткости высотного сооружения зачастую используют самодвижущуюся опалубочную платформу, которая объединяет опалубку, рабочие площадки и площадки для складирования (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Самодвижущаяся опалубочная платформа

Главная задача опалубочной платформы, которая полностью закрыта, заключается в обеспечении условий для ведения работ при плохой погоде и на большой высоте, а также для максимальной безопасности труда занятых на строительстве людей, поэтому здесь предусмотрены специальное противопогодное укрытие и защитные ограждения.

По завершении бетонирования платформа и вся опалубка поднимаются на следующую захватку по высоте гидравлическими цилиндрами за один ход. Гидроцилиндры перемещают на следующий участок платформу, опалубку, контейнеры для материалов и распределители бетонной смеси всего за один цикл без помощи крана.

Самодвижущаяся платформа применяется для возведения ядра жесткости (шахты лифтов, лестничные клетки) с опережением возведения остального каркаса. Опалубочная система может использоваться для стен и перекрытий для достижения максимальной скорости строительства.

Насосная станция гидравлического оборудования располагается непосредственно на опалубочной платформе и устраивается в закрытой кабине.

Компания PERI, являющаяся одним из крупнейших мировых производителей опалубки, разработала систему ACS ([рис. 3.4](#)), тем самым сделав новый шаг в развитии самоподъемной техники. Внедренные компанией инновационные технологии, применяемые при производстве опалубочной техники, сделали возможным строительство высотных сооружений значительно быстрее, дешевле и, что не менее важно, безопаснее.

Система ACS (см. [рис. 3.4](#)) равномерно поднимается вверх посредством работы гидравлического привода на направляющих подъема. Запатентованный привод ACS 100 с грузоподъемностью 100 кН перемещает подъемную единицу к следующей захватке, при этом промежуточные анкеры не требуются.



Рис. 3.4. Система самоподъемная ACS [22]

Базовым элементом такой модульной самоподъемной системы различных вариантов является привод. Благодаря тому, что для установки, снятия и подъема опалубки крана не требуется, ускоряется ход работ на всей строительной площадке и обеспечивается их независимость друг от друга, что, в конечном итоге, обеспечивает следование запланированному графику выполнения работ.

Самоподъемную систему ACS можно использовать в любых погодных условиях. Рабочие платформы имеют комфортабельные габариты, благодаря чему обеспечивается безопасность и эффективность работ. Кроме того, возможно также оснащение их стойкой к различным погодным явлениям облицовкой.

Рабочие платформы способны выдерживать большие нагрузки, в том числе полный запас стальной арматуры на каждую захватку. Если возникает необходимость, распределительная опора бетононасоса поднимается вместе с опалубкой.

Как уже отмечалось выше, организованная последовательность подъема опалубки с этажа на этаж позволяет добиться высоких результатов производительности строительных работ.

Большое распространение при высотном строительстве имеют подъемно-переставные опалубки производства фирмы DoKa ([рис. 3.5](#)).

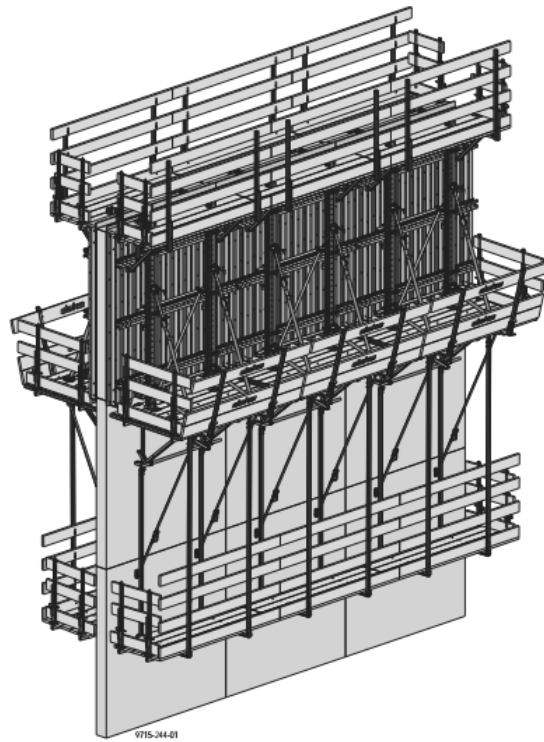


Рис. 3.5. Внешний вид подъемно-переставной опалубки К (Doka) [23]

Различают балочную опалубку (FF20, Top50) и рамную опалубку (Framax Xlife/Alu-Framax Xlife, Framaco) (рис. 3.6).

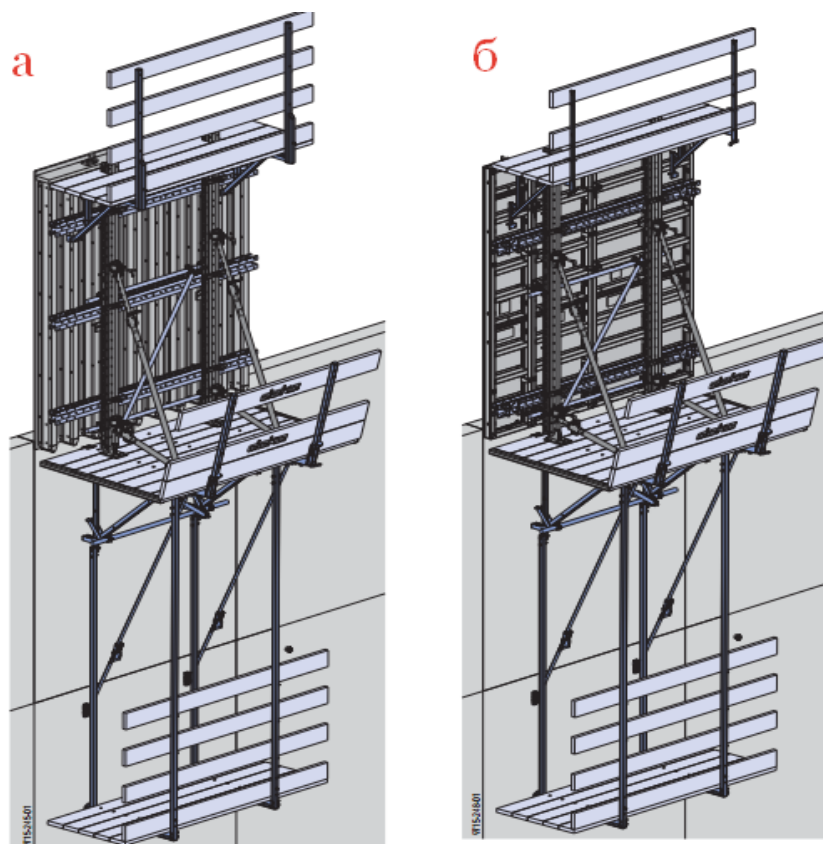


Рис. 3.6. Подъемно-переставная опалубка К: а — балочная; б — рамная [23]

Для формирования рабочих подмостей используются отдельные складные консоли К или предварительно собранные складные подмости К.

Бетонирование стен производят по ярусам (рис. 3.7). Чтобы бетонировать первый ярус (рис. 3.7, а) сначала на щиты опалубки наносят антиадгезионную смазку и устанавливают опалубку с одной стороны. Выполняют монтаж закладных анкеров и закладных анкеров для растяжки от ветра. Производят монтаж арматурных каркасов. Устанавливают с другой стороны опалубку, соединяют анкерами щиты опалубки и производят бетонирование.

Бетонирование второго и третьего ярусов (рис. 3.7, б, в) также включает нанесение антиадгезионной смазки и установки опалубки с одной стороны, монтажа закладных анкеров и арматурных каркасов. Далее выравнивают опалубочный элемент с помощью подпорных раскосов и шпindelей регулировки высоты. После устанавливают с другой стороны опалубку, соединяют анкерами щиты опалубки и производят бетонирование.

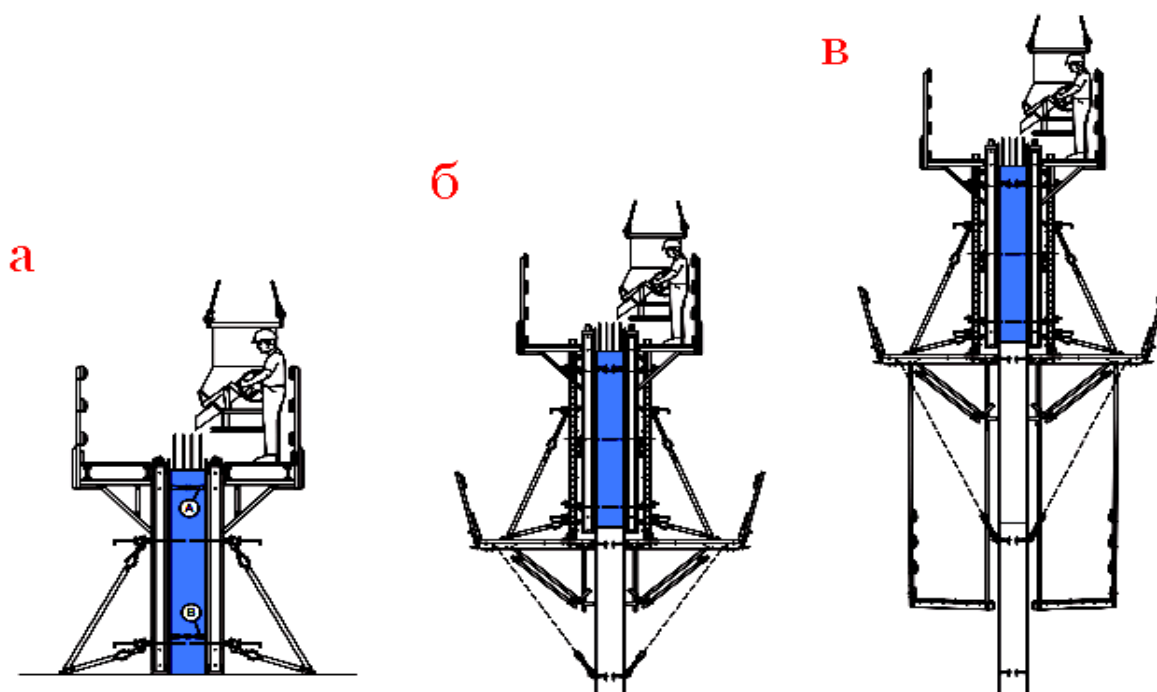


Рис. 3.7. Последовательность бетонирования ярусов в подъемно-переставной опалубке К: а — первый ярус (А — закладной анкер, В — закладной анкер для растяжки от ветра); б — второй ярус; в — третий ярус [23]

Монтаж (строповка предварительно собранной опалубки, установка и фиксация на рабочих подмостях) и демонтаж (извлечение анкера и демонтаж соединительных элементов между смежными опалубочными щитами, демонтаж плиты и стержня с резьбой там, где для закладных анкеров делалось отверстие в палубе, наклон опалубки назад с помощью подпорного раскоса) подъемно-переставной опалубки К схематически приведены на [рис. 3.8](#).

Опалубка колонн. Почти все мировые лидеры по производству опалубочных систем выпускают опалубки для колонн. Приведем некоторые из них.

Опалубка высоких колонн балочно-ригельная PSK-CLASSIC. Данная опалубка высоких колонн является идеальной опалубочной системой,

позволяющей формировать колонны высотой до 18 м с использованием стандартных элементов. Относится к классу крупнощитовых, способна гибко приспособляться к любым стеновым элементам и выполнять бетонные работы любой сложности.

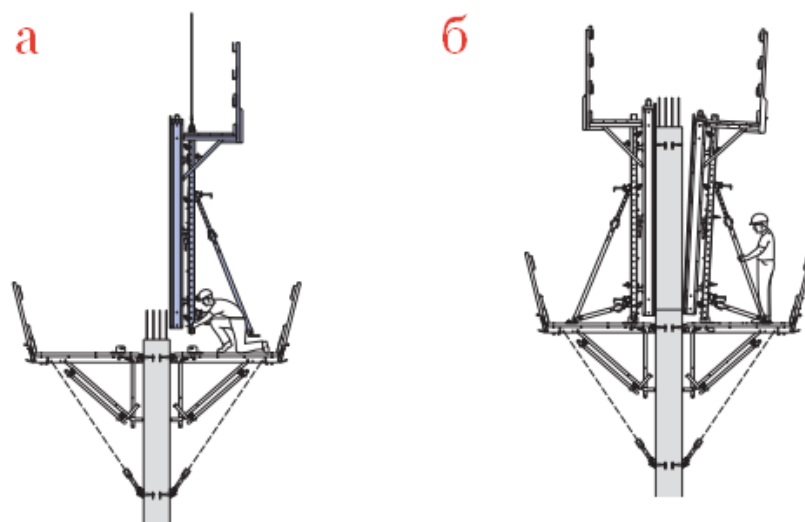


Рис. 3.8. Установка (а) и распулубливание (б) подъемно-переставной опалубки К [23]

Представляет собой трехкомпонентную систему, состоящую из силовых металлических ригелей, укрепляющих двутавровых балок и формообразующей поверхности — ламинированной фанеры толщиной 21 мм. Широкая номенклатура силовых ригелей позволяет с легкостью подобрать оптимальный комплект опалубки под любые конструктивные особенности строящегося объекта, а высокая несущая способность позволяет формировать конструктивные элементы больших высот.

Отличительными особенностями являются: идеальное качество поверхности; возможность формирования различных сечений колонн от 200×200 мм до 2×2 м стандартными элементами; возможность формирования колонн высотой до 18 м; высокая скорость монтажа/демонтажа опалубки; относительная дешевизна; собственное производство, позволяющее в кратчайшие сроки поставить опалубку на объект.

Рассмотрим более подробно *стальную крупнощитовую опалубку колонн PSK-DELTA* (ПСК-Дельта, 3 мм профиль). Щиты системы PSK-DELTA носят универсальный характер и эффективно используются для бетонирования колонн. Размеры щитов: ширина — 720, 800, 900, 1000 и 1200 мм; высота — 1200, 1500, 3000 и 3300 мм. Благодаря широкому диапазону размеров щитов можно без труда подобрать высоту опалубки колонны. В щитах имеются отверстия, расстояния между которыми кратны 50 мм, что весьма практично, поскольку дает возможность бетонировать колонны сечением от 200×200 мм до 1050×1050 мм в зависимости от ширины щита. Кроме того, система снабжена универсальным стяжным замком, который является единственной соединительной деталью, обеспечивая связность, ровность и плотность соединения. Отверстие для тяга конусной формы, поэтому проводить тяж

(диаметром до 20 мм) можно под углом 4° во все стороны, а также это облегчает очистку от бетона. Коническая втулка выполнена из стали. На высоту 3 м достаточно двух тяжей и двух универсальных замков.

Среди основных отличительных особенностей данного типа опалубки следует назвать следующие. Она производится согласно ГОСТ Р52085-2003, соответствует 1-му классу, что подтверждено сертификатом. Стальной замкнутый профиль 120×60 мм толщиной 3 мм с полимерным порошковым покрытием и сильные профильные траверсы обеспечивают высокое сопротивление кручению и несущую способность опалубки до 90 кН/м^2 .

В раме предусмотрены отверстия для погрузочно-разгрузочных работ и установлена березовая фанера (толщиной 18 мм), обладающая повышенной влагостойкостью, с плотностью ламинирующего слоя 220 г/м^2 , благодаря чему достигается высокое качество бетонной поверхности и длительный срок эксплуатации.

В дополнительной комплектации предусмотрена скоба, предназначенная для того, чтобы сделать работы с опалубкой более легкими. Кроме того, система дополнительно может комплектоваться распалубочными углами (для демонтажа внутренней опалубки шахты без ее разбора) и шахтными подмостями с гравитационной защелкой.

Опалубка «ПСК-Дельта» производится на современном роботизированном оборудовании. Порошковое покрытие, наносимое на раму в покрасочных камерах при температуре 300°C , увеличивает срок службы опалубки и облегчает ее очистку от бетона. В целях предотвращения расслоения при воздействии влаги на торцы по периметру фанера обработана специальным водоотталкивающим составом. При стыковке двух щитов рамы соприкасаются по двум точкам для облегчения распалубливания.

Данную систему можно применять как опалубку радиусных стен. В системе применяются комплектующие немецкой компании DIWIDAG (стяжные болты и гайки).

Стальная опалубка круглых колонн и пилонов PSK-DELTA. Щиты данной системы снабжены универсальным замком, поэтому в сочетании с удобной стальной опалубкой круглых колонн, подкосами и другими комплектующими производства фирмы DELTA их можно использовать для создания форм для любых круглых и овальных колонн и пилонов. При наращивании универсальных щитов есть возможность использовать универсальные выравнивающие замки и выравнивающие балки с крючками.

Опалубка круглых колонн DELTA, применяемых в гражданском строительстве с привлечением средств механизации, используется для формирования колонн диаметром 200...2000 мм. Элементы опалубки совместимы со стальной стеновой опалубкой PSK-DELTA, что в целом придает системе более универсальный характер.

Сегмент колонны по высоте может состоять из двух радиусных щитов весом 180 г либо четырех радиусных щитов весом 90 г. Производимые типоразмеры по высоте: 500, 1000, 1500 и 2000 мм. При использовании

комбинированного способа крепления конструкции оптимизируется количество комплектующих и сокращаются затраты на сборку. Благодаря специальным контактным пластинам ускоряются монтажные и демонтажные работы и работы по выравниванию щитов.

Таким образом, универсальная опалубочная система PSK-DELTA, позволяет решать любые задачи в области монолитного строительства.

Крупнощитовая опалубка колонн «Опрус-3» позволяет собирать колонны как постоянного, так и переменного сечения. Максимальное сечение универсальной колонны $0,6 \times 0,6$ м. Опалубка состоит из щитов следующих размеров: высота — 3000 мм и 3300 мм; ширина — 250...1200 мм. Также имеются универсальные щиты, которые применяют для формирования колонн переменного сечения, радиусных элементов для формирования стен круглых сооружений (стены с радиусом 1,5...30,0 м), шарнирных углов, доборных элементов для некратных стыков и саморазопалубочных лифтовых шахт. Кроме того, комплект опалубки включает клиновые и универсальные замки, подкосы, консоли для настила и стойки перил, выравнивающие балки, крановые захваты, шпильки и гайки производства немецкой фирмы DIWIDAG.

К одной из отличительных особенностей системы следует отнести наличие 12 резьбовых втулок в прямоугольных профилях перемычек рам щитов, которые дают возможность посредством использования универсального фиксатора DELTA стыковать к щитам стальной опалубки подкосы, площадки обслуживания, а также выравнивающие балки.

Универсальный замок позволяет применять доборный брус до 280 мм; на щитах имеются элементы безопасности в виде приваренных скоб.

Преимуществом данной опалубки является относительно малый расход комплектующих. Так, при монтаже опалубки на высоту 3 м используется всего три замка и три стяжных болта.

Рассматриваемая опалубка, что немаловажно, совместима с другими опалубочными системами.

Опалубка круглых колонн одноразовая «Монотьюб» производится из особо прочного картона методом многослойной спиральной навивки на металлический вал. В процессе производства крафт-картон пропитывается водостойким полимерным клеем, в результате чего после его затвердевания обеспечивается требуемая прочность. Характерно, что подобная опалубка из картона способна выдерживать давление свежего бетона, не уступая при этом по надежности стальной опалубке.

Внутренние диаметры одноразовой опалубки «Монотьюб» составляют 15...120 см, а ее высота не превышает 30 м. Диаметры опалубки — 150, 200, 220, 250, 280, 300, 310, 350, 400, 500, 585, 600, 650, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 и 1250 мм.

Что касается технических характеристик данной опалубки, то следует отметить возможность бетонирования колонн вместе с перекрытиями. Идеальная поверхность колонн обеспечивается посредством использования вкладыша из жесткой пленки ПВХ. Опалубка «Монотьюб» обладает

повышенной теплоизоляцией. После раскрытия опалубки с помощью разрывного скотча-молнии ее можно не удалять до окончания строительства.

Опалубка перекрытий. Для возведения перекрытий различают следующие виды опалубки: опалубка плоских перекрытий используется при заливке пролетов до 6 м, в качестве опалубки используют ригели вместе со щитами. Ригели устанавливают с передвижных подмостей, вышек тур или приставных лестниц с площадками [24]. По установленным ригелям укладывают щиты опалубки. Вместо щитов могут быть использованы строганные доски, древесностружечные плиты (ДСП), ламинированная фанера или другие материалы; опалубка ребристых перекрытий состоит из боковых щитов, высота которых равна высоте балок, и щитов днища. Раздвижная струбцина имеет специальные натяжные домкраты, с помощью которых обеспечивается плотное соединение вертикальных щитов опалубки и щитов днища балки; опалубка наклонных перекрытий характеризуется одной особенностью: кроме вертикальной нагрузки, на нее действует еще и горизонтальная, поэтому устанавливают опоры и связи, воспринимающие горизонтальную нагрузку. Опалубочную систему условно можно разделить на две основные части: опорная часть (поддерживающая система) и собственно сама «палуба», функциональная часть, куда заливается раствор бетона.

В зависимости от опорной части современные опалубки перекрытий делятся на несколько видов [25].

Опалубка перекрытий на телескопических стойках. Самый дешевый и наиболее трудоемкий процесс — это процесс опалубливания. Позволяет заливать перекрытия высотой до 4,5 м и толщиной 20...30 см. Для сборки опалубочной системы используют следующие комплектующие: тренога, стойка телескопическая (домкрат опалубки), унвилка, балка деревянная, ламинированная фанера (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Опалубка перекрытий на телескопических стойках

Невысокая изначальная стоимость оборудования сочетается с большим объемом работ при каждой перестановке системы (то есть при переходе на каждый новый этаж). Это оправдано при работе с мало-этажными зданиями или при постоянно изменяющейся конфигурации помещений и небольшой высоте межэтажных перекрытий. Большая парусность конструкции,

трудоемкость, малая скорость и неустойчивость являются дополнительной платой за невысокую стоимость.

Опалубки перекрытий на объемных стойках. Данная опалубка позволяет заливать перекрытия типа «прямой стол», перекрытия, усиленные железобетонной балкой, а также перекрытия с капителями (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Опалубки перекрытий на объемных стойках

Также возможна расстановка объемных стоек отдельными турами и блоками. Характеризуется способностью воспринимать различные нагрузки в зависимости от массы, формы и конфигурации находящейся сверху конструкции.

Опалубка перекрытий на опорных лесах. Она устроена сходным с предыдущей опалубкой образом, только вместо стоек используются рамные либо клиновые опорные леса. Характеризуется повышенной надежностью и максимальной устойчивостью к нагрузкам. Позволяет возводить горизонтальные конструкции любой высоты и уровня сложности. Прочность конструкции зависит от таких факторов, как горизонтальные и ветровые нагрузки, крепежные промежутки между вертикальными стойками и высота всего сооружения. Например, опорные леса под опалубку и системы опалубки перекрытий LAYNER — это незаменимое решение везде, где требуется повышенная несущая способность при колоссальных нагрузках, будь то строительство и ремонт мостов, обслуживание энергоустановок, замена опор зданий или бетонно-укладочные работы. При помощи специальных деталей стальные опорные леса ALLROUND комбинируются в более прочные конструкции, позволяющие выдерживать нагрузки в десятки тонн. Несущая способность опор зависит от таких факторов, как горизонтальные и ветровые нагрузки, крепежные промежутки между вертикальными стойками и высота сооружения.

Опалубка перекрытий на рамах. Опалубка перекрытий на рамах подразумевает наличие в системе конструкции, имеющей высокие нагрузочные

характеристики и устойчивость. С помощью рам возможно опалубить перекрытия до 60 м, а взаимозаменяемость рам позволяет применять одно и то же оборудование как при строительстве жилых помещений, так и при возведении сложных инженерных конструкций (рис. 3.11).

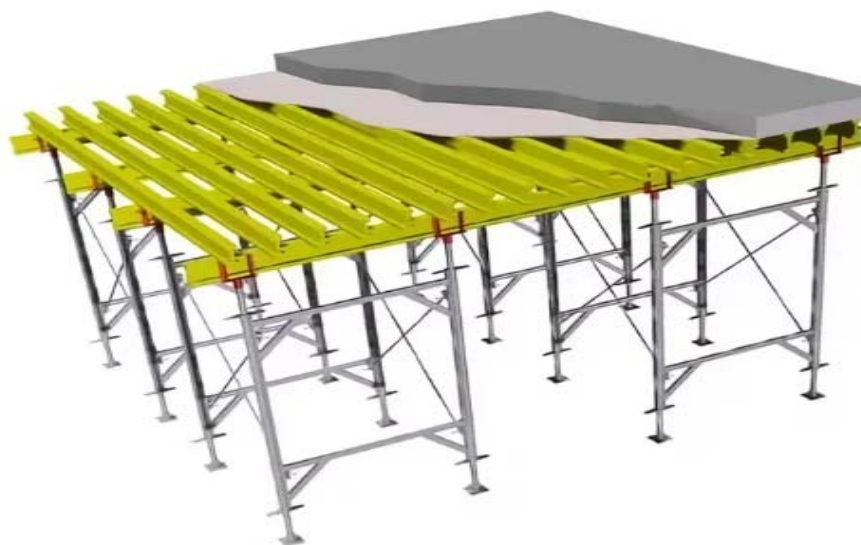


Рис. 3.11. Опалубка перекрытий на рамах

Рамную опалубку перекрытий различают по материалам, из которых она изготовлена.

Алюминиевые рамы. Невысокая сравнительная стоимость и недостижимые для стоек нагрузочные характеристики вкуче с феноменальной устойчивостью и гибкостью системы снискали рамной алюминиевой опалубке широкое признание со стороны строителей. Опалубка перекрытий на алюминиевых рамах собирается из отдельных плоских рам, соединенных между собой крестовыми связями. При помощи вставки и скобы их можно устанавливать в несколько ярусов для безопасного проведения работ на большой высоте;

Стальные рамы. В последнее время появились системы, основанные на опорных лесах и/или так называемых объемных стойках. По сути, это стальные рамы, поэтому эти системы можно отнести к данной группе.

Опалубка перекрытий на столах. Данная группа также должна подразделяться на системы алюминиевых (легкосплавных) столов и системы стальных столов:

Алюминиевые столы. Наиболее распространена система столов MODULEX — это система, позволяющая опалубивать большие площади и, главное, производить перенос столов без их демонтажа. Такая методика позволяет существенным образом сократить сроки строительства. Кроме того, данная система обладает непревзойденной устойчивостью, что уменьшает риск вреда здоровью рабочих.

Столовая опалубка на основе систем с «падающей головкой». Данная система представляет собой, по сути, опалубку перекрытий на телескопических стойках, оборудованных дополнительно устройством, облегчающим процесс

распалубливания и позволяющим производить демонтаж поля одновременно, не снимая палубу с второстепенных балок. Распространение получили два конкурирующих инженерных решения: TYSSON-HYNEBECK — снабжает стойки унивилками особой конструкции, фиксирующими как сами стойки, так и балки, закрепленные в них; RINGER — предлагает использовать стойки и специальную главную балку, обеспечивающую и расслабление конструкции, и фиксацию второстепенных балок. Такая система несколько дешевле и менее трудоемка в применении.

Технологичность опалубочных систем характеризуется их оборачиваемостью и трудозатратами на их монтаж и демонтаж. Приведем трудозатраты на монтаж и демонтаж различных опалубочных систем при устройстве монолитных плит перекрытий зданий с разными в плане конфигурациями (рис. 3.12), выполненных на основании исследований [25, 26].

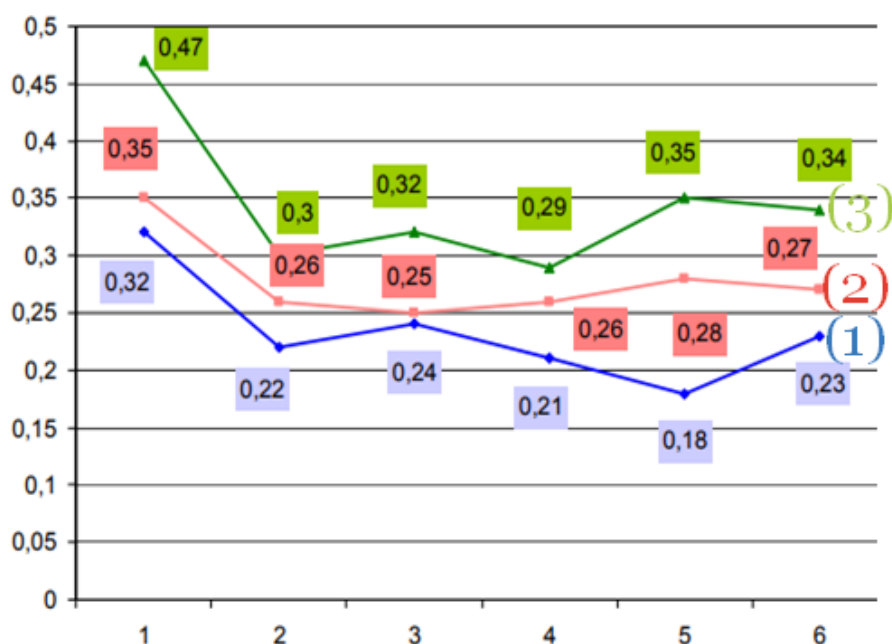


Рис. 3.12. Трудозатраты на устройство опалубки монолитных перекрытий для зданий прямоугольных в плане (1); трапециевидного (2) и сложного (3) очертаний:

1 — конструкции ЦНИИОМТП; 2 — фирмы MEVA; 3 — фирмы OUTINORD; 4 — фирмы ALUMA SYSTEMS; 5 — несъемная опалубка из тонких железобетонных плит; 6 — то же, из стального профнастила (горизонтальная ось) [2]

Антиадгезионные смазки и антиадгезионные полимерные покрытия используются с целью снижения адгезии опалубки к бетону, а также для уменьшения распалубочных усилий и устранения дефектов лицевой поверхности бетона при распалубке.

Готовую к употреблению смазку следует наносить на поверхность опалубки тонким слоем (в расчете 20...50 г/м²). Можно использовать любой способ нанесения смазки, однако более предпочтительным является распыление пульверизатором при давлении 0,3...1,0 МПа (3...10 атм.).

В процессе использования той или иной смазки важно соблюдать рекомендации производителя. Непосредственно перед применением необходимо

проверять качество смазки, в том числе нужно проверить, не оставляет ли она следы на бетонных поверхностях.

Следует обратить внимание, что недопустимо попадание смазки на арматуру и бетон рабочего шва. Еще один важный момент заключается в том, что время с момента нанесения смазки на поверхность опалубок и до момента бетонирования должно быть не более времени рабочего состояния, которое указано в технологической документации, предоставляемой изготовителем смазки.

Выбор смазок следует производить по эксплуатационным показателям в соответствии с [27].

3.2. Технология возведения монолитных стен ядра жесткости, колонн и перекрытий

Для возведения ядер жесткости высотных и уникальных зданий, в качестве которых выступают лифтовые блоки, применяют специальные самоподъемные и подъемно-переставные опалубочные системы, технологические особенности которых кратко рассмотрены в первом параграфе данной главы. Опалубка монолитных лифтовых шахт должна допускать распалубку замкнутых внутренних участков стены и иметь рабочую площадку внутри шахты.

Итак, подъемно-переставная опалубка используется, как правило, для возведения ядра жесткости строящегося высотного объекта и монолитных наружных стен. Ее применение дает возможность выполнять работы на значительной площади. Благодаря одновременному перемещению подъемно-переставных подмостей и опалубки в едином блоке можно обойтись без такого «промежуточного» этапа, как складирование опалубки при переходе с захватки на захватку по высоте.

Схема устройства подъемно-переставной опалубки приведена на [рис. 3.13](#). Как видим, опалубка такого типа состоит из следующих базовых элементов: внутренних и наружных опалубочных панелей; навесных подмостей для бетонирования; рабочих подмостей; и, наконец, нижних подмостей.

В комплекте подъемно-переставной опалубки используется любая инвентарная опалубочная система, предназначенная для возведения монолитных стен.

Для перемещения опалубки на другую захватку ([рис. 3.14](#)) используют специальный грузоподъемный кран. Последовательность работ такова:

- демонтаж внутренних опалубочных панелей;
- отрыв от бетона наружных панелей;
- удаление оконных проемообразователей;
- перемещение с помощью грузоподъемных кранов блока опалубки с подмостями на следующую захватку и фиксация в анкерном механизме;
- армирование монолитной конструкции;
- монтаж оконных проемообразователей, внутренних и наружных опалубочных панелей.

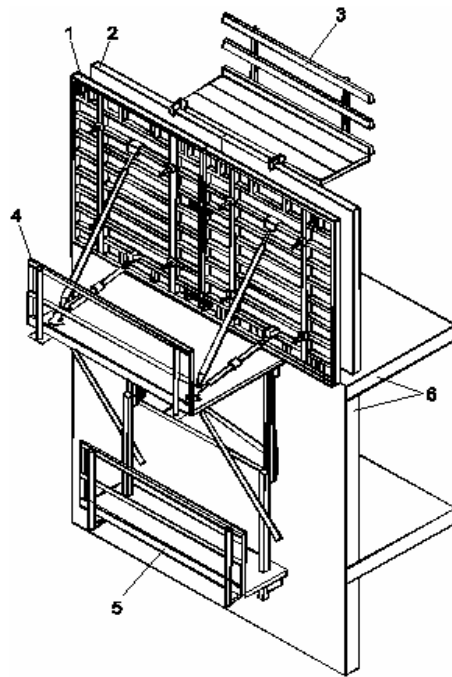


Рис. 3.13. Схема устройства подъемно-переставной опалубки наружных стен:
 1 — наружная опалубочная панель; 2 — внутренняя опалубочная панель; 3 — навесные подмости;
 4 — рабочие подмости; 5 — нижние подмости; 6 — монолитные конструкции [20]

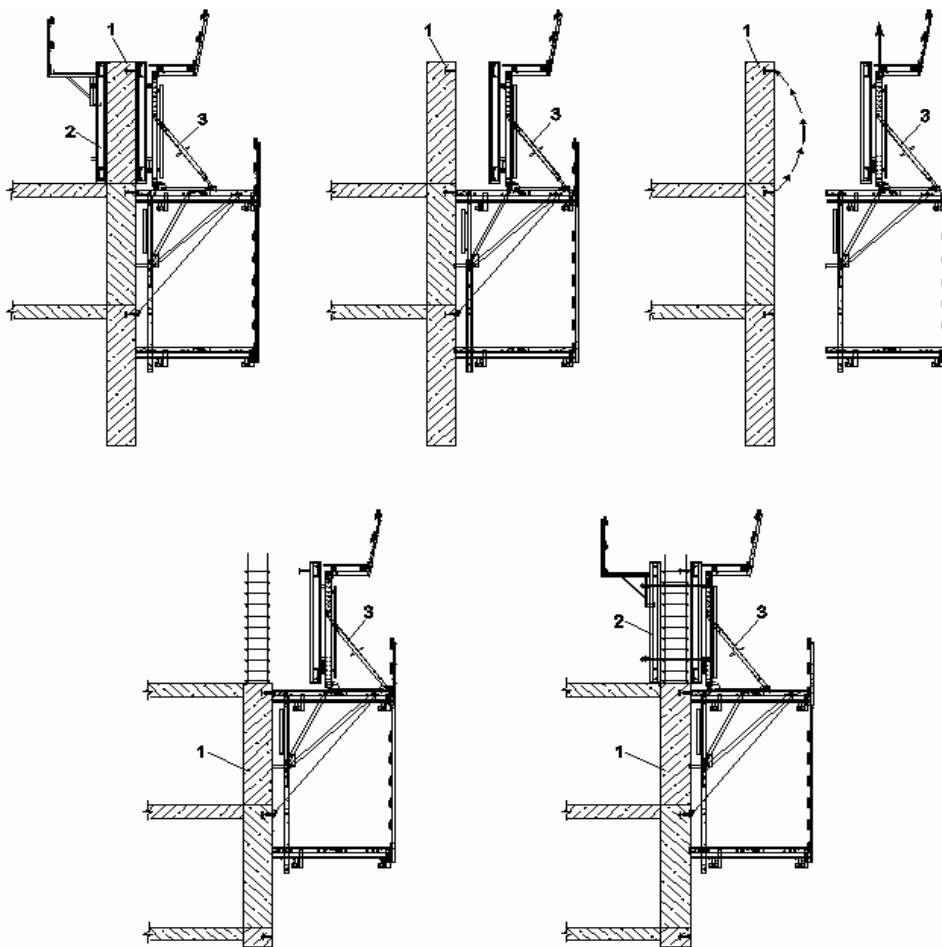


Рис. 3.14. Схема перемещения подъемно-переставной опалубки на следующую захватку:
 1 — монолитные конструкции; 2 — внутренняя опалубочная панель;
 3 — наружная опалубочная панель [20]

Назначение анкерных элементов опалубки заключается в обеспечении надежного крепления подъемно-переставной опалубки к забетонированной конструкции.

При возведении ядра жесткости подъемно-переставная опалубка используется в комплекте с внутренним блоком опалубки шахты лифта и с шахтными подмостями. При этом опалубочная система (рис. 3.15) должна включать следующие основные элементы:

- Г-образные внутренние блоки из щитов опалубки;
- разъемные внутренние углы;
- наружные опалубочные панели;
- рабочую площадку опалубки шахты лифта с самофиксирующимися упорами;
- навесные подмости для бетонирования;
- рабочие подмости;
- нижние подмости;
- дверные проемообразователи.

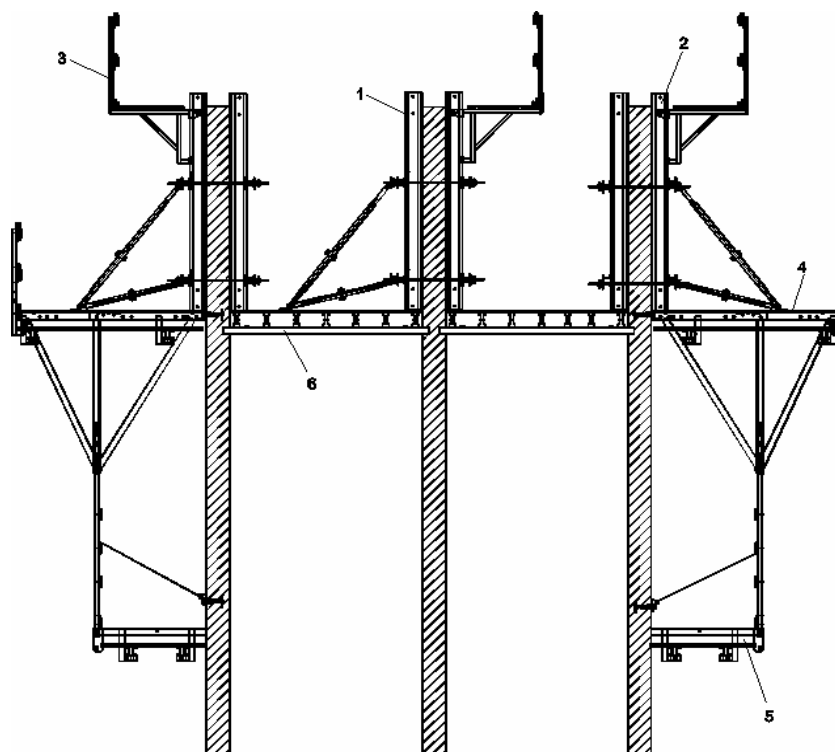


Рис. 3.15. Схема устройства подъемно-переставной опалубки лифтового блока: 1 — внутренние блоки из щитов опалубки; 2 — наружная опалубочная панель; 3 — навесные подмости для бетонирования; 4 — рабочие подмости; 5 — нижние подмости; 6 — рабочая площадка шахты лифта с самофиксирующимися упорам [20]

Благодаря подъемно-переставной опалубке лифтового блока можно возводить ядра жесткости строящегося высотного объекта, опережая возведение каркаса на несколько этажей.

Монолитные конструкции возводятся с использованием опалубки подъемно-переставного типа, которая перемещается вертикально по направляющим балкам, тем самым обеспечивая безопасный монтаж при предельно

допустимых скоростях ветра на высоте благодаря анкерному креплению к зданию направляющих балок, закрепленных к наружным стенам с помощью анкерных устройств, с перемещением по ним опалубочного блока.

Опалубка перемещается на другую захватку по высоте по направляющим балкам. При этом используется грузоподъемный кран. В целом, последовательность данного процесса такова (рис. 3.16):

- демонтируют внутренние опалубочные панели;
- отрывают наружные опалубочные панели от стены на расстояние 20...40 см;
- с помощью грузоподъемного крана блок опалубки по направляющим балкам поднимают на следующую захватку. Направляющая балка перемещается вверх между гравитационными механизмами.

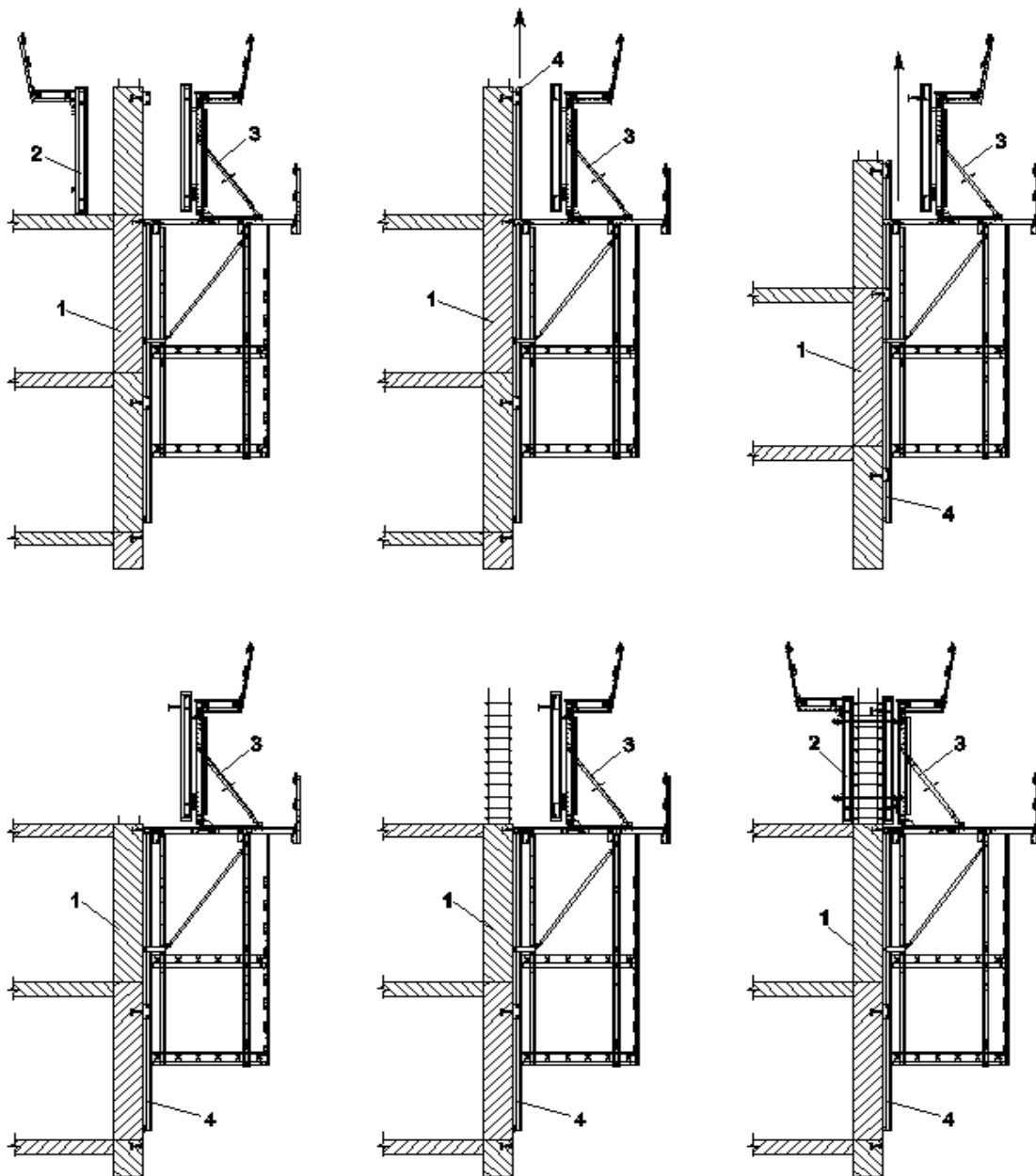


Рис. 3.16. Схема перемещения подъемно-переставной опалубки по направляющим балкам: 1 — монолитная стена; 2 — внутренняя опалубочная панель; 3 — наружная опалубочная панель; 4 — направляющие балки [20]

Когда опалубка перешла на следующую захватку, гравитационный механизм надежно фиксирует ее блок на нужной отметке (рис. 3.17). Конструкцию армируют, после чего выполняют монтаж наружных опалубочных панелей и в случае необходимости — оконных проемообразователей. Затем монтируют внутренние опалубочные панели, после чего, наконец, конструкцию бетонируют.

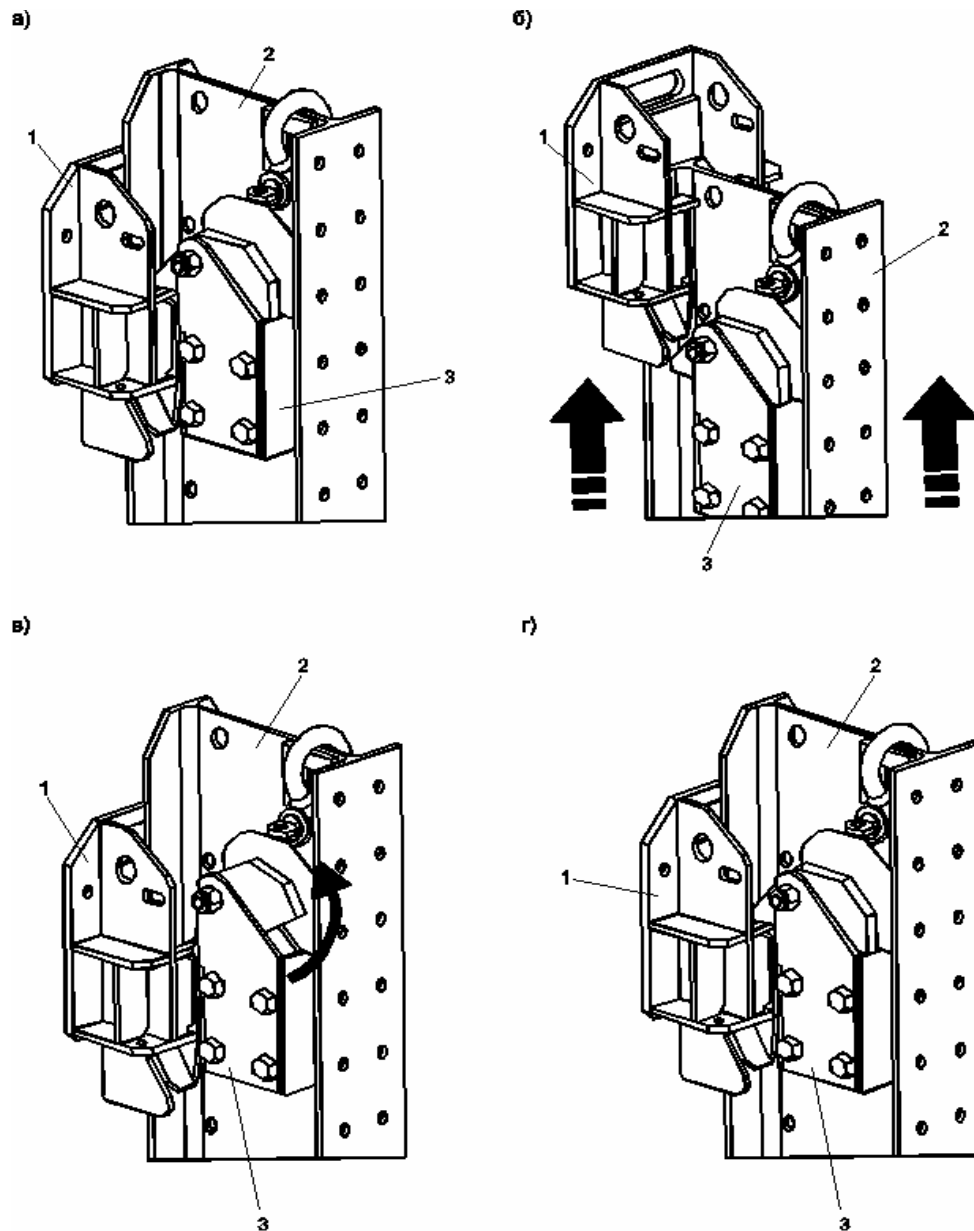


Рис. 3.17. Последовательность перемещения опалубки по направляющим балкам: а — блок в исходной позиции; б — поднятие краном модульного элемента по направляющим балкам; в — поворот гравитационной защелки; г — блок опалубки зафиксирован в новой позиции:
1 — навесной башмак; 2 — направляющая балка; 3 — гравитационный механизм [20]

Строительство высотных объектов предполагает использование направляющих балок с защитными ограждениями и передвижными подмостями. Защитное ограждение по контуру фронта работ (рис. 3.18) служит мерой обеспечения безопасности рабочих, занятых на строительстве, в том числе и от негативного влияния атмосферных факторов.

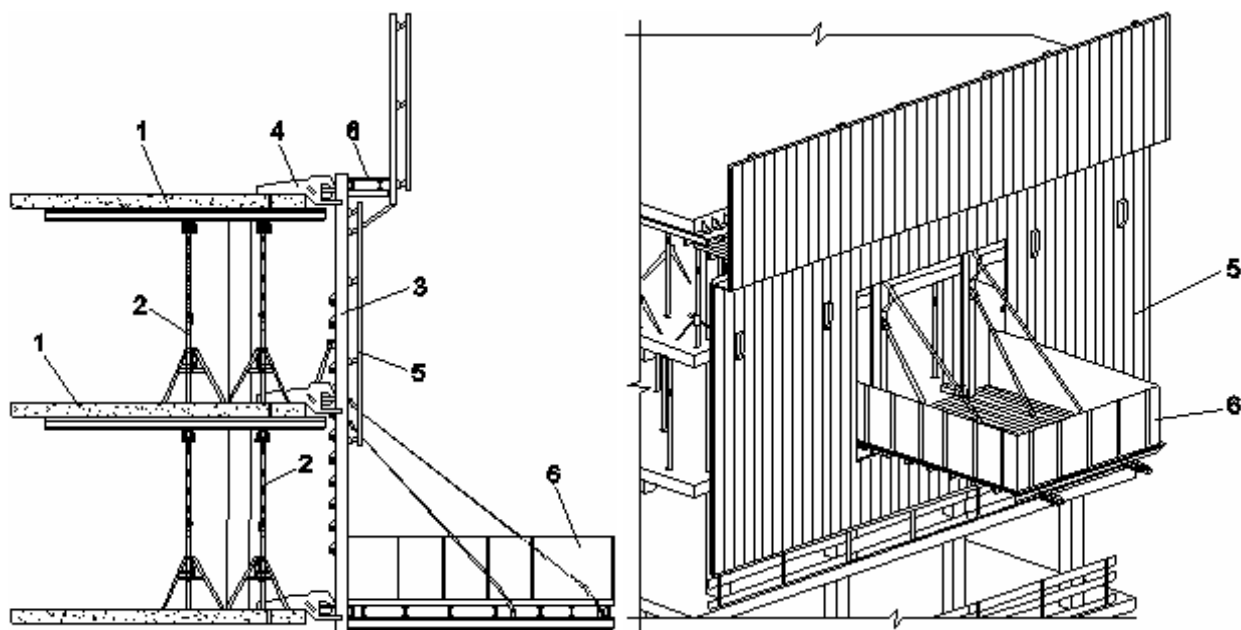


Рис. 3.18. Схема устройства защитного ограждения по контуру фронта работ:
 1 — монолитная плита перекрытия; 2 — телескопическая стойка; 3 — направляющие балки; 4 — анкерный узел; 5 — защитное ограждение; 6 — подмости [20]

Для возведения прямоугольных колонн рекомендуется применять веерную опалубку колонн. При сечении колонн более 900×900 мм применяют щитовую опалубку с установкой тяжей. Круглые и овальные колонны возводятся в опалубке круглых колонн, состоящей из двух сегментов, соединяемых специальными винтовыми замками, или в веерной опалубке со специальными вкладышами (рис. 3.19).

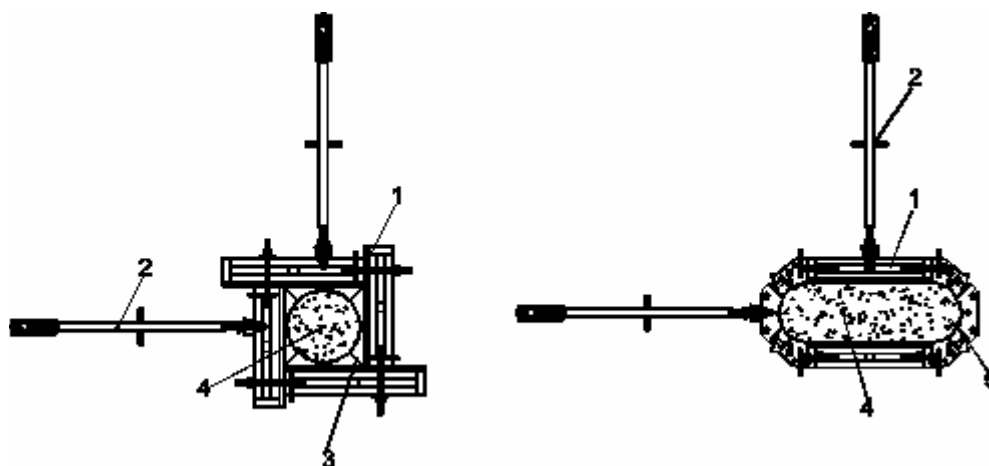


Рис. 3.19. Схемы опалубки круглых и овальных колонн: 1 — щиты веерной опалубки колонн; 2 — подкос; 3 — индивидуальный вкладыш; 4 — монолитная колонна; 5 — сегмент опалубки круглых колонн

Монолитные перекрытия возводят в опалубке на основе телескопических стоек (рис. 3.20) или опорных башен.

Перекрытие необходимо возводить, используя опалубку с падающей головкой телескопической стойки, у которой в качестве формообразующего элемента выступает облегченный опалубочный щит. Такой тип опалубки

перекрытий целесообразен при строительстве высотных объектов, поскольку обеспечивает экономию площади этажа, занятую под складирование опалубки. Тем не менее очень важно при выборе опалубочной системы учитывать нагрузки на телескопические стойки. Чем выше высота стойки, тем меньше должна быть нагрузка на один квадратный метр опалубки. Допустимые нагрузки на телескопические стойки А300, А350 системы «МОДОСТР» приведены в [прил. 17](#). При выборе опалубочных систем необходимо руководствоваться также рекомендациями, приведенными в [27], в частности методикой расчета технологических параметров опалубки перекрытия.

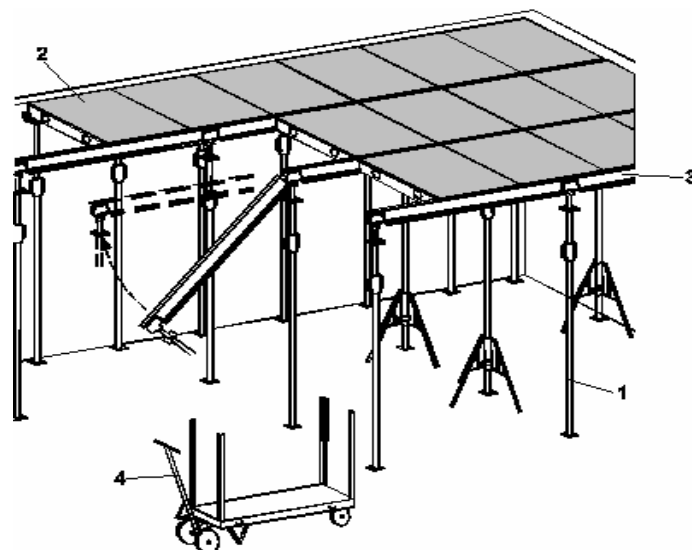


Рис. 3.20. Схема опалубки перекрытий на основе телескопических стоек с падающими головками: 1 — телескопическая стойка с падающей головкой; 2 — щит опалубки перекрытий; 3 — продольная балка; 4 — тележка для транспортирования щитов опалубки перекрытий [27]

При строительстве монолитных каркасных зданий необходимо применять метод вязки арматуры в построечных условиях. Следует особо подчеркнуть, что использование современных опалубочных систем исключает любые сварочные работы, поскольку в процессе сварки повреждается поверхность палубы, что, как очевидно, существенно снижает качество лицевой поверхности бетона.

Арматурные каркасы и сетки заводского изготовления разрешается применять в случае соответствующего технико-экономического обоснования.

Арматурные работы состоят из следующих операций:

заготовка арматурных стержней и изделий;

укрупнительная сборка пространственных арматурных каркасов;

установка готовых каркасов и сеток в опалубку;

установка арматуры отдельными стержнями в опалубку и вязка каркаса.

Бесперебойность процесса монтажа обеспечивается благодаря тому, что арматура поставляется на строительный объект комплектами, т. е. в распоряжение строителей поступают все ее типоразмеры. На объекте складировать арматуру нужно таким образом, чтобы в любой момент имелся доступ к нужным деталям. При этом необходимо создать запас арматуры

в достаточном для бесперебойной работы объеме (речь идет о как минимум трехсменной потребности).

Участок заготовки арматуры, укомплектованный требующимся оборудованием, должен располагаться в зоне действия крана. Участок рассчитывается с учетом хранения не более чем 10-дневного запаса. Детальная схема разрабатывается в составе ППР. В случае выпадения атмосферных осадков (дождя, снега) складированную арматуру необходимо накрывать брезентом.

В процессе транспортировки и при подаче краном пространственные каркасы в местах потенциальных повреждений требуется усиливать временными деревянными или металлическими креплениями.

Установка арматуры при возведении монолитных стен и колонн. Монолитные железобетонные конструкции возводят, используя два способа укладки арматуры — укладка либо отдельными, либо укрупненными (каркасами и сетками) элементами.

На рабочую площадку арматура подается только комплектно. В первую очередь проверяют основные размеры опалубки, а затем уже начинают раскладывать элементы. Если требуется, до укладки арматуры в опалубку ее очищают и выпрямляют.

Для вязки арматуры стен и колонн используют переставные подмости. Прежде чем приступить к установке арматуры, выполняют, пользуясь шаблоном, разметку монолитные стены, что необходимо для определения мест расположения вертикальных и горизонтальных стержней. Рабочий-арматурщик прибавляет к опалубке вертикальный шаблон, в соответствии с которым затем крепят горизонтальные стержни.

Согласно ГОСТ 5781, для вязки арматуры надо использовать вязальную проволоку диаметром 1,6 мм. Допускается применять предварительно отожженную стальную проволоку диаметром 1...2 мм из корда шин и др.

Армирование плит. Предварительно необходимо очистить опалубку, удалив с нее наледь, снег, грязь и прочий мусор. После этого палубу смазывают тонким слоем специальной смазки, для чего используют распылитель.

Далее выполняют разметку места укладки стержней арматуры.

Затем приступают к укладыванию и вязке нижней сетки плиты, установке дополнительных каркасов в зоне колонн. Верхнюю арматуру устанавливают на арматурные столики. Как уже отмечалось выше, чтобы обеспечить проектный защитный слой бетона, устанавливают пластмассовые фиксаторы, при этом использование подкладок из обрезков арматуры, деревянных брусков и щебня строго запрещено.

Последовательность монтажа укрупненных арматурных элементов определяется исходя из условий производства работ. Сборка арматуры плит укрупненными элементами подразумевает укладку готовых сварных плоских сеток или сеток, поставляемых в рулонах, которые далее раскатывают на опалубке и закрепляют в проектном положении.

Когда стержни арматуры соединяют без помощи сварки, смещение стыков должно составлять не менее 1,5 расчетной длины анкеровки. Необходимо

обеспечить касание стыкуемых стержней между собой. Удаление их друг от друга допустимо, но на величину как минимум 40 мм. Схема соединения стержневой арматуры без сварки приведена на рис. 3.21.

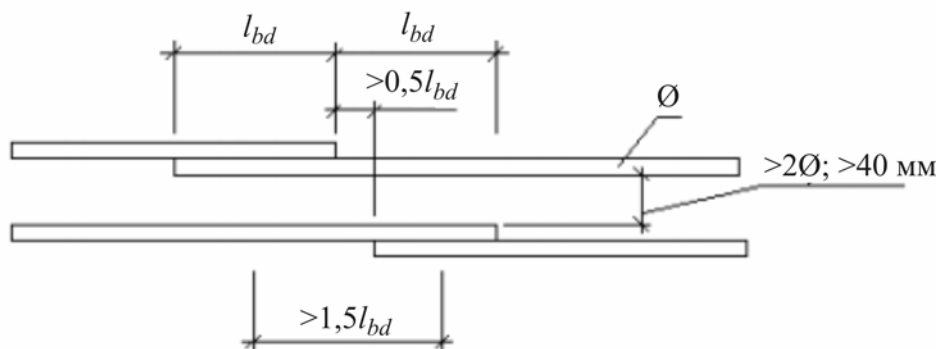


Рис. 3.21. Схема соединения стержневой арматуры без сварки

Схема соединения арматурных сеток без сварки в направлении рабочей арматуры приведена на рис. 3.22.

Когда выполняется стык рабочей арматуры сеток из гладких стержней, необходимо, чтобы приварка на длине перепуска арматуры l_{bd} составляла как минимум два поперечных стержня (рис. 3.22, а). В том случае когда речь идет о стыке рабочей арматуры сеток с рифленой поверхностью, поперечные стержни могут отсутствовать (рис. 3.22, б).

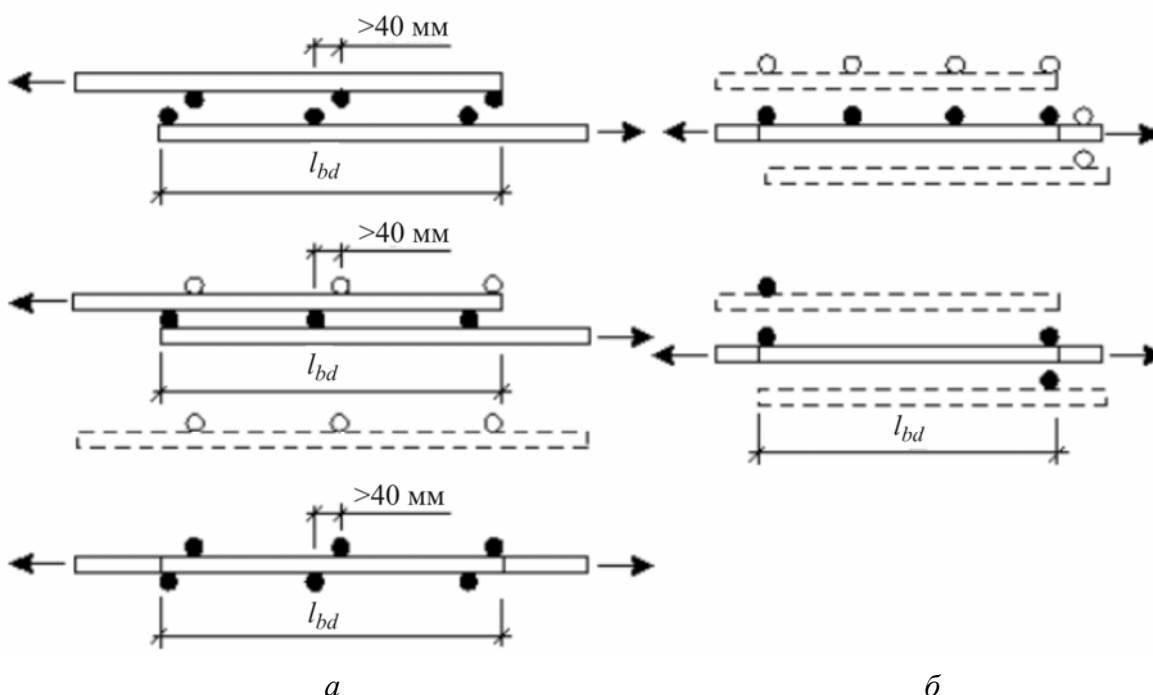


Рис. 3.22. Схема соединения арматурных сеток без сварки в направлении рабочей арматуры: а — из гладких стержней; б — из рифленых стержней

Схемы соединения арматурных сеток без сварки в направлении распределительной арматуры приведены на [рис. 3.23](#).

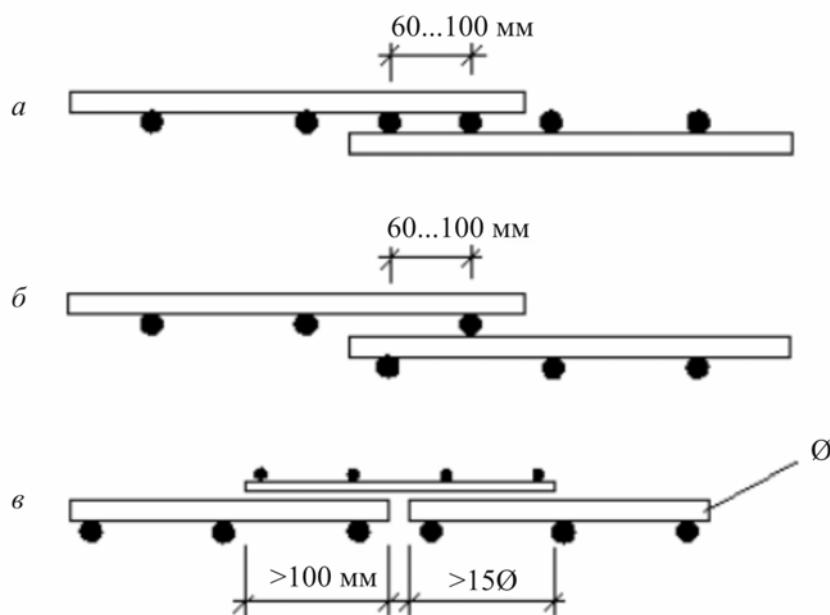


Рис. 3.23. Схемы соединения арматурных сеток без сварки в направлении распределительной арматуры: *а* — при диаметре распределительной арматуры 4 мм и менее; *б* — то же более 4 мм; *в* — при применении стыковой сетки с перепуском

Если диаметр рабочей арматуры равен или превышает 16 мм, разрешается выполнять стыковку арматурных изделий без нахлеста, но при условии использования над сечением примыкания стыковой сетки с перепуском в каждую сторону, который должен составлять не менее 15 диаметров распределительной арматуры и не менее 100 мм (рис. 3.23, *в*). В остальных случаях стыки следует выполнять с перепуском (длина нахлеста считается равной расстоянию между осями крайних рабочих стержней), в зависимости от диаметра распределительной поперечной арматуры (рис. 3.23, *а*, *б*). Так, при диаметре 4 мм и менее перепуск должен быть на 50 мм; при диаметре свыше 4 мм — на 100 мм.

С целью фиксации арматуры в опалубке в стенах и колоннах должны использоваться фиксаторы защитного слоя. Как правило, наиболее целесообразно применение самофиксирующих пластмассовых фиксаторов.

Армирование колонн следует выполнять без использования сварных или вязаных каркасов с поперечной арматурой из отдельных стержней на каждой плоскости каркаса, поскольку в процессе монтажа острые кромки поперечной арматуры наносят механические повреждения фанерной палубе опалубки колонн. Для пространственных каркасов необходимо при проектировании колонн применять гнутые хомуты.

Осуществляя вязку верхнего ряда арматуры плит перекрытия, используют временные пешеходные мостики или настилы.

В процессе строительства высотных и уникальных зданий бетонную смесь в большинстве случаев укладывают при помощи бетононасоса или способом «кран — бадья». В случае необходимости допускается использовать оба этих способа одновременно. При бетонировании первых трех

этажей строящегося объекта необходимо применять автобетононасосы с распределительной стрелой (рис. 3.24).

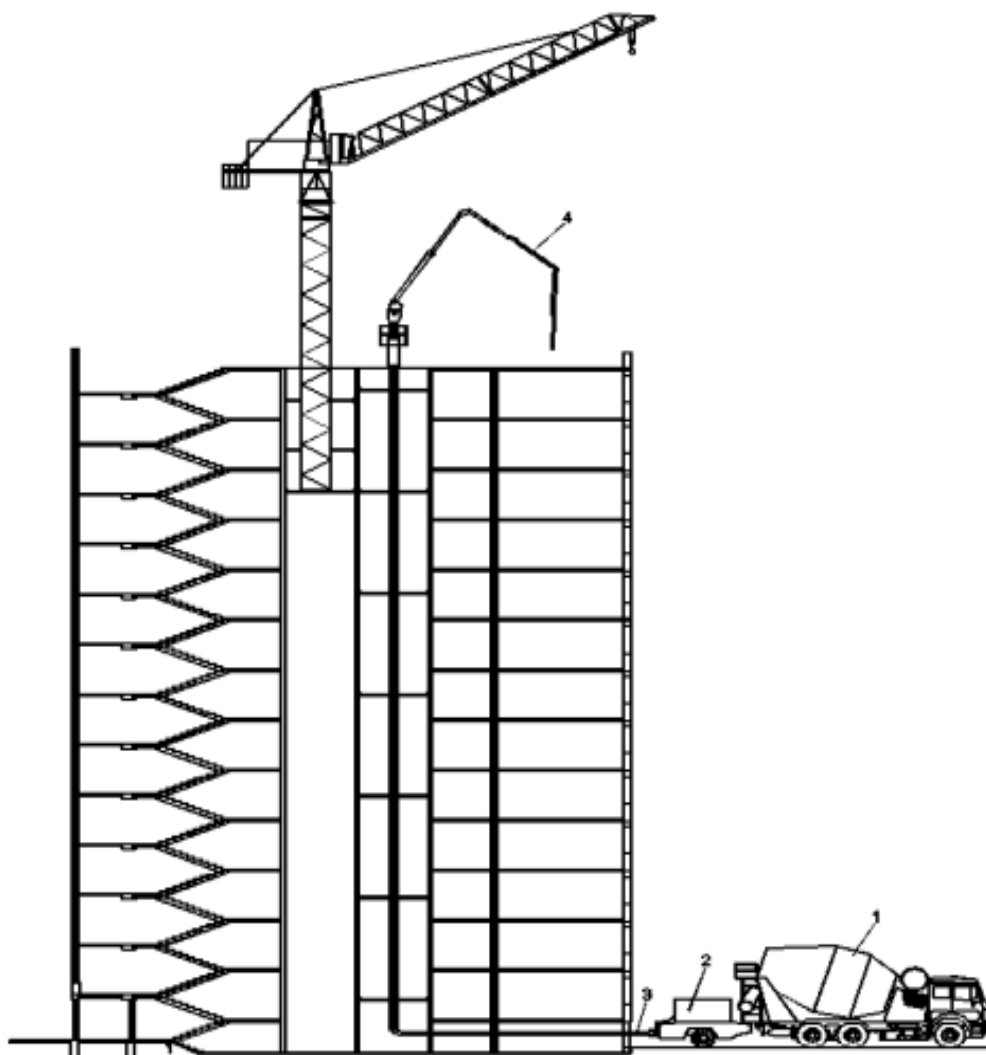


Рис. 3.24. Схема подачи бетонной смеси бетононасосом: 1 — автобетоносмеситель; 2 — бетононасос; 3 — бетоновод; 4 — автономная распределительная стрела

Как видно из схемы на рис. 3.24, стационарный бетононасос, предназначенный для подачи бетонной смеси, включает такие составные элементы, как бетоновод и автономная распределительная стрела [прил. 18]. Способ подачи и укладки бетонной смеси определяется на стадии разработки ППР или технологических карт.

Бадьи, используемые для приема бетонной смеси, должны быть снабжены герметичными и регулируемыми затворами. Кроме того, следует использовать бадьи именно с боковой выгрузкой смеси, так как арматурные выпуски из опалубки стен и колонн препятствуют укладке бетонной смеси в опалубку. Также для обеспечения заливки бетонной смеси в опалубку и защиты наружной поверхности щитов от загрязнений смесью на опалубке стен и колонн устанавливаются специальные съемные фанерные лотки. На [рис. 3.25](#) приведена схема укладки бетонной смеси в опалубку способом «кран — бадья».

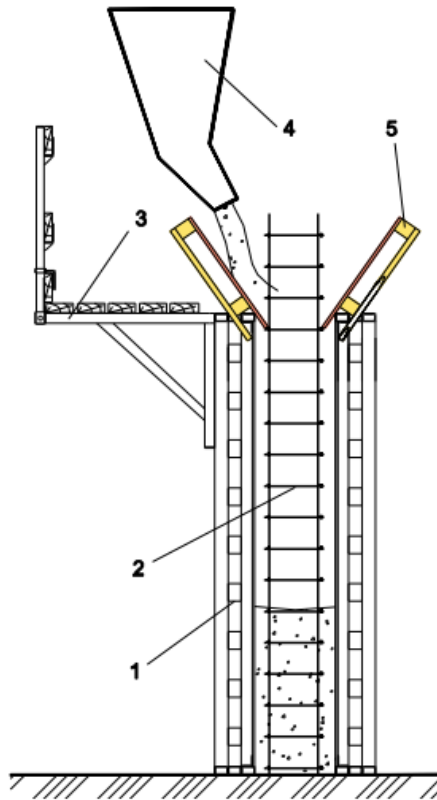


Рис. 3.25. Схема укладки бетонной смеси в опалубку способом «кран — бадья»:
 1 — щит опалубки; 2 — арматурный каркас с выпусками; 3 — подмости для бетонирования; 4 — бадья с боковой выгрузкой; 5 — съемные фанерные лотки [27]

При возведении высотных и уникальных зданий применяют приставные и самоподъемные краны [прил. 19].

Приставные краны имеют высоту подъема крюка до 100...150 м; треугольные или квадратные жесткие диски, закрепляющие башню крана к каркасу здания через 15...25 м, устанавливаются на земле вне контура здания (рис. 3.26, а и рис. 3.27).

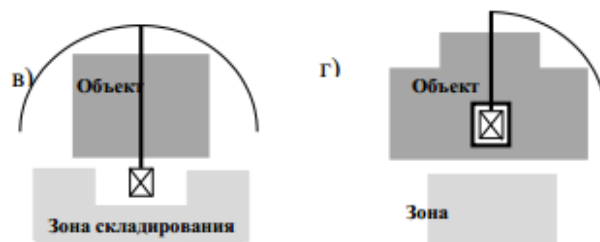


Рис. 3.26. Схемы установки кранов при возведении зданий с монолитным каркасом: а — приставной кран с наружной части здания; б — приставной кран в ядре жесткости здания

В зданиях высотой свыше 150 м применяют самоподъемные краны, размещаемые вне габаритов возводимого здания (рис. 3.26, б и рис. 3.28).

Для самоподъемных кранов высота здания практически не ограничивается, устанавливаются внутри контура здания и опираются на смонтированные конструкции. Краны передвигаются вверх по мере выполнения крановой сборки и крепятся к каркасу здания (рис. 3.29).

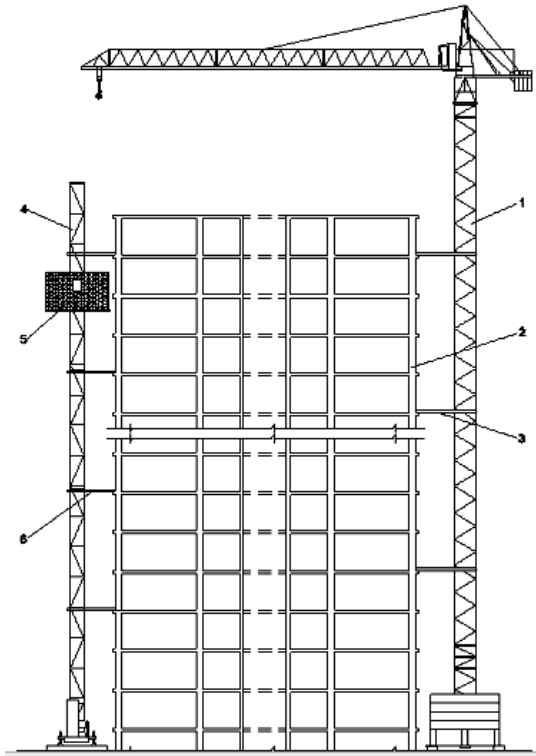


Рис. 3.27. Схема установки приставного башенного крана и грузопассажирского подъемника: 1 — кран; 2 — каркас возводимого здания; 3 — монтажные связи крана; 4 — мачта подъемника; 5 — грузопассажирская кабина подъемника; 6 — монтажные связи подъемника [27]

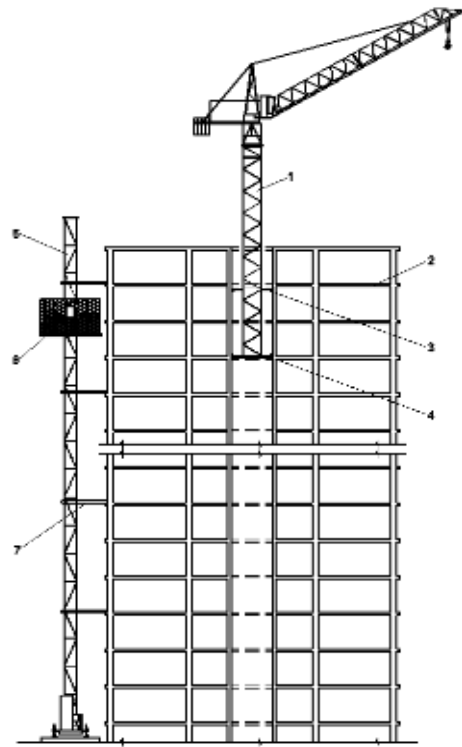


Рис. 3.28. Схема установки самоподъемного башенного крана и грузопассажирского подъемника: 1 — кран; 2 — каркас возводимого здания; 3 — промежуточные опоры крана; 4 — нижняя опора крана; 5 — мачта подъемника; 6 — грузопассажирская кабина подъемника; 7 — монтажные связи подъемника [27]

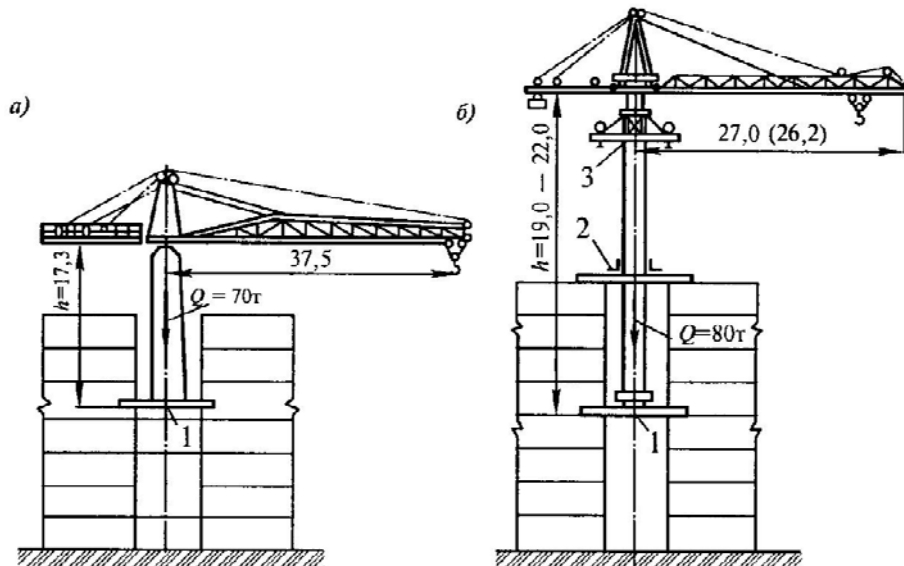


Рис. 3.29. Схемы самоподъемных кранов для монтажа высотных зданий: а — краны типа УБК с защемлением в горизонтальной плоскости; б — краны типа СБК с защемлением в вертикальной плоскости: 1 — нижняя опора; 2 — верхняя опора для восприятия горизонтальных реакций; 3 — подвижная обойма для самоподъема крана на следующую стоянку

Для выбора крана необходимо определить требуемые технические параметры. При существующем многообразии типов и марок кранов довольно сложной задачей является выбор схем работы и марок монтажных кранов, наиболее приемлемых в данных конкретных условиях.

Исходными данными при выборе кранов являются габариты и объемно-планировочное решение здания, параметры и рабочее положение грузов, метод и технология монтажа, условия производства работ.

При этом рассматриваются как базовые модели кранов, так и их модификации с различными видами сменного оборудования. Выбор кранов зависит от множества факторов, основные из которых высота и ширина здания, габариты и масса поднимаемых элементов, минимальное расстояние от стены здания или бровки котлована до оси крана и т. п. Выбору предшествует определение организационных методов монтажа, характеризующих направление и последовательность установки элементов.

Выбор кранов производят в два этапа: 1) подбирают типы и марки кранов по техническим характеристикам, отвечающим предъявляемым требованиям; 2) определяют экономически наиболее выгодный вариант.

При выборе кранов аналитическим методом, с дальнейшим технико-экономическим обоснованием необходимо руководствоваться рекомендациями, приведенными в [28—30], в [28] приведены также примеры их выполнения.

3.3. Контрольные вопросы

1. Какие опалубочные системы применяются для возведения монолитных стволон ядер жесткости высотных и уникальных зданий?
2. Из каких основных элементов состоит конструкция самоподъемной опалубочной системы?
3. В каких случаях применяются подъемно-переставные опалубки и чем они отличаются от самоподъемной опалубки?
4. Какие опалубочные системы применяются для формирования колонн диаметром 200...2000 мм?
5. Чем отличается опалубка перекрытий на телескопических стойках от опалубки перекрытий на объемных стойках?
6. Чем отличается столовая опалубка на основе систем с «падающей головкой» от обычной опалубки перекрытий на телескопических стойках?
7. Какими показателями характеризуется технологичность опалубочных систем?
8. Почему при армировании конструктивных элементов монолитных каркасных зданий следует применять способ вязки арматуры в построечных условиях?
9. Чем отличается приставной башенный кран от самоподъемного и в каких случаях применяется самоподъемный кран?
10. Что необходимо учитывать при определении технических параметров приставных и самоподъемных кранов?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возведение высотных и уникальных зданий представляет собой сложный комплексный процесс, при этом долговечность и надежность эксплуатации зданий во многом зависят от принятых организационно-технологических решений именно на стадиях проектирования и строительства.

Возведение монолитных высотных и уникальных зданий с неповторяющимися и оригинальными формами требует не только теоретических знаний, но и умения на практике применить высокотехнологичные опалубочные системы, инновационные технологии возведения отдельных конструктивных элементов зданий.

Многообразие применяемых машин, механизмов, вспомогательных устройств, которые используются при строительстве высотных и уникальных зданий в различных климатических условиях, требует творческого подхода, так как решения, эффективные в одних условиях, могут оказаться неприемлемыми в других.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамян С. Г., Гнатюк Д. В.* Сборные и сборно-монолитные каркасные системы высотных зданий с плоскими плитами перекрытия [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Наукоедение». 2017. Т. 9. № 1. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/83TVN117.pdf> (дата обращения : 01.09.2017).
2. Развитие монолитного строительства и современные опалубочные системы // С. Г. Абрамян, А. М. Ахмедов, В. С. Халилов, Д. А. Уманцев // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: архит. и стр-во. 2014. № 36(55). С. 231—240.
3. *Абрамян С. Г., Ахмедов А. М.* Современные опалубочные системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. URL: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> (дата обращения : 01.09.2017).
4. Cost analysis for sustainable off-site construction based on a multiple-case study in China / С. Mao, F. Y. Xie, L. Hou, P. Wu, J. Wang, X. Y. Wang // Habitat International. 2016. Vol. 57. Pp. 215—222.
5. Высокие решения. Современные технологии в строительстве небоскребов [Электронный ресурс]. URL: http://www.gazeta.ru/realty/2013/11/06_a_5740893.shtml (дата обращения : 01.09.2017).
6. Конструктивные решения высотных зданий [Электронный ресурс]. URL: http://rospipe.ru/tekh_info/tekhnicheskie-stati/proektirovanie-zdaniy-i-sooruzheniy/konstruktivnye-resheniya-vysotnykh-zdaniy/ (дата обращения : 01.09.2017).
7. *Шулятьев О. А.* Фундаменты высотных зданий // Вестник ПНИПУ. Сер.: стр-во и архит. 2014. № 4. URL: <file:///C:/Users/USER/Downloads/.pdf> (дата обращения : 01.09.2017).
8. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов [Электронный ресурс] / Российская академия архитектуры и строительных наук. М., 2014. URL: http://www.teht.ru/1lib_norma_doc/45/45107/ (дата обращения : 01.09.2017).
9. Ограждение котлованов методом «стена в грунте» [Электронный ресурс]. URL: http://www.msogeostroy.ru/page/ograzhdenie_kotlovanov_metodom_stena_v_grunte/ (дата обращения : 01.09.2017).
10. СТО-ГК «Трансстрой»-013-2007. Нагельное крепление котлованов и откосов в транспортном строительстве [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200077310> (дата обращения : 01.09.2017).
11. *Сула Н. А.* Способы крепления ограждающих конструкций широких котлованов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. № 2. С. 9—13.
12. СТП 014-2001. Конструкция и технология сооружения траншейных стен в грунте для объектов транспортного строительства [Электронный ресурс] / Корпорация «Трансстрой». М. : 2001. URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/11/11240/index.htm> (дата обращения : 01.09.2017).

13. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов и др. ; под общ. ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. М. : Стройиздат, 1985. 480 с.

14. СТО НОСТРОЙ 2.5.74-2012. Устройство «стены в грунте». Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ. М. : БСТ, 2014. 85 с.

15. СП 49.13330.2010. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования [Электронный ресурс]. URL: <http://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-174596> (дата обращения : 01.09.2017).

16. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Электронный ресурс]. URL: <http://sniprf.ru/sp70-13330-2012> (дата обращения : 01.09.2017).

17. Технологическая карта 123-05 ТК. Технологическая карта на монтаж и демонтаж опалубки «МЕВА» при бетонировании стен здания (системы «АЛУ СТАР» и «СТАР ТЕК») [Электронный ресурс]. URL: standartgost.ru/g/ (дата обращения : 01.09.2017).

18. Технология возведения монолитных зданий. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений» для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» [Электронный ресурс]. М. : МГСУ, 2009. URL: mgsu-e19.narod.ru/039/M_TVZIS.pdf (дата обращения : 01.09.2017).

19. Технология строительных процессов. Технология устройства монолитной плиты [Электронный ресурс]. URL: <http://www.promppm.ru/tehnologija-stroitel-nyh-processov-chast-1/glava-6-tehnologiya-ustrojstva-fundamentov/6-3-tehnologiya-ustrojstva-monolitnoj-plity.html> (дата обращения : 01.09.2017).

20. Технический кодекс ТКП 45-1.03-109-2008 (02250) установившейся практики. Высотные здания из монолитного железобетона. Правила возведения [Электронный ресурс] / Мин-во архит. и стр-ва Республики Беларусь. Минск, 2008. URL: docviewer.yandex.ru/view/0/?*=LdRQ1ybehSQ0Q6ZsTmGAhZlgDgN7InVybCI6Imh0dHA6Ly9uZWZveC5vcmcvZC82ODkzNjcvZC90a3AtNDUtMS4wMy0xMDktMjAwOC0tdnlzb3RueWUtemRhbml5YS5kb2MiLCJ0aXRzZSI6InRrcC00NS0xLjAzLTE (дата обращения : 01.09.2017).

21. Опалубка гидравлическая самоподъемная для ядер жесткости зданий [Электронный ресурс]. URL: promstroysever.ru/page998.html (дата обращения : 01.09.2017).

22. Подъем опалубки без крана при любых погодных условиях [Электронный ресурс]. URL: peri-kz.all.biz/platformy-samopodemnye-gg1061871 (дата обращения : 01.09.2017).

23. Подъемно-переставная опалубка К [Электронный ресурс]. URL: https://www.doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999715020_2016_01_online.pdf (дата обращения : 01.09.2017).

24. Современные технологии возведения монолитных конструкций в опалубочных системах [Электронный ресурс]. URL: http://www.belniis.by/sites/default/files/markovskiy_m.f_sovremennye_tehnologii_vozvedeniya_monolitnyh_konstrukciy_v_opalubochnyh_sistemah.pdf (дата обращения : 01.09.2017).

25. *Зиневич Л. В., Галумян А. В.* Некоторые организационно-технологические особенности современного скоростного монолитного домостроения // Вестник МГСУ. 2009. № 1 (Спецвыпуск). С. 29—30.

26. *Амбарцумян С. А., Мартиросян А. С., Галумян А. В.* Нормы выполнения опалубочных работ при скоростном монолитном домостроении // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 2. С. 39—41.

27. Технический кодекс ТКП 45-5.03-20-2006 (02250) установившейся практики. Монолитные каркасные здания [Электронный ресурс] / Мин-во архит. и стр-ва Республики Беларусь. Минск, 2006. URL: http://minskprofstroy.by/attachments/article/79/TKP_45-5.03-

20-2006_Monolitnye_karkasnye_zdanija._Pravila_vozvedeniya.pdf (дата обращения : 01.09.2017).

28. *Соколов Г. К.* Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций : учеб. пособие. М. : МГСУ, 2002. 180 с.

29. *Абрамян С. Г., Бурлаченко О. В., Чердниченко Т. Ф.* Технология и организация монтажа железобетонных конструкций зданий и сооружений : учеб. пособие. Волгоград : ВолгГАСУ, 2011. 167 с.

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

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Анкерный болт — крепежная деталь, забетонированная в монолитную конструкцию или заложённая в кирпичную кладку и служащая для соединения строительных изделий и конструкций, а также крепления оборудования.

Арматурные изделия — сетки, каркасы, закладные детали, извлечённые из арматуры.

Арматурные работы — комплекс работ по изготовлению, укладке в форму или установке на место бетонирования арматурных элементов железобетонных конструкций.

Балка — горизонтальная несущая конструкция зданий и сооружений, имеющая опору в двух или более точках. Балка, перекрывающая один пролет и имеющая две опоры, называется разрезной. Балка, перекрывающая несколько пролетов и имеющая несколько опор, называется неразрезной многопролетной.

Башмак — нижняя часть опорной колонны для равномерного распределения давления на основание.

Бетонирование безопалубочное — бетонирование при укладке бетонной смеси «в распор», например при ленточных фундаментах, при торкретировании и др.

Бетонирование непрерывное — способ, применяемый при возведении массивных гидротехнических сооружений или конструкций. Сочетание непрерывного способа транспортирования и укладки бетонной смеси с приготовлением ее на заводах непрерывного действия позволяет организовать непрерывно-поточное бетонирование сооружений. Применяются два способа непрерывного транспортирования бетонной смеси — ленточными конвейерами или бетононасосами.

Бетонные работы — работы, выполняемые при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений из бетона. Бетонные работы включают приготовление бетонной смеси, доставку ее на строительную площадку, подачу, распределение и уплотнение смеси в форме (опалубке), уход за схватывающимся (свежеуложенным) бетоном, контроль качества бетонных работ (испытание образцов на прочность, водонепроницаемость, морозостойкость и пр.).

Бетоноотделочная машина — машина для отделки поверхности свежеуложенного бетонного покрытия.

Бетоны — группа строительных материалов, представляющих собой искусственный камень, состоящий из затвердевшей смеси вяжущих веществ (цемент, битум и т. д.), воды, заполнителей (песок, гравий, щебень, шлак) и различных добавок.

Бетоны конструкционные — применяются в несущих и ограждающих конструкциях зданий и сооружений. К ним относятся тяжелые бетоны (ср. пл. 2200...2500 кг/см³), легкие (1200...2000 кг/см³) и ячеистые (600...1000 кг/см³).

Вспомогательные технические средства — в непосредственном возведении конструкций не задействованы, но способствуют этому (подмости для работы на высоте, лестницы-стремянки, монтажные площадки, траверсы и стропы и др.). В состав вспомогательных технических средств входят различные оснастки, предназначенные для обеспечения сохранности при перевозке, хранении на складе и непосредственно на рабочем месте контейнеров, кассет, бункеров, струбцин, баллонов с газом, емкостей с жидкими веществами и др.

Вылет крюка крана — расстояние по горизонтали между осью вращения поворотной платформы крана и вертикальной осью, проходящей через центр крюковой обоймы грузового крюка.

Выработка — количество строительной продукции, выпущенной за единицу времени (обычно за 1 ч или за смену).

Габарит строительный — предельные внешние очертания или размеры конструкций, зданий, сооружений, устройств, ограничивающие занимаемые ими место и объем в пространстве. Габарит определяет возможность безопасного перемещения какого-либо предмета относительно других. На железнодорожном транспорте различают габарит подвижного состава и габарит приближения строений (зданий, сооружений, устройств) к железнодорожным путям.

Гибкие стропы — стропы из стальных канатов, используемые при подъеме легких колонн, балок, плит, стеновых панелей, контейнеров и др. Выполняются универсальными и облегченными в зависимости от технологического назначения — одно-, двух-, четырех- и шестиветевыми.

Гидроизоляция — защита конструкций, зданий и сооружений от воздействия на них воды и других жидкостей, а также средства, применяемые для этих целей.

Глубина заложения фундамента — расстояние от вертикальной планировки земли до подошвы фундамента.

Горизонт монтажный — плоскость, проходящая через опорные площадки несущих конструкций на каждом этаже или ярусе строящегося здания. На монтажный горизонт переносят опорные точки разбивочных осей, закрепленных на исходном горизонте.

Греющая опалубка — форма для отливки бетонных изделий (термоактивная) в зимнее время при температуре воздуха до -40 °С. Греющая опалубка состоит из стальных опалубочных щитов, в которых установлены трубчатые электрические нагреватели или нагревательный кабель.

Грузозахватные устройства — приспособления в виде гибких стальных канатов, различных систем траверс, механических и вакуумных захватов для подъема строительных конструкций. Они должны обеспечивать простую и удобную строповку и расстроповку элементов, надежность зацепления или захвата, исключающую возможность свободного отцепления и падения груза, должны быть испытаны пробной статической или динамической нагрузкой, превышающей их паспортную грузоподъемность.

Деформация здания — изменение формы и размеров, а также потеря устойчивости (осадка, сдвиг, крен и др.) здания под влиянием различных нагрузок и воздействий.

Документация — совокупность документов, оформленных по единым правилам. Применяются различные виды документации.

Документация графическая — документация, представляемая в виде графиков, диаграмм; здесь описываются в текстово-графической форме сведения об объекте.

Документация исполнительская — совокупность документов, фиксирующих процесс производства строительных и монтажных работ и техническое состояние строительного объекта (исполнительные схемы и чертежи на инженерные конструкции, схемы приемки выполненных и скрытых работ, акты промежуточной приемки отдельных элементов работ, журналы производства работ, операционного контроля, авторского надзора и др.). Предъявляется при приемке объекта в эксплуатацию и используется в процессе будущей эксплуатации.

Документация нормативно-справочная (нормативно-техническая) — совокупность официальных документов, содержащих определенные правила, стандарты, нормы, нормативы и условия, СНиП и другие нормативные документы, утвержденные органами госнадзора, министерствами и ведомствами. К нормативно-справочной документации относятся также инструкции, указания, руководства, положения обязательного или рекомендательного характера, отражающие специфику отдельных видов строительства. Нормативные документы регламентируют деятельность предприятий и правомерность их решений в соответствующих областях деятельности на всех этапах инвестиционного цикла (изыскания, проектирование, строительство, реконструкция, ремонт и т. п.).

Документация организационно-технологическая — часть проектно-сметной документации, обосновывающая решения по технологии, организации работ и строительства.

Разработка организационно-технологической документации обычно ведется в две стадии: на первой разрабатывают ПОС — проект организации строительства, на второй — ППР — проект производства работ. Разрабатывают ППР по заказу строительной организации генпроектировщики или специализированные проектно-технологические организации, а в ряде случаев сами строительные организации (подрядчики).

Документация рабочая — часть проектно-сметной документации, разрабатываемая на стадии «рабочая документация» и используемая непосредственно на строительных площадках при возведении объектов.

Естественное основание — состоит из грунтов природного сложения.

Железобетонные конструкции — элементы зданий и сооружений, выполненные из железобетона. Различают монолитные, сборные и сборно-монолитные.

Забой — нижний горизонт траншеи или буровой скважины, который в процессе разработки грунта перемещается по принятому в проекте направлению выработки.

Заготовительные процессы — подготовительные работы по обеспечению строящихся объектов полуфабрикатами, деталями и изделиями. Выполняются на специализированных предприятиях (заводах сборного железобетона, заводах товарного бетона и др.) и в условиях строительной площадки (приобъектные бетонорастворные узлы, арматурные цехи и др.).

Заготовительные работы — заготовка и производство строительных и эксплуатационных материалов, организация складов.

Замоноличивание стыков — процесс превращения в монолит зоны сопряжения двух или более сборных железобетонных конструкций или их элементов. Достигается скреплением выпусков арматуры или закладных деталей (преимущественно сваркой) с последующим заполнением стыковой полости бетонной смесью или раствором.

Заполнение (заливка) швов и трещин — технологическая операция введения в паз шва или трещины герметика (мастики) для обеспечения их водонепроницаемости.

Захватка — часть участка застройки, здания, сооружения, в пределах которого выполняются все частные строительные процессы, входящие в технологический комплекс работ. При ритмичных потоках размер захватки назначается с приблизительно равными на данном и последующих за ним участках (секция, полсекции) объемами работ. При этом темпы перехода бригад, выполняющих различные работы, равны ритму потока. Местоположение границ захваток увязывается с конструктивным решением здания или сооружения.

Захваты — устройства для беспетельного подъема монтируемых элементов. Конструктивно захваты выполняют механическими, электромагнитными и вакуумными.

Звено — группа рабочих (одной или нескольких профессий), наименьшая численность которой обуславливается рациональной организацией труда при выполнении определенного строительного процесса.

Здание — наземное строительное сооружение с помещениями для проживания и (или) деятельности людей, размещения производств, хранения продукции или содержания животных.

Земляные работы — комплекс строительных работ, включающий выемку (разработку) грунта, перемещение его и укладку с разравниванием и уплотнением грунта. Цель производства земляных работ — создание инженерных сооружений из грунта (плотин, дорог, каналов, траншей и т. д.), устройство оснований зданий и сооружений, планировка территорий под застройку, удаление земляных масс для вскрытия месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Искусственное основание — состоит из уплотненных, закрепленных или замененных грунтов.

Кавальер (фр. cavalier) — насыпь, образуемая при отсыпке ненужного грунта, а также для временного хранения грунта, обратной засыпки траншей и фундаментов.

Комплексная бригада — бригада, объединяющая рабочих различных профессий и специальностей, занятых выполнением одновременно протекающих основных и вспомогательных процессов, находящихся в непосредственной организационной зависимости и связанных единством конечной продукции. В комплексную бригаду обычно включается не более 50 рабочих разных профессий и специальностей, объединенных в специализированные звенья.

Комплексно-механизированный процесс — строительный процесс, все основные работы которого производятся машинами, а некоторые вспомогательные операции могут выполняться с помощью механизированного инструмента. При этом все машины увязаны между собой по производительности и основным параметрам с таким расчетом, чтобы обеспечивались высокая производительность труда, наименьшая стоимость, лучшие показатели использования основных машин и сокращение сроков производства работ.

Комплексный процесс — совокупность одновременно осуществляемых простых процессов, находящихся между собой в непосредственной организационной зависимости и связанных единством конечной продукции, например, монтаж колонн, балок и ферм каркаса здания.

Конструктивная система здания — взаимосвязанная совокупность вертикальных и горизонтальных несущих конструкций здания, которые совместно обеспечивают его прочность, жесткость и устойчивость.

Конструктивная схема здания — вариант конструктивной системы по признакам состава и размещения в пространстве основных несущих конструкций (продольному, поперечному, смешанному).

Конструктивные части зданий или сооружений — части зданий и сооружений, которые образуют структурно неделимый многофункциональный элемент (основание, фундамент, несущие и ограждающие конструкции, полы, проемы, кровля, отделочные покрытия, инженерные сети и устройства).

Леса строительные — многоярусная конструкция для размещения рабочих и материалов непосредственно в зоне производства СМР на разных горизонтах.

Монолитная траншейная «стена в грунте» — разновидность «стены в грунте», сооружаемой в траншее требуемой ширины и глубины способом армирования и бетонирования под защитой суспензии.

Монтаж (фр. *montage*) — сборка и установка сооружений, конструкций, технологического оборудования, агрегатов, машин, аппаратов из готовых частей (узлов) и элементов.

Монтаж с транспортных средств — организация монтажных работ с подачей основных конструкций, особенно крупногабаритных и тяжелых, непосредственно к месту монтажа транспортными средствами по часовому графику. Для организации монтажа с транспортных средств необходимо обеспечить изготовление, укрупнительную сборку и выдачу конструкций с заводов-изготовителей в соответствии с графиком монтажа, а также диспетчерскую связь между объектом и заводом.

Монтажная технологичность — характеристика технологичности подсистемы монтажа конструкций при определенных ограничениях со стороны других подсистем.

Монтажно-укладочные процессы — процессы, которые заключаются в переработке, изменении формы или придании новых качеств материальным элементам строительных процессов и обеспечивают получение продукции строительного производства.

Монтажные работы — совокупность производственных операций по установке в проектное положение и соединению в одно целое элементов строительных конструкций, деталей трубопроводов, узлов технологического оборудования. Монтажные работы включают в себя монтаж строительных конструкций (металлических, железобетонных и деревянных); монтаж санитарно-технических систем (водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и др.); монтаж электротехнических устройств; монтаж технологического оборудования.

Монтажный раствор — строительный раствор, предназначенный для заполнения швов между панелями, блоками и другими крупными элементами при монтаже зданий и сооружений из готовых сборных конструкций и деталей.

Надежность в строительстве — способность организационных, технологических, экономических решений обеспечивать достижение заданного результата строительного производства в условиях случайных возмущений, присущих строительству как сложной вероятностной системе. Показатель (уровень) надежности возведенного отдельного объекта или комплекса объектов может быть выражен аналитически через вероятность выполнения СМР с определенной продолжительностью, трудоемкостью, стоимостью и другими показателями в пределах запроектированных величин.

Надежность организационно-технологическая — способность организационных, технологических и экономических решений с заданной вероятностью обеспечить достижение заданного результата функционирования системы строительного производства в условиях случайных возмущений, присущих строительству.

Норма времени — количество рабочего времени, необходимого для производства единицы доброкачественной продукции рабочим соответствующей профессии и квалификации, выполняющим работу в условиях правильной организации труда и производства.

Норма выработки — количество доброкачественной продукции, которое должен выработать за единицу времени при данных средствах труда рабочий соответствующей профессии и квалификации, работающий в условиях правильной организации труда и производства.

Норма машинного времени — количество рабочего времени машины, которое должно быть затрачено на создание единицы доброкачественной машинной продукции в условиях рационального использования машины, а также правильной организации труда и производства.

Норма производительности машины — количество доброкачественной продукции, вырабатываемой машиной в единицу времени при правильной организации труда и производства.

Нулевой цикл — комплекс работ по строительству подземной части здания. Включает вертикальную планировку, отрывку котлована, забивку свай; устройство фундаментов и стен подвала, ростверков, вводов и выпусков инженерных коммуникаций; гидроизоляцию подземной части стен, монтаж перекрытий, обратную засыпку пазух котлована.

Обноска — специальное приспособление, применяемое на строительной площадке при выносе осей здания и их закреплении.

Оборачиваемые материалы (опалубка, крепление и т. п.) — материалы и изделия, применяемые в соответствии с технологией строительного производства по несколько раз при выполнении отдельных видов работ. Неоднократная их оборачиваемость учтена в сметных нормах и составляемых на их основе расценках на соответствующие конструкции и виды работ.

Обратная засыпка — засыпка вынутым грунтом выемок и пазух, оставшихся в выемках после возведения конструкций или прокладки коммуникаций.

Объект строительства — отдельно стоящее здание (производственный корпус или цех, склад, вокзал, овощехранилище, жилой дом, клуб и т. п.) или сооружение (мост, платформа, тоннель, плотина и т. п.) со всеми относящимися к нему обустройствами (галереями, эстакадами и т. п.), оборудованием, мебелью, инвентарем, подсобными и вспомогательными устройствами, а также, при необходимости, с прилегающими к нему инженерными сетями и общеплощадочными работами (вертикальная планировка, благоустройство, озеленение и т. п.).

Огнестойкость — способность конструкций и изделий в течение определенного времени выдерживать без разрушения воздействие высоких температур.

Ограждения — инвентарные устройства, ограждающие рабочие места на высоте для предотвращения падения человека. Относятся к средствам коллективной защиты работающих. Ограждения устанавливаются на высоте 1,3 м и более в местах наиболее вероятного падения строителей: по периметру покрытия здания и его междуэтажных перекрытий. С открытых сторон лестничных маршей и площадок, оконных проемов; у шахт лифтов на монтажном горизонте и их дверных проемов. По функциональному назначению ограждения подразделяются на защитные, служащие для предотвращения непреднамеренного доступа человека к границе перепада по высоте; страховочные, обеспечивающие удержание человека при потере им устойчивости вблизи границы перепада по высоте; сигнальные, предназначенные для обозначения опасной зоны, в пределах которой имеется опасность падения с высоты.

Ограничитель — извлекаемый (инвентарный) или постоянный (оставляемый) технологический элемент монолитной траншейной «стены в грунте», формирующий стык между ее захватками.

Опалубка — форма, в которую укладывают арматуру и бетонную смесь при возведении бетонных и железобетонных конструкций. Изготавливается из дерева, металла, железобетона, пластмасс и других материалов. Наиболее распространены разборно-переставная, объемно-блочная и скользящая (подвижная) опалубки.

Опалубочные работы — работы по заготовке, установке и разборке опалубки.

Опасная зона — пространство, в котором возможно воздействие на человека опасного и (или) вредного производственного фактора.

Опора глубокого заложения — фундамент, сооружаемый без устройства котлована. Применяют в мостостроении, гидротехническом строительстве, при строительстве промышленных сооружений с большими сосредоточенными нагрузками. Опоры глубокого заложения, как и свайные фундаменты, устраивают погружением в грунт предварительно изготовленных на поверхности конструкций или заполнением выработанной в грунте скважины.

Оптимизация — процесс выбора наилучшего варианта из возможных; процесс приведения системы в наилучшее (оптимальное) состояние.

Организация строительного производства — функциональная система, включающая объекты строительства, ресурсы для их возведения (временные, трудовые, материальные, денежные), а также ограничения и правила взаимодействия ресурсов (последовательность, направление, совмещение, продолжительность, интенсивность, надежность) для достижения заданного результата — возведения объекта. Запроектированную организацию сохраняет и совершенствует управление, которое осуществляет деятельность по обеспечению организации.

Осадка (строительная) — деформация основания сооружения, не сопровождающаяся коренным изменением структуры грунта. Вызывается уплотнением грунта и вытеснением из его пор избыточной воды. Осадка должна быть меньше предельно допускаемой, которую устанавливают исходя из конструктивных особенностей возводимого сооружения и эксплуатационных условий.

Осадочный шов — шов между частями зданий и сооружений, возводимых на различных по физико-механическим свойствам грунтах, а также отличающихся друг от друга высотой или нагрузками. Обычно осадочный шов выполняет также функции температурно-усадочного шва, а в сейсмических районах — антисейсмического. Осадочный шов должен разделять как само сооружение, так и его фундамент, чтобы обеспечить свободное взаимное смещение по вертикали разделенных им частей сооружения.

Основание — массив грунта, расположенный под фундаментами и воспринимающий от них нагрузки от зданий или сооружений.

Основные конструктивные системы зданий — каркасная, бескаркасная (стенная), объемно-блочная, ствольная, оболочковая (периферийная).

Основные процессы (земляные) — процессы в комплексе земляных работ по отрывке котлованов и траншей, планировке площадок, отсыпке насыпей с уплотнением грунтов, транспортированию грунта в отвал, подчистке и планировке для котлованов, отделке откосов.

Основные технические средства — принимают непосредственное участие в строительном процессе — монтаже конструкций, разработке грунта, забивке свай, производстве отделочных работ и т. д. К ним относят строительные машины, механизмы, ручной, механизированный и электрофицированный инструмент.

Особенности подготовки строительного производства — особенности, зависящие от метода организации строительства объектов и их комплексов.

При блочно-комплектном методе на стадии разработки проектно-сметной документации, ППР, технологических карт предусматривается агрегирование несущих и ограждающих конструкций, оборудования в блоки высокой заводской готовности; при разработке стройгенплана планируется устройство в случае необходимости монтажных площадок укрупнительной сборки конструкций и оборудования.

При узловом методе в процессе разработки ПОС и ППР составляются детальные календарные планы на выделенные части с учетом проведения на каждой из них пусконаладочных работ и автономных испытаний систем. При разработке стройгенплана предусматривается поэтапное развитие строительной площадки, оборудование ее временными зданиями и инженерными сетями в соответствии с очередностью производства строительных и монтажных работ по узлам во времени и пространстве.

При вахтовом методе в процессе подготовки производства выполняется обоснование состава вахтового поселка, типов инвентарных временных зданий и сооружений, используемых для его строительства; осуществляется выбор транспортных средств для перевозки работников от мест постоянного жительства на работу и обратно, разрабатывается режим труда (вахты) и отдыха в вахтенном поселке и определяется время межвахтового отдыха. При разработке ППР предусматривается строительство вахтового городка в период проведения внутриплощадочных подготовительных работ. Поставка материалов, изделий, конструкций и оборудования должна осуществляться в технологических комплектах, в контейнерах или в виде укрупненных блоков.

При экспедиционном методе на стадии подготовки производства определяется состав мобильных поселков в месте строительства, производится их комплектация мобильными инженерными комплексами для выполнения строительных и монтажных работ, выпуска изделий и конструкций, осуществления производственно-технологической комплектации, организации проживания и отдыха работников строительных подразделений. Разработка календарных планов производства работ по объектам осуществляется с учетом принятых циклов выезда к месту работ и возвращения в базовый населенный пункт.

Откос — искусственно созданная наклонная поверхность, ограничивающая естественный грунтовой массив, выемку или насыпь. Устойчивость откоса зависит от прочности грунтов под откосом и в его основании, плотности грунтов, крутизны и высоты откоса, нагрузок на его поверхность, фильтрации воды через откос, положения уровня воды. Повышение устойчивости откосов достигается увеличением пологости откосов, дренированием, пригрузкой в низовой части и основании, устройством берм, подпорных стенок и др. Поверхность откосов закрепляется высевом трав, мощением камнем, устройством бетонных и железобетонных одежд и пр.

Очередь строительства — часть строительства, состоящая из группы зданий, сооружений и устройств, ввод которых в эксплуатацию обеспечивает выпуск продукции или оказание услуг, предусмотренных проектом. Может состоять из одного или нескольких пусковых комплексов.

Перекрытие здания — его внутренняя горизонтальная ограждающая конструкция (обычно комплексная). Состоит из основной (несущей) части (балки, плиты), изоляционных

слоев пола. Различают перекрытия междуэтажные, чердачные (разделяющие верхний этаж и чердак), подвальные и др.

Погрузо-разгрузочные работы — работы по погрузке и разгрузке строительных материалов и изделий.

Подкос — работающий на сжатие наклонный брус в строительных конструкциях. Подкос поддерживает горизонтальные элементы конструкции и опирается на вертикальные элементы.

Подготовительные процессы — процессы, которые предшествуют выполнению монтажно-укладочных процессов и обеспечивают их эффективное выполнение (например, укрупнительная перед монтажом сборка конструкций, обустройство вспомогательными приспособлениями и др.).

Подготовительные работы — подготовка территории для строительства (или реконструкции) зданий (сооружений): инженерная подготовка и освоение строительной площадки; расчистка и планировка участка, отвод поверхностных вод, прокладка подъездных путей и т. п.

Подпорная стенка — конструкция, удерживающая от обрушения находящийся за ней массив грунта.

Прогрев (бетона) — способ ухода за бетоном при отрицательных температурах путем образования теплого укрытия и повышения температуры подогревом паром или электричеством.

Продолжительность выполнения процессов — период времени, который определяется для увязки операций в единый технологический процесс и построения линейных графиков и циклограмм.

Проект (в строительстве) — комплекс графических и текстовых материалов, содержащих решения по технологии и оборудованию будущего предприятия или здания, архитектурно-планировочные и конструктивные решения, технико-экономические расчеты и обоснования, сметы и необходимые пояснения или разработанные чертежи постройки.

Проект производства работ (ППР) — проект возведения здания, сооружения или их частей (узлов).

Рабочая операция — технологически однородный и организационно неделимый элемент строительного процесса.

Рабочий процесс — комплекс технологически связанных трудовых, машинных или тех и других операций, объединенных с целью получения определенного количества законченной продукции.

Рабочий шов (процесс бетонирования) — плоскость стыка между затвердевшим и новым (свежеуложенным) бетоном, образовавшаяся из-за перерыва в бетонировании. Рабочий шов появляется в том случае, если последующие слои бетонной смеси укладываются на полностью затвердевшие предыдущие. Обычно происходит это при перерывах в бетонировании от 7 ч.

Разбивка — перенесение с чертежа на местность осей сооружения, его размеров и вертикальных отметок.

Разбивочные работы — измерения и построения, обеспечивающие соответствие геометрических параметров объекта строительства проекту и включающие создание геодезической разбивочной основы, производство разбивочных работ в процессе строительства, геодезический контроль геометрической точности выполнения СМР и геодезические наблюдения за деформациями строящихся зданий и сооружений. Разбивочные оси (линии с заданными координатами) обозначаются закрепленными на местности геодезическими знаками или постоянно закрепленными ориентирами на смонтированных в проектном положении несущих конструкциях.

Районы с особыми условиями строительства — районы вечной мерзлоты, районы с жарким климатом, сейсмические районы.

Раскос — строительный элемент, соединяющий два узла каркаса, фермы и т. п. Раскосы располагаются по диагонали замкнутого контура и обеспечивают жесткость конструкции.

Распалубка — демонтаж опалубки, производимый после достижения бетоном забетонированной конструкции прочности, допускающей снятие опалубки. Элементы опалубки, воспринимающие массу бетона, распалубиваются при достижении бетоном следующих значений прочности (% от проектной): для плит и сводов пролетом до 2 м — 50 %; для балок и прогонов пролетом до 8 м — 70 %; для несущих конструкций пролетом свыше 8 м — 100 %. Боковые элементы опалубки демонтируются по достижении бетоном 25 % проектной прочности. В зависимости от характера забетонированной конструкции и конструктивных особенностей опалубки к распалубке могут предъявляться дополнительные требования. Так, при возведении монолитных фундаментов в цельносъёмных блоках снятию форм может предшествовать их «срыв» при помощи домкратов; полная распалубка перекрытий многоэтажных кирпичных зданий должна производиться лишь при достижении бетоном нижележащих перекрытий проектной прочности; распалубка пространственных конструкций должна производиться плавно, без перекосов.

Ростверк (нем. *Rostwerk* от *Rost* — «решетка» и *Werk* — «строение, укрепление») — конструкция верхней части свайного фундамента в виде бетонной или железобетонной плиты либо балки, объединяющей сваи в одно целое; служит для равномерной передачи нагрузки на сваи.

Свая — стержневой конструктивный элемент, погружаемый в грунт или образуемый в скважине для передачи нагрузки от сооружения грунту.

Свайная «стена в грунте» — общее название «стены в грунте», выполняемой из различных видов свай.

Свайная «стена в грунте» из бурокасательных свай — разновидность свайной «стены в грунте», состоящей из ряда соприкасающихся между собой по длине свай требуемого диаметра и глубины, выполненных в грунте последовательно одна за другой.

Свайная «стена в грунте» из буросекущихся свай — разновидность свайной «стены в грунте», состоящей из ряда взаимно пересекающихся по длине свай требуемого диаметра и глубины, выполненных в грунте последовательно одна за другой или через одну, с последующим устройством свай между ранее выполненными сваями.

Складирование — технологическая операция по приемке и размещению на складе строительных и эксплуатационных материалов.

Скрытые работы — работы, которые не могут быть освидетельствованы визуально после выполнения последующих работ, прекращающих доступ к ранее произведенным работам. Скрытые работы оформляют соответствующим актом, в составлении которого участвуют помимо производителей работ работники технического надзора заказчика, авторского надзора и других заинтересованных организаций. В акте устанавливается соответствие скрытых работ техническим условиям и проекту. Пример скрытых работ — работы по устройству фундаментов, которые после бетонирования засыпают грунтом. В акте на скрытые работы по фундаментам фиксируют геодезические отметки заложения, армирование, закладные детали, все виды изоляции, температурные и деформационные швы и др. До подписания акта на скрытые работы выполнение последующих работ не допускается.

Совмещенные процессы — технологически непосредственно не связанные с ведущими процессами, могут осуществляться параллельно с ними. Совмещение процессов (при строгом соблюдении правил безопасности труда рабочих) позволяет значительно сокращать продолжительность строительства.

Соединение (в строительных конструкциях) — скрепление между собой элементов строительной конструкции в целях образования узлов, увеличения размеров конструкции или изменения условий ее работы. Основные виды соединений — сварные, заклепочные,

болтовые, клеевые; осуществляются как при изготовлении конструкций (заводские соединения), так и при их сборке на строительной площадке (монтажные соединения).

Специализированная бригада — бригада из рабочих одной профессии, выполняющих работы одного вида, например бетонные, каменные или плотничные. В специализированную бригаду обычно включается до 25 рабочих.

Стандартизация — деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Стандартизация в строительстве — завершающий этап унификации и типизации строительных конструкций и деталей.

Стена в грунте — специальный метод строительных работ для устройства вертикальных заглубленных несущих конструкций и противофильтрационных завес. При устройстве несущих конструкций метод предусматривает укладку бетонной смеси в глубокие траншеи, предварительно заполненные бентонитовым глинистым раствором, препятствующим обрушению их стенок. При устройстве противофильтрационных завес предусматривается замещение в траншее бентонитового глинистого раствора цементно-глинистым раствором, асфальтобетонной смесью или комовой глиной.

Для разработки траншей применяют специальную землеройную технику, в том числе экскаваторы и агрегаты с рабочими органами, «фрезерующими» забой на глубину до 50 м. Используется в практике разработка траншей буровыми установками с устройством «секущихся» свай.

Стойка — столб, служащий опорой перекрытия.

Строительная площадка — производственная территория, выделяемая в установленном порядке для размещения объекта строительства, а также машин, материалов, конструкций, производственных и санитарно-бытовых помещений и коммуникаций, используемых в процессе возведения строительных зданий и сооружений с учетом временного отвода территории, определяемой проектом по условиям производства работ.

Строительная продукция — законченные в строительстве и введенные в эксплуатацию здания и сооружения за установленный период времени; отдельные части зданий и сооружений (очереди, пролеты, секции), определяемые проектными, архитектурно-планировочными, конструктивными, организационно-технологическими решениями; объемы работ (m^2 , m^3 , шт.), выполненные в определенный период времени.

Строительная технология — совокупность действий (строительный процесс), способов и средств (технические средства), направленных посредством исполнителей (трудовые ресурсы) на обработку исходных природных и искусственных материалов (материальные элементы) путем изменения их характеристик, состояния и положения в пространстве (конструкция) с целью создания строительной продукции.

Строительное изделие — изделие, предназначенное для применения в качестве элемента строительных конструкций зданий и сооружений.

Строительное производство — выполнение комплекса подготовительных и основных строительно-монтажных и специальных строительных работ при возведении и реконструкции, техническом перевооружении, капитальном ремонте всех типов зданий и сооружений в любых климатических условиях. Полный перечень законов, нормативно-правовых актов, нормативно-технических документов, регулирующих строительную деятельность, содержится в «Перечне действующих нормативных и рекомендательных документов по строительству».

Строительные конструкции — элементы зданий и сооружений, выполняющие несущие, ограждающие, вспомогательные либо совмещенные функции.

Строительный процесс — совокупность общестроительных работ, выполняемых в строгой технологической последовательности.

Строительство — отрасль материального производства, в которой создаются основные фонды производственного (промышленные предприятия, энергетические комплексы, дороги, магистральные трубопроводы и др.) и непромышленного (жилые дома, общественные здания, гостиничные комплексы и др.) назначения.

Строительство «под ключ» — возведение и ввод в эксплуатацию полностью готового элемента.

Стройка — совокупность зданий и сооружений различного назначения, строительство, расширение или реконструкция которых осуществляются на объем продукции, определенный в предпроектных проработках (обоснованиях инвестиций) по единой проектной документации в соответствии со сводным сметным расчетом или сводкой затрат. Может состоять из одного или нескольких пусковых комплексов.

Строп (англ. *strop*) — грузозахватное приспособление в виде каната или цепи с захватными крюками. Может иметь устройства для автоматической строповки и расстроповки грузов.

Строповочные приспособления — ответственные элементы такелажного оборудования, предназначенные для навешивания монтажниками поднимаемого элемента на крюк монтажной машины в определенном положении допускающие предусмотренный технологией маневр без больших физических усилий.

Стык (монтажный процесс) — место, где соединяются два конца, две крайние части конструкции, например соединение сборных элементов колонн в многоэтажных зданиях. Стыки бывают несущими и ненесущими.

Стяжка — тонкий и относительно прочный слой в многослойных конструкциях перекрытий и покрытий зданий, предназначенный для восприятия и передачи нагрузок (например, от находящихся на кровлях и полах людей, грузов, оборудования) на нижележащий слой тепло- или звукоизоляции. Различают стяжки монолитные (цементно-песчаные, асфальтобетонные и т. п.) и сборные в виде тонких панелей из гипсоцемента или керамзитобетона.

Суспензия — приготовленный из бентонитовых или местных глин специальный раствор, предназначенный для обеспечения устойчивости стенок траншеи на требуемое время, необходимое для устройства монолитной траншейной «стены в грунте».

Температурный шов — зазор (щель, прорезь), разделяющий конструкции и сооружения на отдельные изолированные части для устранения внутренних напряжений, вызываемых температурными деформациями материала. Расстояния между температурными швами в зданиях и сооружениях нормируются в зависимости от материала, конструктивной схемы и др.

Техническая документация — комплект документов, включающий систему графических, расчетных и текстовых материалов, используемых при строительстве, реконструкции, расширении, техническом перевооружении и капитальном ремонте, а также в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

Технологическая (рабочая) операция — основная составляющая технологического и строительного процессов, являющаяся однородным организационно неделимым элементом этих процессов. Технологическая операция выполняется постоянным составом рабочих при неизменном составе предметов и орудий труда и характеризуется суммой рабочих движений.

Технологическая карта — основной документ строительного процесса, регламентирующий его технологические и организационные положения; разрабатывается на отдельные или комплексные процессы.

Технологическая схема — технологическая документация, разрабатываемая для несложных процессов с описанием последовательности и методов выполнения процесса, с расчетом затрат труда и потребности в технических средствах. По своему содержанию технологические схемы представляют собой упрощенные технологические карты.

Технологический ярус — условное расчленение объекта по вертикали.

Технологичность строительная — комплексная характеристика технологичности трех подсистем: изготовления, транспортирования, возведения конструкций строительного объекта — при определенных ограничениях со стороны подсистемы эксплуатации здания. К показателям, определяющим технологичность объемно-конструктивных решений зданий, уровень технологичности, относятся разнотипность, разновесность, масса, разрезка, конфигурация и др. Эти показатели могут быть выражены через стоимость, материалоемкость, трудоемкость, продолжительность возведения здания или сооружения и количественные абсолютные и относительные характеристики. Качественные показатели технологичности (лучше, хуже, удобнее и др.) определяются экспертными методами.

Технология — совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы, сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции.

Технология строительного производства — объединение двух подсистем: технологии строительных процессов и технологии возведения зданий и сооружений. Функциональная система, включающая ресурсы (временные, трудовые и материальные), а также ограничения и правила их взаимодействия для достижения заданного результата — выполнения отдельных видов работ, процессов и элементов строительного производства.

Технология строительных процессов — рассматривает теоретические основы, способы и методы выполнения строительных процессов, обеспечивающих обработку строительных материалов, полуфабрикатов и конструкций с качественным изменением их состояния, физико-механических свойств, геометрических размеров с целью получения продукции требуемого качества. Понятие «метод», включенное в это определение, определяет принципы выполнения строительных процессов, базирующихся на различных способах воздействия (физических, химических и др.) на предмет труда (строительные материалы, полуфабрикаты, конструкции и др.) с использованием средств труда (строительные машины, средства малой механизации, монтажная оснастка, оборудование, аппараты, ручной и механизированный инструмент, различные приспособления).

Технология возведения зданий и сооружений — определяет теоретические основы и принципы практической реализации отдельных видов строительных, монтажных и специальных работ, рассматриваемых самостоятельно или во взаимоувязке в пространстве и времени с другими работами с целью получения продукции в виде законченных строительством зданий и сооружений. Производственный процесс возведения здания или сооружения представляет собой интеграцию строительных технологий. Строительные технологии составляют сущность строительного производства, их технико-экономический уровень является показателем эффективности и современности строительства.

Тонкостенные конструкции — строительные конструкции, отличительным признаком которых является весьма малая толщина по сравнению с другими размерами (пролетом, поперечным сечением). К тонкостенным конструкциям относятся оболочки, купола, складки и т. п.

Траверса (фр. *traverse*) — приспособление для подъема длинномерных конструкций и элементов; выполняется в виде металлических балок или треугольных сварных ферм. На концах нижнего пояса устанавливаются блоки, через которые проходят стропы. Такая система подвески стропов обеспечивает равномерную передачу усилий на все точки захвата. Строповка может производиться за две или четыре точки.

Транспортные средства — обеспечивают доставку материальных ресурсов и технических средств не только к возводимым зданиям и сооружениям, но и в зону производства работ.

Трудовая операция — комплекс технологически связанных приемов, направленных на получение определенного количества первичной продукции, необходимой для осуществления трудового процесса. Выполняется над одним предметом труда, на одном

рабочем месте, постоянным составом исполнителей и средствами труда (например, очистка места установки панели, установка панели на растворную постель, строповка панели, временное закрепление панели и т. п.).

Трудоемкость процесса — экономический показатель, характеризующий затраты рабочего времени на изготовление единицы продукции или выполнение определенной работы. Единицей измерения трудоемкости служит человеко-час (чел.-ч) или человеко-день (чел.-дн.), показывающий затраты нормативного рабочего времени на производство работ. Чем меньше трудоемкость, тем выше производительность труда.

Унификация в строительстве — сведение к минимуму типоразмеров здания, позволяющее обеспечить единообразие и сокращение их количества, а также размеров пролетов, шагов и высот этажей.

Фиксация элементов — совокупность операций по временному закреплению и выверке, при которых выверяемую конструкцию ориентируют относительно разбивочных осей по определенному заранее заданному правилу.

Форшахта — специально возводимая на строительной площадке вспомогательная направляющая конструкция для последующего устройства монолитной траншейной «стены в грунте», предназначенная для обеспечения: заданного направления разработки грунта в траншее, защиты бортов траншеи от обрушения, проектного расположения арматурных каркасов в траншее и качественного бетонирования траншеи. (Применяемая при устройстве монолитной траншейной «стены в грунте» форшахта имеет второе название — воротник.)

Фронт работ — определенный участок строительного объекта или его конструктивного элемента, в пределах которого функционируют производственные, технологические, вспомогательные и обслуживающие процессы, выделяемый бригаде или звену. Фронтом работ для бригады обычно является захватка (участок), а для звена — делянка или ярус.

Фундамент (лат. *fundamentum* — **основание**) — подземная или подводная часть здания (сооружения), воспринимающая нагрузки и передающая их на основание. Различают фундаменты ленточные (в том числе из перекрестных лент), столбчатые, сплошные, свайные. Бывают фундаменты монолитные и сборные. Материал — бетон, железобетон, камень (бут), дерево.

Цикл нулевой — комплекс строительно-монтажных работ по возведению частей зданий или сооружений и инженерных коммуникаций, расположенных ниже условной проектной отметки, принимаемой за «нуль».

Шлам — образующийся в процессе разработки заполненной суспензией траншеи водный раствор, состоящий из продуктов разрушения грунтового массива и суспензии.

Шпунтовая стенка — сплошная стенка, образованная забитыми в грунт сваями (шпунтинами); применяется при устройстве ограждений гидротехнических сооружений.

Ярус — часть здания (сооружения), условно ограниченная по высоте, где без изменения уровня работы каменщиков выполняются рабочие процессы кладки в течение одной смены. Делянка в зависимости от высоты этажа и толщины стен по высоте может быть разбита на два-три яруса.

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ
И КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Схематический план типового этажа

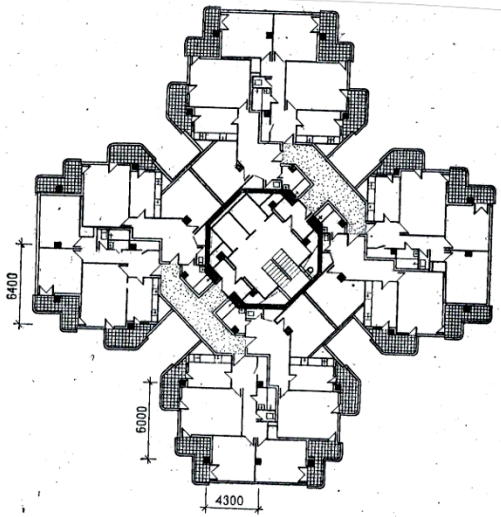
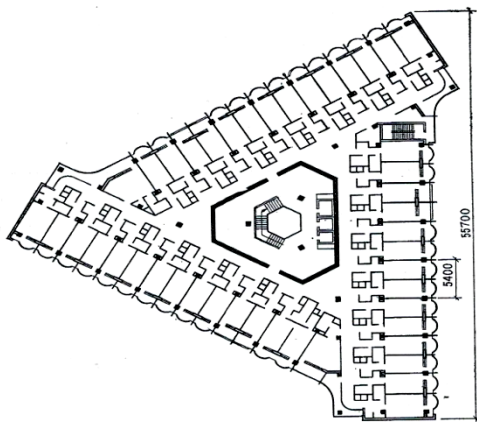
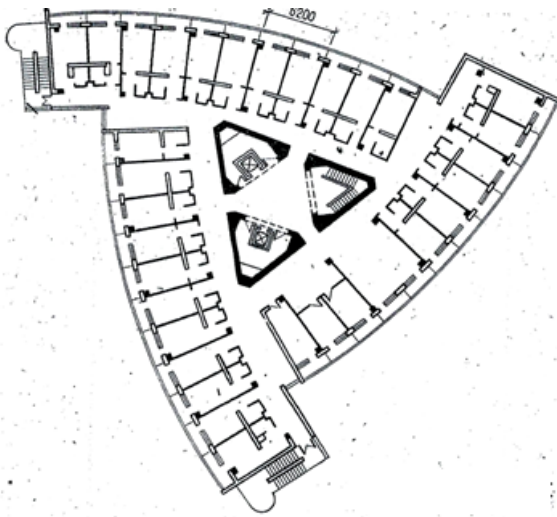
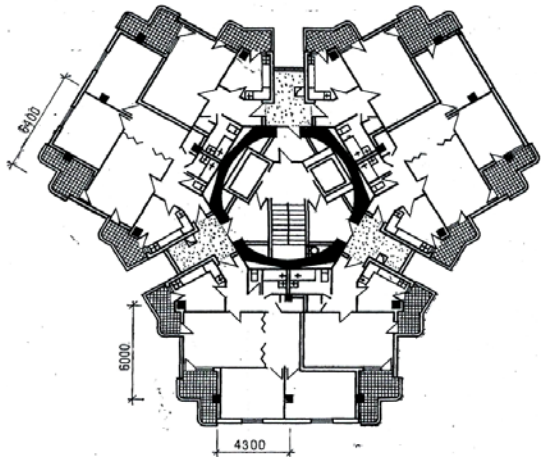
Вариант 1	Вариант 2
	
Схема 3	Схема 4
	

Схема 5

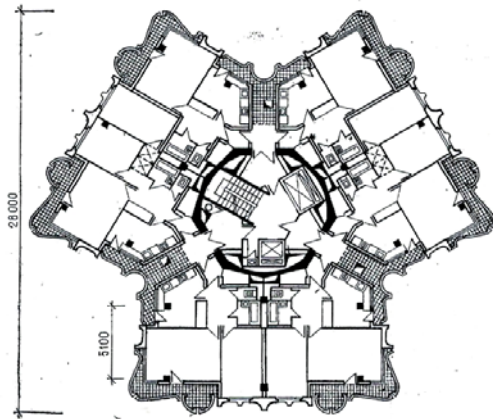


Схема 6

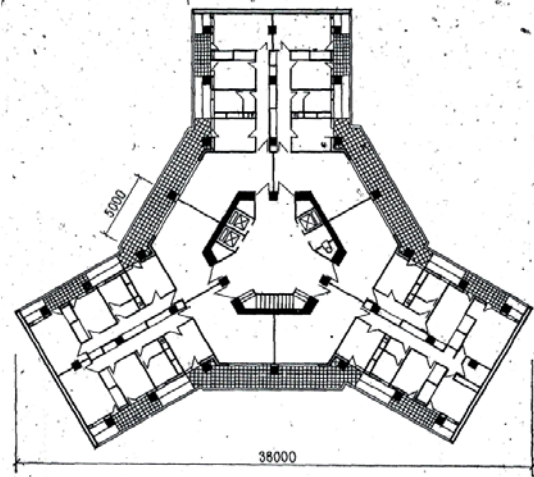


Схема 7

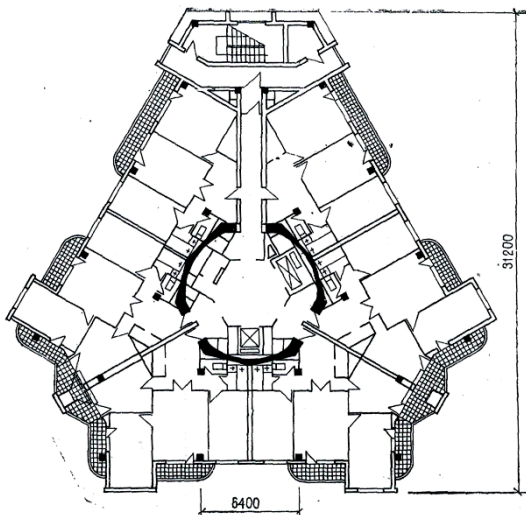


Схема 8

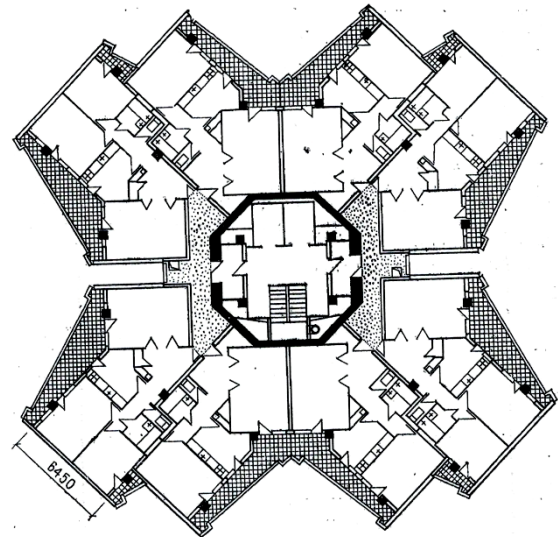


Схема 9

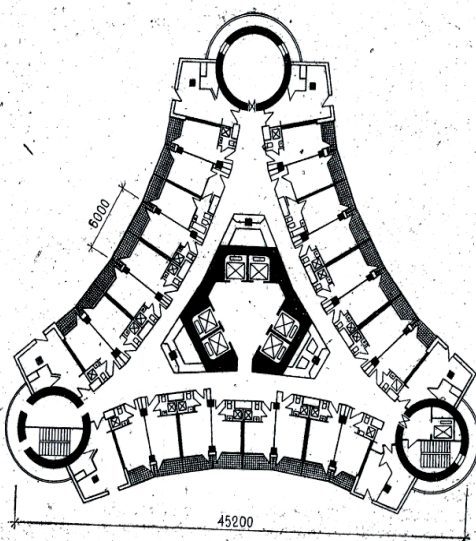


Схема 10

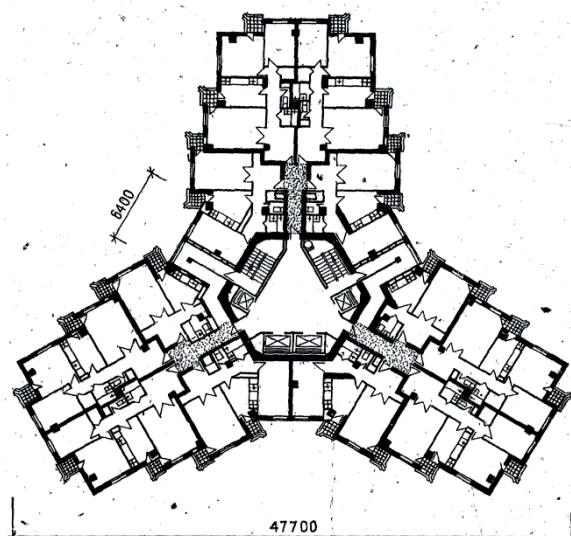


Схема 11

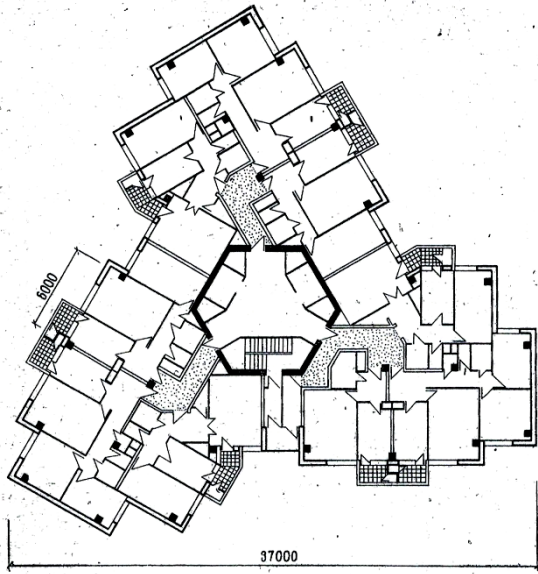


Схема 12

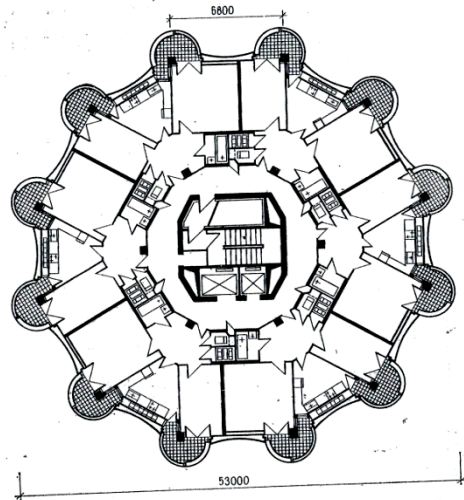


Схема 13

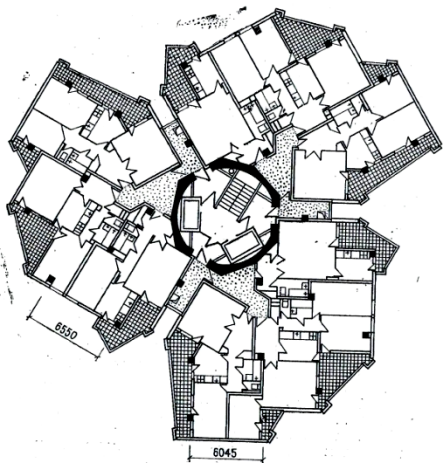


Схема 14

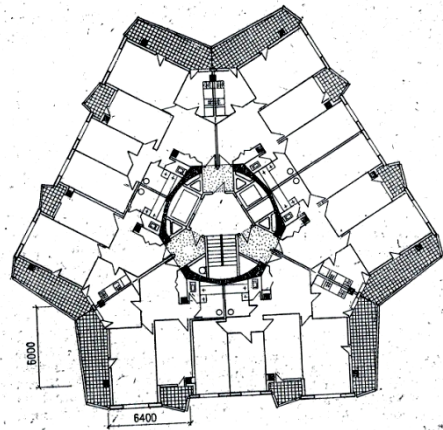


Схема 15

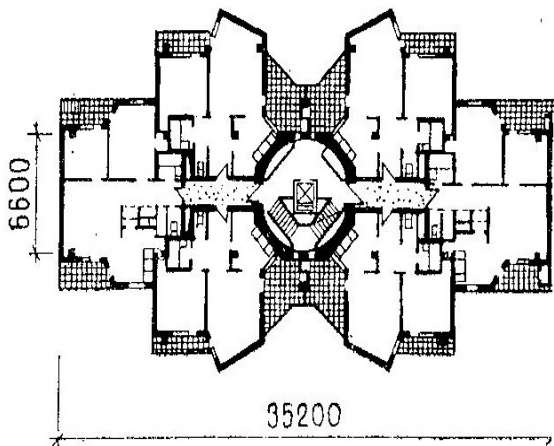


Схема 16

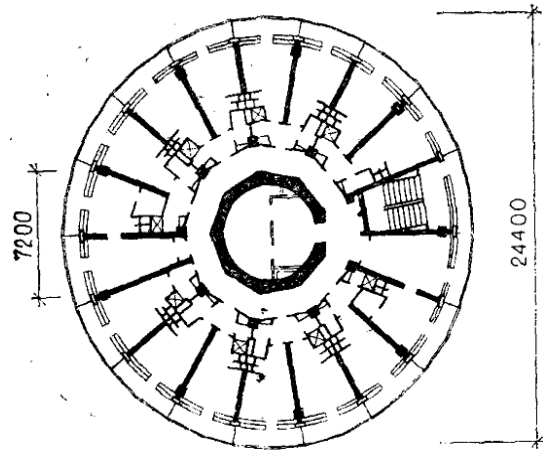

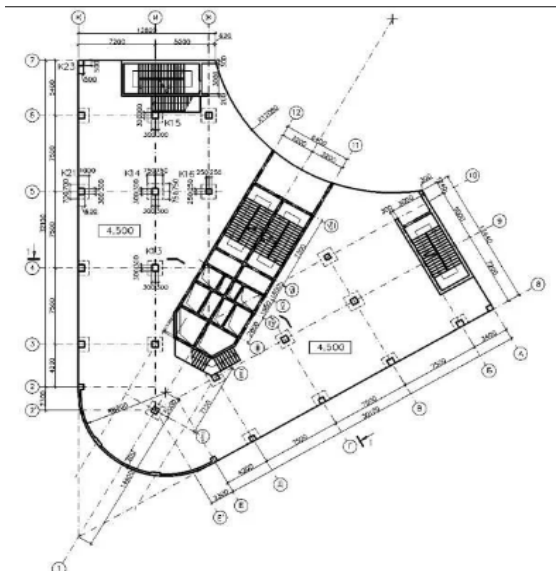
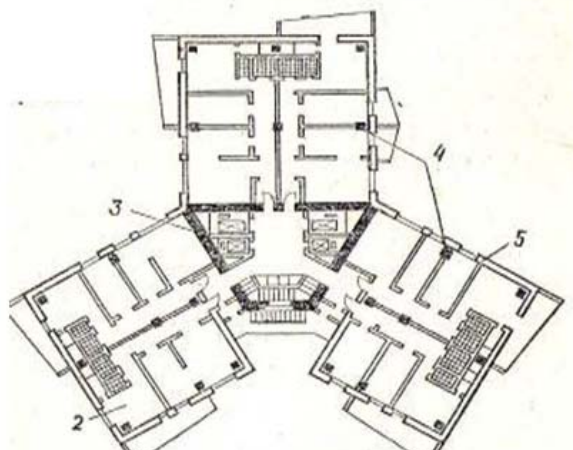
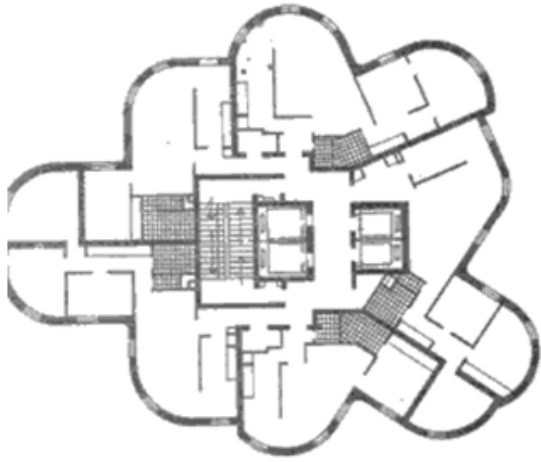


Схема 23	Схема 24
	
Схема 25	Схема 26
	

Примечание. Номер схемы выбирается по последней цифре зачетной книжки или студенческого билета.

Продолжение прил. 2

Необходимые параметры и их значения

	Вариант 1	Вариант 2
Грунты по влажности	Водонасыщенные	Водонасыщенные
Глубина траншеи, м	15,7	18,0
Ширина траншеи, м	0,65	0,8
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Бетонная дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	6	5
Дальность транспортировки бетона, км	5	3
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	3,0	3,1
Условная толщина фундаментной плиты, мм	1900	2000
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	600	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	200
Сечение колонн, мм	400 × 400	400 × 500
	Вариант 3	Вариант 4
Грунты по влажности	Влажные	Водонасыщенные
Глубина траншеи, м	16	15
Ширина траншеи, м	0,7	0,75
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	6	4
Дальность транспортировки бетона, км	5	5
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	2,9	2,8
Условная толщина фундаментной плиты, мм	2200	1800
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	500	600
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	200
Сечение колонн, мм	500 × 500	500 × 450
	Вариант 5	Вариант 6
Грунты по влажности	Влажные	Влажные
Глубина траншеи, м	15,2	17,1
Ширина траншеи, м	0,6	0,72
Разрабатываемый грунт	Супесь	Супесь
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Бетонная дорога
Дальность транспортировки грунта, км	3	8
Дальность транспортировки бетона, км	6	5
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	3	3,3
Условная** толщина фундаментной плиты, мм	2000	2500
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	600	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	200	220
Сечение колонн, мм	400 × 400	500 × 500

Продолжение прил. 2

	Вариант 7	Вариант 8
Грунты по влажности	Влажные	Водонасыщенные
Глубина траншеи, м	18	19,3
Ширина траншеи, м	0,67	0,85
Разрабатываемый грунт	Супесь	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	7	6
Дальность транспортировки бетона, км	6	4
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	3,1	3
Условная толщина фундаментной плиты, мм	1800	2000
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	600	450
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	200	200
Сечение колонн, мм	400 × 400	500 × 400
	Вариант 9	Вариант 10
Грунты по влажности	Водонасыщенные	Влажные
Глубина траншеи, м	20	17,5
Ширина траншеи, м	0,85	0,6
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	8	7
Дальность транспортировки бетона, км	6	8
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	2,9	2,8
Условная толщина фундаментной плиты, мм	2200	2100
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	600	600
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	200
Сечение колонн, мм	400 × 500	400 × 400
	Вариант 11	Вариант 12
Грунты по влажности	Водонасыщенные	Влажные
Глубина траншеи, м	18,5	15,6
Ширина траншеи, м	0,8	0,6
Разрабатываемый грунт	Супесь	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Бетонная дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	6,2	4,5
Дальность транспортировки бетона, км	3,8	6
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа	3	2,9
Условная толщина фундаментной плиты	1900	2100
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	600	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	210
Сечение колонн, мм	500 × 500	400 × 500

Продолжение прил. 2

	Вариант 13	Вариант 14
Грунты по влажности	Водонасыщенные	Водонасыщенные
Глубина траншеи, м	15,6	18
Ширина траншеи, м	0,65	0,7
Разрабатываемый грунт	Супесь	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	6	4
Дальность транспортировки бетона, км	7	8
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа	2,8	2,9
Условная толщина фундаментной плиты	2200	1900
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	600	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	220
Сечение колонн, мм	400 × 300	400 × 500
	Вариант 15	Вариант 16
Грунты по влажности	Влажные	Водонасыщенные
Глубина траншеи, м	16,4	18,6
Ширина траншеи, м	0,75	0,64
Разрабатываемый грунт	Супесь	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	7	8
Дальность транспортировки бетона, км	5	7
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	3,0	3,1
Условная толщина фундаментной плиты, мм	1800	1900
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	500	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	200	200
Сечение колонн, мм	400 × 400	400 × 500
	Вариант 17	Вариант 18
Грунты по влажности	Влажные	Водонасыщенные
Глубина траншеи, м	18	19
Ширина траншеи, м	0,8	0,7
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	4	11
Дальность транспортировки бетона, км	5	6
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	2,9	3,2
Условная толщина фундаментной плиты, мм	2400	2200
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	550	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	200
Сечение колонн, мм	400 × 400	500 × 400

Продолжение прил. 2

	Вариант 19	Вариант 20
Грунты по влажности	Водонасыщенные	Влажные
Глубина траншеи, м	20	20
Ширина траншеи, м	0,6	0,7
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	5	9
Дальность транспортировки бетона, км	4	6
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	3,0	2,8
Условная толщина фундаментной плиты, мм	2300	2500
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	500	600
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	220
Сечение колонн, мм	500 × 500	500 × 500
	Вариант 21	Вариант 22
Грунты по влажности	Влажные	Водонасыщенные
Глубина траншеи, м	16	15
Ширина траншеи, м	0,7	0,75
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	6	4
Дальность транспортировки бетона, км	5	5
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	3,2	3,3
Условная толщина фундаментной плиты, мм	1800	1900
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	500	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	200	200
Сечение колонн, мм	400 × 400	400 × 500
	Вариант 23	Вариант 24
Грунты по влажности	Водонасыщенные	Влажные
Глубина траншеи, м	20	17,5
Ширина траншеи, м	0,85	0,6
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	8	7
Дальность транспортировки бетона, км	6	8
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	30 + n*	30 + n*
Высота типового этажа, м	3,1	3,2
Условная толщина фундаментной плиты, мм	2400	2200
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	550	500
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	200
Сечение колонн, мм	400 × 400	500 × 400

Окончание прил. 2

	Вариант 25	Вариант 26
Грунты по влажности	Водонасыщенные	Влажные
Глубина траншеи, м	20	20
Ширина траншеи, м	0,6	0,7
Разрабатываемый грунт	Суглинок	Суглинок
Тип дороги при транспортировке	Асфальтовая дорога	Асфальтовая дорога
Дальность транспортировки грунта, км	5	9
Дальность транспортировки бетона, км	4	6
Тип форшахты	Постоянный	Постоянный
Форшахта	Монолитная	Монолитная
Этажность здания	$30 + n^*$	$30 + n^*$
Высота типового этажа, м	2,9	2,8
Условная толщина фундаментной плиты, мм	2300	2500
Условная толщина стен ядра жесткости, мм	500	600
Условная толщина плиты перекрытия и покрытия, мм	220	220
Сечение колонн, мм	500×500	500×500

Примечания: * — последняя цифра зачетной книжки; ** — значения заданы, а не определены по расчетам. Все недостающие данные для выполнения курсового проекта уточняется преподавателем.

Приложение 3

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОХОДЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ТРАНШЕЙ МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»**

Марка	Показатели					Метод разработки грунта в полости траншеи и способ транспортировки выработанной породы на поверхность
	Ширина траншеи, м	Глубина траншеи, м	Производительность в смену, м ³			
			В мягких грунтах	В грунтах с твердой прослойкой	В твердых грунтах	
Агрегат СВД-500Р	0,5...0,7	50	240	160	18	Вращательное бурение погружен. буром
Установка ВНИИГС	0,5	20	40	—	—	Роторное вращательное бурение
Экскаватор-драглайн Э-2503	2,5...4,5	20	60	—	—	Разработка забоя ковшом
Станок УКС-30М	0,5...0,9	100	8	4	1	Ударное бурение
Станок SF-20 (ФРГ)	0,4...0,8	20	150	—	—	Роторное вращательное бурение
Станок CYS-58 (Франция)	0,5...0,8	30	20	10	1,5	Ударное бурение
Установка ELSE (Италия)	0,4...0,8	25	30	—	—	Разработка забоя ковшом
Станок LW Boring (Япония)	0,4...1,2	50	25	—	—	Вращательное бурение погруженным рабочим органом

Приложение 4

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРЕЙФЕРОВ И НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ТРАНШЕЙ МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»**

Параметр	Марка механизмов					
	ГПИ «Фундаментпроект»	ШГ-500 НИИСП	Грейфер электрогидравлический	Экскаватор ЭК-800	Драглайн ТД-600, ТД-1000	СТФ-600
Емкость ковша, м ³	0,6	0,6	1,0...1,35	0,6	0,6...1,2	0,8
Длина захвата закрытых челюстей, м	3,2	5,0	2,25	—	—	—
Натяжение каната полиспаста, кН	28,8	87,5	—	—	—	—
Базовая машина	Э-10011	Э-10011	—	Э-1254	Э-652, Э-1254	—
Ширина траншеи, м	0,6	0,6	0,6...0,8	0,5...1,0	0,6...1,1	0,6
Глубина траншеи, м	20	30	30	12	12...18	20
Производительность в смену, м ³	—	100...110	25	100	50...80	—
Масса навесного оборудования, т	5,1	3,5	5,0	2,0...2,5	1,0...1,7	1,0
Крутизна забоя под глинистым раствором, град.	60...70	60...70	60...70	60...70	60...70	60...70

Приложение 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОХОДЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ТРАНШЕЙ МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»

Марка	Показатели					
	Ширина траншеи, м	Глубина траншеи, м	Диаметр труб буровой штанги, мм	Вес рабочего органа, тс	Размах челюстей, м	Группы грунтов
Зальцгиттер-20 (ФРГ)	0,3...0,8	20	150...400	9,5	—	—
Солетанш (Франция)	0,5...1,2	50	—	—	—	—
Поклеен (Франция)	0,4...0,8	25	—	—	1,94	I-IV
Баши (Франция)	0,5...1,0	25	—	8-12	1,8-3,6	I-IV
Рише (Франция)	0,6	25	—	6-7	1,0-2,5	I-IV
LW-4055 (Япония)	0,5	400...500	400...600	7,5	—	—
LW-5580 (Япония)	0,5	500...800	400...600	10,0	—	—
LW-8012 (Япония)	0,5	800...1200	400...600	13,0	—	—

Приложение 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

Параметр	Марка механизмов						
	ЭО-2621А	Э-5015А	ЭО-3322Б	ЭО-4321	ЭО-4121А	ЭО-5123	ЭО-6122
Размерная группа	2	3	3	4	4	5	6
Вместимость основного ковша, м ³	0,25	0,5	0,5	0,65	1,0	1,6	2,5
Вместимость сменных ковшей, м ³	0,25...0,50	0,5	0,4...1,0	0,4...1,0	0,65...2,00	1,25...2,80	1,6...4,0
Мощность двигателя, кВт.	44	55	55	59	95,6	125	150
Тип ходового устройства	На базе трактора	Гусеничный	Пневмоколесн.	Пневмоколесн.	Гусеничный тракторного типа	Гусеничный тракторного типа	Гусеничный
Продолжительность цикла обратной (прямой) лопаты, с	15 (15)	16	15,5	16(15)	17 (14; 15)	24 (20)	29 (23)
Наибольшая глубина копания, м	3,0	4,5	5,0	6,7	7,1 (7; 2)	7,3	10,7
Наибольший радиус копания, м	5,0	7,0	8,2	10,16	10,2 (10; 16)	10,16	11,23
Наибольшая высота выгрузки, м	2,6	5,5	5,2	6,18	5,2	5,5	5,37

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКСКАВАТОРОВ, ОБОРУДОВАННЫХ ГРЕЙФЕРНЫМ КОВШОМ

Показатель	Ед. изм.	Экскаваторы				
		ЭО-5123А	ЭО-5124	ЭО-3323	ЭО-4121	ЭО-4124
Емкость ковша	м ³	0,6; 0,8	0,6; 0,8	0,5	2,5	0,8; 2,5
Ширина ковша	м	0,6; 0,8	0,6; 0,8	0,6	0,6	0,6
Наибольшая глубина копания	м	20	20	8,4	10,4	10,6
Длина захвата челюстей	м	2,5			1,8	1,8
Радиус копания	м	3,6			8,9	8,6
Производительность	м ³ /ч	10,3	10,0	6,73		
Высота экскаватора с оголовком	м	30			5,9	9,87
Усилие на кромке зуба челюстей ковша	кН	186,4		100		106
Угол разворота штанги в поперечном направлении	град.	2				
То же, в продольном направлении	град.	2				
Допустимый при работе угол наклона экскаватора	град.	2				
Среднее давление на грунт	МПа	0,1	0,11		0,65	0,065
Группа разрабатываемого грунта		I-IV	I-IV	I-IV	I-IV	I-IV

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКСКАВАТОРОВ С ОБРАТНОЙ ЛОПАТОЙ

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота нагрузки, м
<i>Российского производства</i>				
ЭО-1621	0,15	4,1	2,2	1,7
ЭО-2621А	0,25	5,0	3,0	2,2
ЭО-2621В	0,25	5,3	4,15	3,2
ЭО-304Г	0,4	7,8	3,0	3,0
ЭО-3322	0,5	9,2	5,6	1,7
ЭО-3323А	0,63	7,9	4,8	6,05
ЭО-3122	0,63	8,1	5,2	5,7
ЭО-3221	0,63	7,9	4,9	5,05
Э-652Б	0,65	9,2	4,0	2,3
ЭО-4321Б	0,8	8,85	5,5	5,5
Э-10011Е	1,0	10,2	6,7	6,18
ЭО-4322	1,0	9,0	5,85	5,5
ЭО-4125А	1,0	9,3	6,0	5,15
Э-1252Б	1,25	9,4	6,0	5,0
ЭО-5124	1,6	10,0	6,5	5,5
ЭО-6123	2,5	11,6	7,2	5,8
ЕК-270	0,6; 0,8; 1,2; 1,5	10,0...11,17	6,2; 7,0; 7,7	7,5; 7,9; 7,97
<i>Зарубежного производства</i>				
Фирма-производитель LIEBHERR-Holding				
R904	0,15...1,05	8,4...10,85	5,3...7,8	6,35...7,9
R914	0,3...1,4	8,0...9,05	4,95...6,15	5,75...6,2
Фирма-производитель CATERPILLARS A.R.L.				
M312B	0,23...0,75	8,64	6,05	6,35
M315B	0,35...1,0	9,02	6,44	6,52
Фирма-производитель KOMATSU				
PW150-1	0,45...0,75	7,79	4,84	5,85
PC300-5	0,52...1,8	10,9	7,38	7,11
Фирма-производитель HITACHI				
ZX200	0,8	9,91	6,67	6,78
ZX240-3	1,0	9,88	6,69	6,99
ZX330-3	1,4	10,57	6,84	6,94
ZX450-3	1,9	10,57	5,9	7,21
Фирма-производитель CASE CORPORATION				
WX165	0,27; 0,95	8,7	5,4	6,4
CX180B	0,27; 0,95	8,67	5,65	6,4

**РАЦИОНАЛЬНАЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ АВТОСАМОСВАЛА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДАЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУНТА
И ВМЕСТИМОСТИ КОВША ЭКСКАВАТОРА**

Дальность перемещения грунта, км	Вместимость ковша экскаватора, м ³						
	0,4	0,65	1,0	1,25	1,6	2,5	4,6
0,5	4,5	4,5	7,0	7,0	10,0	—	—
1,0	7,0	7,0	10,0	10,0	10,0	—	—
1,5	7,0	7,0	10,0	10,0	12,0	18,0	27,0
2,0	7,0	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0
3,0	7,0	10,0	12,0	12,0	18,0	27,0	40,0
4,0	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0	40,0
5,0 и более	10,0	10,0	12,0	18,0	18,0	27,0	40,0

Приложение 10

СРЕДНИЕ СКОРОСТИ АВТОСАМОСВАЛОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГРУНТА

Тип дороги	Группа дороги	Средняя допустимая скорость движения при соответствующей дальности перевозки, км		
		0,5	1,0	2,0 и более
Асфальтовое, бетонное покрытие, железобетонные плиты	I	20	25	35
Щебеночное и гравийное покрытие	II	18	22	30
Бульжная	III	16	20	27
Грунтовая	IV	15	17	25

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОСАМОСВАЛОВ

Марка автосамосвала	Характеристики автосамосвала		
	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова, м ³	Полная масса, т
<i>Российского производства</i>			
ЗИЛ-ММЗ 4502	5,8	3,9	—
МАЗ-5549	8,0	5,1	—
МАЗ 5551А2-320	10,0	5,5	18,2
МАЗ 5516А5-380	20,0	15,4	33,0
КамАЗ-5510	10,0	7,2	—
КамАЗ 45143-112-15	10,25	15,4	19,65
КамАЗ 65115-048	15,0	10,0	25,2
КамАЗ 65222-010	19,5	12,0	34,0
Урал 65515	23,4	21,0	41,0
Урал 583109	20,0	12,0	33,5
Урал 583106	25,0	16,0	41,122
КрАЗ-256Б1	12,0	6,0	—
КрАЗ 6510-010-01	13,5	8,0	24,88
КрАЗ 65055-064-02	18,0 (20,0)	16,0	31,0 (33,0)
<i>Зарубежного производства</i>			
Фирма-производитель Mercedes-benz, Германия			
ND3310SAJ(8x4)	12,82	24,8	31,0
ND3250A38Q2(6x6)	12,98	19,3	33,5
Фирма-производитель IVECO-MAGIRUS, Италия			
MP 380E38H(6x4)	24,5	14,0	38,0
MP 380E42W(6x6)	24,5	14,0	38,0
Фирма-производитель SHAANXI (MAN), Китай			
SX3254JM384(6x4)	11,2	19,3	33,5
SX3315DR326	16,6 (24,6)	21,0	31,0 (39,0)
Фирма-производитель DONGFENG Motor, Китай			
DFL3251A-1	19,15	16 (15,5)	24,8
Фирма-производитель DAEWOO, Корея			
K4DRF (6x4)	15,0	10,0	29,5
N8DSF (8x4)	24,0	14,0	37,8

**ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРЫХЛЕНИЯ ГРУНТОВ И ПОРОД.
НАЧАЛЬНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА И ОСТАТОЧНОЕ РАЗРЫХЛЕНИЕ.
УСАДКА ГРУНТА**

Наименование грунтов и пород	Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %	Остаточное объемное разрыхление грунтов, %
	Для грунтов, пролежавших в отвале менее четырех месяцев и не подвергавшихся механическому уплотнению	Для грунтов, пролежавших в отвале более четырех месяцев или подвергавшихся механическому уплотнению
Глина ломовая	28...32	6...9
Глина мягкая жирная	24...30	4...7
Глина сланцевая или моренная	28...32	6...9
Гравийно-песчаные грунты	16...20	5...8
Растительный грунт	20...25	3...4
Лесс мягкий	18...24	3...6
Лесс отвердевший	24...30	4...7
Мергель	33...37	11...15
Опока	33...37	11...15
Песок	10...15	2...5
Разборно-скальные грунты	30...45	15...20
Скальные грунты	45...50	20...30
Солончак и солонец мягкие	20...26	3...6
То же, отвердевшие	28...32	5...9
Суглинок легкий и лессовидный	18...24	3...6
То же, тяжелый	24...30	5...8
Супесок	12...17	3...5
Торф	24...30	8...10
Чернозем и каштановый грунт	22...28	5...7
Шлак	14...18	8...10
Галька	26...32	6...9
Песок с примесью щебня и гравия	14...28	1,5...5,0

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО И ОСТАТОЧНОГО РАЗРЫХЛЕНИЯ

Вид грунта	Коэффициент первоначального разрыхления $K_{пр}$	Коэффициент остаточного разрыхления $K_{ор}$
Глина жирная	1,24...1,30	1,04...1,07
Растительный грунт	1,20...1,25	1,03...1,04
Лесс мягкий	1,18...1,24	1,03...1,06
Песок	1,10...1,15	1,02...1,05
Суглинок легкий	1,18...1,24	1,03...1,06
Суглинок тяжелый	1,24...1,30	1,05...1,08
Супесь	1,12...1,17	1,03...1,05
Шлак	1,14...1,18	1,08...1,10
Торф	1,24...1,30	1,08...1,10

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МОНТАЖНЫХ КРАНОВ

Марка	Грузоподъемность	Вылет стрелы, м	Высота подъема крюка, м	Инвентарная расчетная стоимость, р.	Себестоимость машино-смены $C_{\text{маш.-см}}$, р.
<i>Гусеничные краны</i>					
Э-303Б	5	3...7	7,5	9400	20,25
МКГ-6.3	6,3	3,2...16,0	14	20 500	24,85
Э-6526	7,5	4,3...17,0	17,2	12 700	24,58
МКГ-10А	10	4...16	14	23 800	27,63
Э-10011А	15	3,8...23,0	9,2	18 500	27,72
МКГ-16	16	4...16	25	22 400	28,13
МКГ-16М	16	4...22	17	30 700	35,40
ДЭК-161	16	4,0...18,5	15,5	28 600	29,14
ДЭК-15Г	25	4,2...14,0	28	36 300	38,32
ДЭК-251	25	4...20	26	28 200	35,94
МКГ-25	25	4...20	31	31 100	37,34
МКГ-25БР	25	5...21	32	36 600	36,54
РДК-25	25	4,0...12,4	12,6	42 400	37,15
РДК-250-1	25	4,0...12,7	12,9	77 400	43,13
СКГ-20	30	5...23	13	38 600	39,50
СКГ-30А	30	5...14	14,9	45 900	40,43
СКГ-30/7,5	30	3,5...21,0	23	37 400	39,02
СКГ-30/10	30	5...23	33	46 100	41,72
СКГ-30/10М	30	5...23	33	46 100	41,72
СГК-30/13	30	7,4...21,0	14	49 700	41,90
СГК-30/18	30	5...13	25	46 100	41,80
СГК-30	30	5,6...14,0	14	57 600	43,87
СГК-35	35	5...14	14,5	50 000	41,90
МГК-40	40	3...24	29	59 200	43,30
СГК-40	40	4,5...24,0	29	42 300	42,87
СГК-40А	40	4,5...24,0	27	40 300	42,84
СГК-40АБС	40	5...27	29	46 000	42,55
СГК-40БС	40	4,5...27	32	43 900	43,31
ДЭК-50	50	6...34	30	69 700	53,44
Э-2505	60	4,4...15,5	9,8	71 600	54,37
Э-2508	60	4,4...26	13,7	50 800	48,54
СГК-40/63	60	5...24	28	51 000	44,94
СГК-63	63	4,5...31,0	39	66 700	54,22
СГК-63А	63	4,5...31,0	15	69 800	53,87
СГК-63БС	63	4,8...28,0	40	73 400	55,34
МГК-100	100	4,6...32,0	58	110 900	82,25
КС-8161БС (СГК-100)	100	5...36	32	132 000	83,22
КС-8161БС	100	5...21	44	132 000	83,30
КС-8162	100	6...34	32	138 400	97,01
КГ-100,1	100	4,6...35,0	35	85 100	65,52
СГК-63/100	100	5...35	35	81 000	65,88
СГК-36/100БС	100	6...31	34	116 000	78,73
СГК-100/40	100	5...31	34	113 000	78,54

Окончание прил. 14

Марка	Грузоподъемность	Вылет стрелы, м	Высота подъема крюка, м	Инвентарная расчетная стоимость, р.	Себестоимость машино-смены $C_{\text{маш.-см}}$, р.
СГК-1000ЭМ	100	6...38	37	246 400	116,2
СГК-1000ЭБМС	100	6...46	54	240 000	119,6
СГК-160	160	6...26	18	218 400	109,2
СГК-160А	160	6...38	45	213 600	108,8
СГК-160БС	160	6...41	55	214 000	108,9
<i>Краны пневмоколесные</i>					
КС-4362БС	12,5	4...11	19	25 000	36,90
МГК-6-45	13	7...20	15	68 100	54,86
КС-4361 (К-161)	16	4...23	11	20 300	35,49
КС-4361А	16	3,8...12,0	15,5	28 700	37,31
КС-4362 (К-166)	16	3,8...16,0	16,5	27 000	36,98
МКП-16	16	3,8...22,0	17	31 500	39,39
КС-5361 (К-255)	25	4,5...14,0	25	32 300	45,99
КС-5363	25	4,5...14,0	31	40 700	47,39
МКП-25	25	5...14	24	36 000	46,41
МКП-25А	25	3,0...18,3	24	40 700	47,99
К-406 (КС-5362)	40	4,5...14,0	38	63 100	61,09
КС-6362	40	4,5...25,0	38	58 900	60,97
МКП-40	40	4,5...20,0	40	74 300	59,28
МКГ-40	40	4,5...22,0	26	61 000	59,87
МКП-50	40	5...25	36	65 300	63,27
КС-7361 (К-631)	63	4,2...25,0	36	80 300	69,56
КС-7362	63	5...23	49	77 900	69,06
КС-7471	63	5...35	55	80 100	69,46
КС-5361 (К-1001)	100	4,5...27,0	41	135 800	93,56
КС-8362	100	5,2...18,0	43	118 400	65,56
КС-8471	100	5...38	45	117 700	85,06
МКГ-100	100	5,2...36,0	42	140 000	97,01

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОБЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ

Марка	Вместимость смесительного барабана по готовому замесу, м ³	Высота выгрузки материала, м	Базовый автомобиль	Габаритные размеры, мм		
				Длина	Ширина	Высота
СБ- 69Б	2,5	0,96	МАЗ-503	6630	2630	3420
АБС-4	4	1,9	МАЗ-5337	7500	2500	3500
МАЗ-MAN 690368 АБС-7ДА		1,9	МАЗ D2866LF25	8575	2550	3850
МАЗ-MAN 690368 АБС-9ДА	7	1,9	MAN D2566LF25	8575	2550	3850
СБ-92-1А	4	960	КамАЗ-5511	7500	2500	3450
581411 (СБ92В-2)	5	0,5-2,0	КамАЗ-55111- 1012-15	7500	2500	3620
СБ-159Б(А)	5	1,9	КамАЗ-55111	7600	2500	3600
СБ-92В-2	5	1,9	КамАЗ-55111	7500	2500	3620
581460	5,5	1,9	КамАЗ-53229-02	9000	2500	3000
581446А	5,5	1,9	КамАЗ-53228-02	8300	2500	3800
СБ-127	6	0,96	КамАЗ-5511	7380	2500	3480
СБ-178	6	1,9	КамАЗ-55111	7100	2500	2830
АБС-6,1-0,1	6	1,9	КамАЗ-58146 В	7500	2500	3500
СБ-214	6	1,9	КамАЗ-54115	7000	2500	3600

ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ*

Тип опалубки	Страна-производитель	Описание
<i>Подъемно-переставная опалубочная система</i>		
Опалубка К	Австрия	Подъемно-переставная опалубка из складных подмостей в комплекте с любой стеновой опалубкой. Опалубка допускает бетонировать участки стен высотой до 3 м
150 F		Система предназначена для вертикальных участков стен высотой до 3 м. Допускает быстрый монтаж и безопасное крепление анкерами на любой высоте. В комплекте рабочие подмости шириной 1,65 м с возможностью обратного хода опалубок на 70 см
MF 240		Опалубка позволяет возводить сооружения с изменяющимися по захваткам углами наклона и наклонными стенами. Для сооружений с вертикальными стенами допускает бетонировать участки высотой до 6 м

* Технический кодекс ТКП 45-1.03-109-2008 (02250) установившейся практики. Высотные здания из монолитного железобетона. Правила возведения. URL: docviewer.yandex.ru/view/0/?*=LdRQ1ybehSQ0Q6ZsTmGAhZlgDgN7InVybcI6Imh0dHA6Ly9uZWZveC5vcmcvZC82ODkzNjcvZC90a3AtNDUtMS4wMy0xMDktMjAwOC0tdnlzb3RueWUtemRhbmI5S55kb2MiLj0aXRzZSI6InRrcC00NS0xLjAzLTE

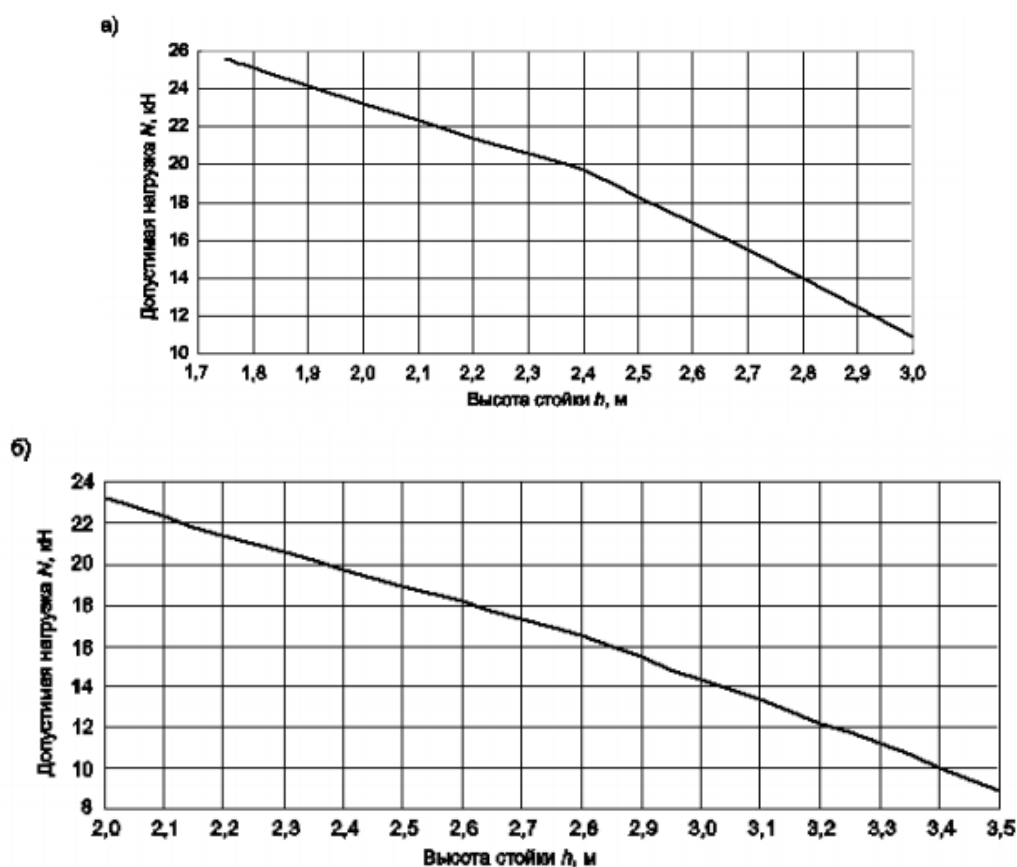
Окончание прил. 16

Тип опалубки	Страна-производитель	Описание
Xclimb 60		Опалубка применяется в качестве системы с перемещением краном или же в качестве самодвижущейся системы. Используются защитные щиты
SKK 180	Германия	Подъемно-переставная опалубка из складных подмостей в комплекте с любой стеновой опалубкой. Опалубка предназначена для участков стен высотой до 3 м
CS 240L (H)		Опалубку можно приспособлять к сооружениям с изменяющимися по захваткам углами наклона и наклонными стенами. В комплекте рабочие подмости с возможностью обратного хода опалубок на 80 см. Для сооружений с вертикальными стенами допускает бетонировать участки высотой до 6 м
KGF 240		Система применима к сооружениям с вертикальными стенами. Допускает быстрый монтаж и безопасное крепление анкерами на любой высоте. В комплекте имеются рабочие подмости
<i>Самоподъемная опалубочная система</i>		
SKE 50	Австрия	Включает систему подмостей для одновременной работы на нескольких уровнях. Грузоподъемность 5 т на каждой консоли
SKE 100		Включает систему подмостей для одновременной работы на нескольких уровнях. Грузоподъемность 10 т на каждой консоли
CS 240L (H)	Германия	Включает систему подмостей для одновременной работы на нескольких уровнях. Грузоподъемность 10 т на каждой консоли
RCS C (P)		Включает систему подмостей для одновременной работы на нескольких уровнях. Грузоподъемность 5 т на каждой консоли. Высота бетонирования 2,7...4,5 м. Включает защитные щиты
<i>Самоподъемная опалубочная платформа</i>		
Платформа SCP	Австрия	Самодвижущаяся подъемно-переставная опалубочная и рабочая платформа для ядер жесткости высотных зданий
Платформа SCF	Германия	
Платформа ACS		

Примечания:

1. В таблице приведены справочные данные на характерные типы опалубок отдельных производителей.
2. Выбор специальной и традиционной опалубочной системы следует производить при проектировании высотных зданий.

**ДОПУСТИМЫЕ НАГРУЗКИ
НА ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЕ СТОЙКИ А300 (А) И А350 (Б)
И СИСТЕМЫ «МОДОСТР»**



**БЕТОНОСМЕСТИТЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ, БЕТОНОНАСОСЫ
И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТРЕЛЫ***

Таблица П.1

Технические характеристики бетоносмесительных узлов LIEBHERR (Германия)

Марка	Максимальная производительность, м ³ /ч	Объем смесителя, л
Compactmix 0.5	30	500
Compactmix 1.0	60	1000
Easymix 1.0	40	1000
Mobilmix 2.25	100	2250
Mobilmix 3.33	150	3330
Betonmix 1.0	60	1000
Betonmix 1.5	75	1500
Betonmix 2.25	100	2250
Betonmix 3.0	120	3000
Betonmix 4.5	210	4500
Betonmix 6.0	260	6000

* Там же.

Продолжение прил. 18

Таблица П.2

Технические характеристики бетоносмесительных узлов STETTER (Германия)

Марка	Максимальная производительность, м ³ /ч	Объем смесителя, л
CP 30	30	500/750
CP 60	56	1500/1000
CP 90	80	2250/1500
CP 110	94	3000/2000
CP 120	108	3750/2500
CP 130	120	4500/3000
H 1 K	60	1500/1000
H 1,25 K	70	1875/1250
H 1,5 K	80	2250/1500
H 2 M	95	3000/2000
H 2,5 M	110	3750/2500
H 3 M	125	4500/3000
M 0,5	32	750/500
M 1	56	1500/1000
M 2	94	3000/2000

Таблица П.3

Технические характеристики бетоносмесительных узлов SPECO (Южная Корея)

Марка	Максимальная производительность, м ³ /ч	Объем смесителя, л
JS 500	25	800
JS 750	35	1200
JS 1000	50	1600
JS 1500	75	2400
JS 2000	100	3200
JS 3000	150	4800
JS 4000	200	6400
JW 250	12	400
JW 350	14	560
JW 500	25	800
JW 1000	50	1600
JZC 350	11	350

Таблица П.4

Технические характеристики стационарных бетононасосов PUTZMEISTER (Германия)

Тип насоса	Производительность, м ³ /ч	Максимальное давление подачи, МПа	Максимальная высота/дальность подачи, м
BSA 1407 D	71/47	7,1/10,6	100/250
BSA 1408 E	79/53	7,1/10,6	100/250
BSA 1409 D	94	10,6	100/250
BSA 2109 H-D	95/57	9,1/15,2	130/350
BSA 2109 H-E	85/51	9,1/15,2	130/350
BSA 2110 HP-D	102/70	15,0/22,0	180/400
BSA 14000 HP-D	102/70	15,0/22,0	350/1000
BSA 14000 HP-E	95/65	15,0/22,0	350/1000

Продолжение прил. 18

Таблица П.5

Технические характеристики стационарных бетононасосов SCHWING (Германия)

Марка бетононасоса	Приводная мощность, кВт		Производительность, м ³ /ч		Максимальное давление бетонной смеси, МПа	
	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>k</i>	<i>s</i>	<i>k</i>	<i>s</i>
BP 2000 HDR-20	111	75/90	51	87	10,0	5,6
	132	110/132	51	87	10,0	5,6
BP 4000 HDR-18HP	167/200		48	83	15,4	9,1
		132/160	45	77	15,4	9,1
BP 4000 HDR-20	167/200		59	102	10,9	6,5
		132/160	55	95	10,9	6,5
BP 8000 HDR-18HP	2 × 132	2 × 132	55	87	20,1	12,9
	2 × 167	2 × 167	68	107	16,3	10,4
BP 2000 HD-20	111	75/90	48	81	10,0	5,6
BP 4000 HD-20	132/167	110/132	56	90	11,0	6,5

Примечание: *D* — дизельный привод; *E* — электрический привод; *k* — привод со стороны поршня; *s* — привод со стороны штанги.

Таблица П.6

Технические характеристики стационарных бетононасосов CIFA (Италия)

Модель	Производительность, м ³ /ч	Максимальное давление на бетон, МПа	Высота/дальность подачи, м	Мощность двигателя, дизель/электро, кВт
PC-307	30	7,0	120/500	37/30
PC-506	52	5,7	100/400	65/55
PC-309	34	9,1	160/650	65/55
PC-607	65	7,2	120/500	82/75
PC-411	43	11,2	180/800	82/75
PC-709	70	9,4	160/670	118/110
PC-415	46	15,0	220/100	118/110
PC-707	65	7,3	20/500	82/175
PC-907	87	7,3	120/500	118/110
PC-612	56	11,6	180/800	118/110

Таблица П.7

Технические характеристики стационарных бетононасосов MECVO (Италия)

Модель	Производительность, м ³ /ч	Максимальное давление на бетон, МПа	Высота/дальность подачи, м	Мощность двигателя, кВт
P4.65AP	60	7,0	100/300	90
P6.90	90	7,0	125/350	110
P7.120	120	8,0	135/400	132
P7.150	145	8,0	145/420	150

Продолжение прил. 18

Таблица П.8

Технические характеристики стационарных бетононасосов SANY (КНР)

Модель	Производительность, м ³ /ч	Максимальное давление на бетон, МПа	Высота/дальность подачи, м	Мощность двигателя, кВт
HBT 50C-1413 III	40...65	8,8...13,0	200/700	75
HBT 60C-1816D III	45...75	10,0...16,0	250/850	161
HBT 80C-1818D III	50...85	10,0...18,0	320/1000	181
HBT 120C-2120D III	75...120	13,0...21,0	380/1350	261
HBT 90CH-2122D III	60...90	14,0...22,0	420/1750	181 × 2 = 362

Таблица П.9

Технические характеристики стационарных бетононасосов серии HBT-S (Z, D)
(HONGA CONSTRUCTION MACHINE CO, LTD, КНР)

Модель насоса	Производительность, м ³ /ч	Давление на выходе, МПа	Максимальная высота/дальность подачи, м
HBT 40S1410-55	33,5	10,0	175/800
HBT 50S1410-75	36,5	10,0	175/800
HBT 50S1413-75	37,0	13,0	230/1000
HBT 60S1413-90	40,0	13,0	230/1000
HBT 60S1416-110	40,0	16,5	280/1200
HBT 60S1816-110	43,0	16,0	280/1200
HBT 80S1813-110	51,4	13,0	230/1000
HBT 60S1413-112R	37,0	13,0	230/1000
HBT 60S1816-161R	44,0	16,0	280/1200
HBT 80S1813-161R	71,0	13,0	230/1000
HBT 80S2118-161R	53,4	18,0	320/1400
HBT 100S2116-161R	61,0	15,68	280/1200
HBT 30Z10007-45	36	7,0	120/580
HBT 40Z1407-55	49	7,0	120/580
HBT 50Z1407-55	53	7,0	120/580
HBT 60Z1407-75	69	7,0	120/580
HBT 60Z1407-112	69	7,0	120/580
HBT 40D1206-55	24,0	6,0	100/500
HBT 40D1506-55	35,0	6,36	100/500
HBT 60D1506-75	40,0	6,36	100/500

Окончание прил. 18

Таблица П.10

Технические характеристики распределительных стрел фирм ELBA/SCHEELE, PUTZMEISTER, SCHWING (Германия)

Модель	Дальность/высота подачи, м	Угол поворота, град. (...°)	Диаметр бетоновода, мм	Общая масса с ходовым механизмом, кг
<i>ELBA/SCHEELE</i>				
М 17-20	16,8/20,3	360°	125	14 000
MS 19/22	18,8/22,3	390°	125	14 500
М 21/25	20,8/24,7	360°	125	16 000
М 24/28	24,1/27,7	390°	125	22 000
М 27/31	27,0/30,6	390°	125	22 000
М 28/32-125	28,0/31,7	360°	125	24 200
М 33/36	32,3/36,0	360°	125	30 000
М 40/44-125	40,1/43,6	360°	125	35 000
<i>PUTZMEISTER</i>				
М 24	20,0/23,6	370°	100/125	16 000
М 26	22,0/25,5	370°	100/125	17 000
М 28	24,0/27,6	390°	100/125	17 000
М 31	27,4/30,8	370°	125	22 000
М 32	27,9/31,6	370°	100/125	22 000
М 32/4	28,0/31,6	370°	100/125	22 000
М 38	34,1/37,6	365°	125	30 000
М 38/4	33,9/37,9	65°	125	30 000
М 43	38,6/42,6	365°	100/125	30 000
М 45	40,6/44,6	365°	125	30 000
М 50	46,1/49,7	365°	125	38 000
М 53	49,1/52,7	365°	112/125	38 000
М 60	55,9/59,9	365°	125	46 000
<i>SCHWING</i>				
KVM 21/18	17,55/20,8	400°	125	14 000
KVM 23/20	19,45/22,7	400°	125	16 000
KVM 25/22	21,50/25,1	370°	125	16 000
KVM 28/24	24,0/27,7	370°	125	19 000
KVM 31/27	27,05/30,75	370°	125	22 000
KVM 32/28	31,62/28,0	370°	125	22 000
KVM 36/32	32,1/35,8	400°	125	27 000
KVM 42/38	38,05/41,65	400°	125	35 000

Таблица П.11

Технические характеристики распределительных стрел серии HG (КНР)

Модель	Обслуживаемый радиус, м	Рабочая высота, м	Угол поворота стрелы, град.	Масса устройства, кг
HG 10	10	5,2	360°	1750
HG 12	12	5	360°	1500

Таблица П.12

Технические характеристики манипулятора RV 10 (RV 13) фирмы PUTZMEISTER (Германия)

Показатель	Значение
Максимальный вылет стрелы, м	9,98 (12,67)
Площадь перекрытия (обслуживания) рабочей площадки, м ²	320 (450)
Масса, кг	1620 (2560)

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИСТАВНЫХ И САМОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ***

Марка крана	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Высота подъема, м	Дополнительные характеристики
Башенный кран приставной/Mitsuber МСТ 80 FR (QTZ-80) — Германия	8	55	150	Мощность двигателя 30 кВт. Грузоподъемность при макс. вылете 1,3 т. Высота подъема без крепления крана к каркасу 39 м
Башенный кран приставной/Mitsuber МСТ 160 FR (QTZ-160) — Германия	10	60	170	Мощность двигателя 51,5...2,0 кВт. Грузоподъемность при макс. вылете 2,3 т. Высота подъема без крепления крана к каркасу 44,7 м
Башенный кран Carlo-Raimondi, серия LR — Италия	8	50	150	Грузовой момент 64.197 тм. Грузоподъемность макс. при вылете 21 м — 3,0 т; 33 м — 6,0 т. Грузоподъемность при макс. вылете, м — 1,3...2,3/36...50 т. Скорость подъема 20...90 м/мин
Башенный кран Carlo-Raimondi, серия MR — Италия	8	66	133	Грузовой момент 38...125 тм. Грузоподъемность макс. при вылете (м) 19,0 — 2,0 т; 28,5 — 4,4 т; Грузоподъемность, т/вылет макс., м — 1,0...2,1/36-66; Скорость подъема 16...98 м/мин
Башенный кран стационарный (приставной) / Terex-Comedil СТ L серия — Италия	16	60	500	Грузовой момент 140...560 тм. Грузоподъемность макс. при вылете (м) 17 — 6,0 т; 9,4 — 1,7 т. Грузоподъемность, т/ вылет макс., м — 1,7...9,4/50...60. Скорость поворота 0,0...0,8 об./мин. Скорость подъема 0...140 м/мин. Скорость передвижения крана 0...24 м/мин
Кран башенный стационарный / Terex-Comedil СТТ серия, 181, ...	40	85	285	Грузовой момент 46...488 тм. Грузоподъемность макс., т/вылет, м 2,5...40/18,4...12,2. Грузоподъемность, т/вылет макс., м 1.0...4,0/40...85. Скорость подъема, опускания 0...180 м/мин. Приставной для высотного строительства

* Каталог «Башенные краны». URL: <http://www.cdminfo.ru/spetstehnika/stroitel'naya-tehnika/2.-bashennyie-kranyi.html>

Продолжение прил. 19

Марка крана	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Высота подъема, м	Дополнительные характеристики
Башенный кран JASO J 36 MAC — Испания	2	35	204	Грузовой момент 38 тм. Грузоподъемность макс., т/ вылет, м 2,0/19. Грузоподъемность, т/вылет макс., м 1,0/35. Скорость подъема, опускания 20...56 м/мин
Башенный кран JASO J 4010...J5010 серия — Испания	3	50	204	Грузовой момент 45...55 тм. Грузоподъемность макс., т/вылет, м 2,5/18,2...22. Грузоподъемность, т/вылет макс., м 1,0/40...50 Скорость подъема, опускания 0...64 м/мин. Скорость передвижения каретки 0...60 м/мин. Скорость поворота 0,0...0,8 об./мин. Скорость передвижения крана 0...25 м/мин
Башенный кран JASO J 37NS...J52 NS серия — Испания	4	52	204	Грузовой момент 41...76 тм. Грузоподъемность макс., т/вылет, м 2,5...3,0/16,5...25,4. Грузоподъемность, т/вылет макс., м 0,9...1,1/37...52 Скорость подъема, опускания 0...82 м/мин
Башенный кран JASO J 100N...J300 серия — Испания	6	75	346	Грузовой момент 79...228 тм. Грузоподъемность макс., т/вылет, м 3,0...6,0/26,5...38,0. Грузоподъемность, т/вылет макс., м 1,2...2,7/55...75. Скорость подъема, опускания, 0...120 м/мин
Башенный кран JASO J 80PA...J180PA серия — Испания	6	50	370	Грузовой момент 72...216 тм. Грузоподъемность макс., т/вылет, м 2,5...6,0/29...36,0. Грузоподъемность, т/ вылет макс., м-1,3...3,0/ 40...50
Башенный кран Potain MR се- рия — Франция	12	50	116	Грузовой момент 132...294 тм. Грузоподъемность макс., т/вылет, м 8,0...12,0/16,5...24,5. Грузоподъемность, т/ вылет макс., м-2,1...6,0/ 40...50. Скорость подъема, опускания 0...130 м/мин
Кран башенный Potain MAXI Torkit серия	32	80	106	Грузовой момент 234...1920 тм. Грузоподъемность макс., т/вылет, м 6,0...32,0/39,0...60,0. Грузоподъемность, т/вылет макс., м 3,0...23,0/70...80. Скорость подъема, опускания 0...260 м/мин

Продолжение прил. 19

Марка крана	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Высота подъема, м	Дополнительные характеристики
Башенный кран стационарный /Liebherr 91 EC-(01; 02; 03; 04; 05) — Швейцария	6	50; 45; 39,2; 33,4; 27,6/2,4	49,5/130	Грузоподъемность на макс. вылете 1,5; 1,9; 2,4; 3,1; 4,1 т. Вылет при макс. грузоподъемности 16,6; 17,7; 18,4; 19,3; 20 м. Высота подъема указана для свободностоящего крана/ при анкерном креплении крана к зданию
Башенный кран приставной / Liebherr 112 EC-N8- (01; 02; 03; 04) — Швейцария	8	55; 50; 45; 40/2,2	47,5/183	Грузоподъемность на тах вылете 1,55; 2,15; 2,55; 3,05 т. Вылет при макс. грузоподъемности 14,5; 16,6; 17; 17,4 м. Высота подъема указана для свободностоящего крана/ при анкерном креплении крана к зданию
Башенный кран стационарный / Liebherr 180 EC-N10-(01; 02; 03; 04; 05) — Швейцария	10	60; 55; 50; 45; 40/2,4	68/183	Грузоподъемность на тах вылете 2,2; 2,6; 3,15; 3,8; 4,75 т. Вылет при макс. грузоподъемности 17,3; 17,9; 18,8; 19,6; 20,9 м. Высота подъема указана для свободностоящего крана/при анкерном креплении крана к зданию
Башенный кран Liebherr HC серия- Швейцария	80	100	110	Грузовой момент 800...5000 тм. Грузоподъемность макс. 20,0 т при вылете 40 м и 80 т при 62 м. Грузоподъемность 7 т при макс. вылете 4,2 м и 80 т при 100 м
Башенный кран Liebherr A серия — Швейцария	110	80	160	Грузовой момент 600...5000 тм. Грузоподъемность 45,0 т макс. при вылете 14,7 м и 110 т при 13,6 м. Грузоподъемность 6,0...9,0 т при макс. вылете 76...80 м
Башенный кран XCMG QTZ серия — Китай	4; 6; 8; 10; 12; 20	30...70	100...222	Башенные краны самомонтируемые с поворотной башней, стационарные и приставные
Башенный кран с поворотной башней КБ 585 серия — Россия	10	35-60/10-28	160	С верхним поворотом. Придвижной, на рельсовом ходу; стационарный, приставной с основанием башни в монолитном фундаменте; стационарный свободностоящий и приставной с опорной рамой и балластом. Грузовой момент 100...280 тм. Грузоподъемность на макс. вылете 2...8 м
Башенный кран стационарный КБ 474-(00;01;02;03) серия — Россия	8	50; 45; 40; 35/4,8	222,4	Грузоподъемность макс. вылете 2,0; 2,5; 3,1; 3,8 м. Грузовой момент 164 тм. База/колея 6/6 м. Высота свободностоящего крана 42,4 м

Продолжение прил. 19

Марка крана	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Высота подъема, м	Дополнительные характеристики
Башенный кран стационарный КБ 474 -(10;11;12;13;14) серия — Россия	8	55; 50; 45; 40; 35/4,8	124,9	Грузоподъемность на макс. вылете 1,2; 2,0; 2,5; 3,1; 3,8 м. Грузовой момент 164 тм База/колея 6/6 м. Высота свободностоящего крана 48,9 м
Башенный кран стационарный КБ 473-(00;01;02;03;0,4) серия — Россия	8	50; 45; 40; 35; 30/3,2	122,4	Грузоподъемность на макс. вылете 2,0; 2,5; 3,1; 3,8; 4,8 м. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Грузовой момент 164 тм. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями-анкерами
Башенный кран стационарный КБ 473-(05;06;07;08;0,9) серия — Россия	8	50; 45; 40; 35; 30/3,2	162,4	Грузоподъемность на макс. вылете 2,0;2,5;3,1;3,8;4,8 м. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Грузовой момент 164 тм. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями-анкерами
Башенный кран приставной/КБ 571Б — Россия	12	70/3,8	150	Грузоподъемность на макс. вылете 2,6 м. База/колея 7,5/7,5 м. Кран с верхним поворотом. Грузовой момент макс. 250 тм. Масса общая 250 т. Высота свободностоящего крана 70 м
Башенный кран приставной КБ-471У1 — Украина	8	50/3,5	150	Грузоподъемность (при вылете 35/40/45/50 м) 2,7/2,2/1,8/1,6 т. Скорость подъема максимального груза 0,00...0,75 м/с. Частота вращения 0,6 об./мин. Скорость передвижения грузовой тележки 0...30 м/мин. Высота подъема, м: 45; 80; 120; 150
Башенный кран КБ 473-00	8	50/3,2	122,4	Грузоподъемность при макс. вылете 2,0 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями

Продолжение прил. 19

Марка крана	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Высота подъема, м	Дополнительные характеристики
КБ 473-01	8	45/3,2	122,4	Грузоподъемность при макс. вылете 2,5 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 473-02	8	40/3,2	122,4	Грузоподъемность при макс. вылете 3,1 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 473-03	8	35/3,2	122,4	Грузоподъемность при макс. вылете 3,8 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 473-04	8	30/3,2	122,4	Грузоподъемность при максимальном вылете 4,8 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 473-05	8	50/3,2	162,4	Грузоподъемность при макс. вылете 2,0 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 473-06	8	50; 45; 40; 35; 30/3,2	162,4	Грузоподъемность при макс. вылете 2,5 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями

Окончание прил. 19

Марка крана	Грузоподъемность, т	Вылет стрелы, м	Высота подъема, м	Дополнительные характеристики
КБ 473-07	8	40/3,2	162,4	Грузоподъемность при макс. вылете 3,1 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 473-08	8	35/3,2	162,4	Грузоподъемность при макс. вылете 3,8 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 473-09	8	30/3,2		Грузоподъемность при макс. вылете 4,8 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 164 кН-м. При увеличении высоты кран крепится к зданию специальными связями
КБ 573	10	40	153	Грузоподъемность при макс. вылете 4 т. База/колея 6,0/6,0 м. Высота свободностоящего крана 42,4 м. Максимальный грузовой момент 250 кН-м. Масса общая 81 т. Высота свободностоящего крана 42,4 м

Учебное электронное издание

Абрамян Сусанна Грантовна
Бурлаченко Олег Васильевич

КОМПЛЕКСНАЯ РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ
МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Учебное пособие

Заместитель заведующего РИО *М. Л. Манзюк*
Корректор *Н. Э. Ситникова*
Верстка *А. Г. Сиволобова*

Минимальные систем. требования:
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0

Тираж 10 экз.

Подписано в свет 06.04.2018.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 6,6. Объем данных 7,3 Мбайт

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
400005, г. Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28, корп. 1