



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра «Технология строительного производства»

## Учебное пособие

по дисциплине

«Технологические процессы в строительстве»

**«Технологические процессы и механизация в строительстве»**

Автор  
Иванчук Е.В.



Ростов-на-Дону, 2022

## Аннотация

Учебное пособие предназначено для студентов очной формы обучения для бакалавров направления 08.03.01 «Строительство» по профилю подготовки «Промышленное и гражданское строительство»)

В пособии приведены варианты заданий для практических занятий по бетонным, монтажным и каменным работам, и варианты для курсового и дипломного проектирования «Разработка технологической карты на земляные работы».

## Автор

к.т.н., доцент кафедры «Технология строительного производства»  
Иванчук Е.В.

## Оглавление

|   |     |
|---|-----|
| Введение  | 5   |
| 1. Технологические процессы в строительстве   | 6   |
| 1.1. Основные понятия технологического проектирования   | 6   |
| 1.2. Содержание и структура строительных процессов  | 9   |
| 1.3. Развитие строительных процессов в пространстве и времени   | 14  |
| 1.4. Охрана труда в строительстве   | 20  |
| 1.5. Трудовые ресурсы строительных процессов  | 21  |
| 1.6. Техническое и тарифное нормирование  | 22  |
| 1.7. Документирование строительных процессов  | 25  |
| 2. Практические занятия   | 29  |
| 2.1. Каменные работы  | 29  |
| 2.1.1. Основные термины и определения   | 29  |
| 2.1.2. Практическое занятие №1: Технология каменной кладки  | 30  |
| 2.2. Монолитные работы  | 38  |
| 2.2.1. Общие сведения по устройству монолитных железобетонных фунда-<br>ментов зданий и сооружений  | 38  |
| 2.2.2. Практическое занятие №2: Технология устройства монолитных<br>железобетонных фундаментов зданий и сооружений  | 40  |
| 2.3. Монтаж одноэтажных промышленных зданий   | 50  |
| 2.3.1. Общие сведения о монтаже промышленных зданий   | 55  |
| 2.3.2. Практическое занятие №3: Технология монтажа железобетонного<br>каркаса одноэтажного промышленного здания   | 53  |
| 2.4. Утепление фасадных поверхностей стен, эксплуатируемых<br>зданий с устройством защитно-отделочного покрытия из облицовочных пане-<br>лей  | 66  |
| 2.4.1. Общие сведения об утеплении фасадов  | 66  |
| 2.4.2. Практическое занятие №4: Технология устройства утепления фасад-<br>ных поверхностей стен эксплуатируемых зданий с устройством защитно-<br>отделочного покрытия из облицовочных панелей | 71  |
| 2.5. Штукатурные работы   | 83  |
| 2.5.1. Общие сведения по выполнению штукатурных работ   | 83  |
| 2.5.2. Практическое занятие №5: Технология устройства монолитной<br>штукатурки  | 90  |
| 3. Технология механизации строительства   | 94  |
| 3.1. Общие сведения о комплексной механизации строительного производ-<br>ства   | 94  |
| 3.2. Технология земляных работ  | 99  |
| 3.3. Курсовая работа «Разработка технологической карты на земля-<br>ные работы»   | 103 |
| 3.3.1. Порядок выполнения курсового проекта   | 103 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.3.2. Оформление курсовой работы  | 104 |
| 3.3.3. Порядок выполнения курсового проекта  | 104 |
| 3.3.4. Подсчет объемов земляных работ  | 106 |
| 3.3.5. Выбор машин и механизмов для земляных работ   | 117 |
| 3.3.6. Расчет калькуляции трудовых затрат и машинного времени  | 125 |
| 3.3.7. Разработка графика производства работ   | 127 |
| 3.3.8. Организация и технология строительного процесса   | 131 |
| 3.3.9. Расчет технико-экономических показателей проекта  | 131 |
| 3.3.10. Составление ведомости материально-технических ресурсов   | 132 |
| 3.3.11. Контроль качества и приемка работ  | 132 |
| 3.3.12. Техника безопасности при производстве работ  | 133 |
| Приложение 1 – Задание к практической работе «Технология каменной кладки   | 134 |
| Приложение 2 – Задание к практической работе №2 Технология устройства монолитных железобетонных фундаментов зданий и сооружений    | 135 |
| Приложение 3 - . Задание для практического занятия №3 Технология монтажа железобетонного каркаса одноэтажного промышленного здания | 141 |
| Приложение 4 – Задание для практического занятия №4: Технология устройства утепления фасадных поверхностей                         | 145 |
| Приложение 5 – Задание к практическому занятию №5: Технология устройства монолитной штукатурки                                     | 154 |
| Приложение 6 - Исходные данные для выполнения курсовой работы «Разработка технологической карты на земляные работы»                | 156 |
| Приложение 7 – Справочные данные для выполнения курсовой работе  | 160 |
| Приложения 8 – Примеры для выполнения графической части курсовой работы  | 170 |
| Список использованной литературы   | 173 |

## Введение

Строительство является одной из основных сфер производственной деятельности человека. Конечным результатом выполнения совокупности строительных производственных процессов является строительная продукция, под которой подразумеваются отдельные части строящихся объектов и законченные, т. е. введенные в эксплуатацию, здания и сооружения различного назначения.

В последние годы деятельность по проектированию и строительству зданий существенно изменилась как в части применяемых конструктивных решений, современных конструкций, материалов и технологий, так и в части использования высокоэффективных строительных машин, механизмов, оснастки. Существенный качественный скачок в развитии технологии производства строительного производства получил выполнение многообразных строительных процессов и организационных приемов строительства зданий и сооружений.

Технология строительного производства — это наука о методах выполнения строительных процессов, обеспечивающих обработку строительных материалов, полуфабрикатов и конструкций с качественным изменением их состояния, физико-химических свойств, геометрических размеров с целью получения продукции заданного качества. При этом понятие «метод» включает в себя принципы выполнения строительных процессов, базирующиеся на различных способах воздействия (физических, химических, механических и др.) на предмет труда (материальные элементы строительных процессов), с использованием эффективных орудий труда (технических средств строительных процессов).

Таким образом, технология строительного производства является материально-технической составляющей строительного производства и решает вопросы, как и чем выполнять строительные процессы.

## 1. Технологические процессы в строительстве

### 1.1. Основные понятия технологического проектирования

Строительство является отраслью производства, охватывающей процессы, связанные с возведением зданий и сооружений, их ремонтом и реконструкцией, а также с разборкой и передвижкой.

Строительство подразделяется на ряд циклов, объединяющих родственные (сопряженные) технологические процессы. Это позволяет разделить строительство на ряд самостоятельно завершаемых этапов, облегчает комплектование строительства рабочими кадрами и обеспечение его материалами, конструкциями, механизмами. Так, все комплексы работ, выполняемые в период строительства здания или сооружения, подразделяется на нулевой, надземный, отделочный и специальный циклы.

Нулевой цикл включает в себя работы ниже нулевой отметки: устройство водостоков и дренажей, сети автомобильных дорог и проездов, рытье котлованов, траншей, возведение фундаментов и стен подвалов; подготовку под полы; устройство лестниц и приемков в подвалах и перекрытий над подвалами; устройство крановых путей и монтаж строительных машин.

Надземный цикл включает в себя технологические процессы монтажа конструкций каркаса (коробки) здания, стен, перегородок, лестниц, перекрытий, конструкций крыши.

Отделочный цикл включает в себя штукатурные, облицовочные, малярные, обойные и стекольные работы, а также устройство покрытий полов.

В специальный цикл входят устройство внутренних сетей и установка приборов водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, газификации, электроснабжения; телефонизация; радиофикация; сигнализация (слаботочные работы).

Внутри каждого цикла устанавливают такую последовательность работ, при которой предусматривают максимальное совмещение работ во времени с неуклонным соблюдением правильной технологии, высокого качества

работ и требований техники безопасности. Так, при работах нулевого цикла котлован разбивают на участки, на которых последовательно производят все работы. Это имеет особенно большое значение при производстве работ в зимних условиях, когда перерыв в устройстве фундаментов и обратной засыпки может привести к промораживанию дна котлована или траншей.

Производство работ при возведении зданий организуют в соответствии с календарным планом (графиком) производства, графиками обеспечения материалами, конструкциями, механизмами, рабочими кадрами технологическими картами на основные виды строительного-монтажных работ.

При этом в основу организации и последовательности работ закладывают поточность, непрерывность и равномерность основных ведущих работ как в целом по зданию, так и по его частям (этапам, захваткам) с последовательным переходом рабочих бригад и механизмов по этим участкам.

Такая организация работ обеспечивает повышение производительности труда, расширяет возможности совмещения работ и сокращает продолжительность строительства.

*Орудия труда* — инструменты, механизмы и приспособления, с помощью которых возводят отдельные части здания.

*Предметы труда* — материалы, изделия и конструкции, из которых возводят части здания.

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

Каждая операция состоит из нескольких тесно связанных между собой рабочих приемов, которые, в свою очередь, состоят из отдельных движений.

*Рабочий процесс* — комплекс технологически связанных трудовых или машинных (или и тех, и других) операций, объединенных в целях получения определенного количества законченной продукции, необходимый для осуществления строительного процесса и выполняемый постоянным составом исполнителей (звеном, бригадой рабочих).

*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 строительством здания и другие строительные сооружения, а также их комплексы.

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

*Строительное производство* — выполнение комплекса подготовительных, основных и специальных строительного-монтажных работ при возведении, реконструкции, техническом перевооружении, капитальном ремонте всех типов зданий и сооружений в любых климатических условиях.

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

*Строительные работы* — работы по строительству сооружений.

*Строительство* — вид производственной деятельности, результатом которой является строительная продукция (или строительные материалы и изделия). Понятие «строительство» включает в себя новое строительство, расширение, реконструкцию, а также техническое перевооружение.

*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.

*Технологический процесс* — совокупность приемов и способов переработки сырья, материалов, полуфабрикатов и соединения отдельных конструкций в целях получения готовой продукции. Технологические процессы подразделяются:

- на заготовительные;
- транспортные;
- подготовительные;
- монтажно-укладочные.

*Технологический ярус* — условное расчленение объекта по вертикали.

*Технология строительного производства* — функциональная система, включающая в себя ресурсы (временные, трудовые и материальные), а также ограничения и правила их взаимодействия для достижения заданного результата — выполнения отдельных видов работ и процессов.

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

## 1.2. Содержание, структура и классификация строительных процессов

В строительных процессах участвуют рабочие, используют технические средства, с помощью которых из материальных элементов создают строительную продукцию.

Строительные процессы характеризуются:

- *неподвижностью строительной продукции* — при выполнении строительных процессов рабочие и технические средства перемещаются, а возводимые здания и сооружения остаются неподвижны;

- *многообразием строительной продукции* — возводимые здания и сооружения различаются по производственным и эксплуатационным характеристикам, форме, размерам и внешнему облику, расположению по отношению к дневной поверхности земли;
- *разнообразием материальных элементов* — при строительстве зданий и сооружений находят применение самые различные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия, при технологическом воздействии на которые создается строительная продукция;
- *природно-климатическими условиями* — здания и сооружения возводят в различных геологических, гидрологических и климатических условиях, что требует соответствующих технологических методов при выполнении строительных процессов.

Строительные процессы по своему содержанию в технологическом отношении представляют собой совокупность двух аспектов. Первый аспект определяет особенности, происходящие с материальными элементами в пространстве и времени без изменения их физико-механических свойств: транспортирование, укладку, уплотнение, сборку, стыковку и др. Второй аспект характеризует физико-химические превращения, изменяющие конечные свойства материальных элементов: прочность, плотность, напряженность, теплопроводность, влагопроницаемость и др.

В строительстве производственные процессы классифицируют на две группы — *внеплощадочные процессы* и *процессы строительной площадки (внутриплощадочные)*, каждая из которых решает определенные задачи и также имеет свою внутреннюю классификацию (см. рис. 1).

***Классификация процессов строительного производства по технологическим признакам:***

1. *Заготовительные процессы* обеспечивают строящийся объект полуфабрикатами, деталями и изделиями. Эти процессы выполняют обычно на специализированных предприятиях (заводах сборного железобетона, заводах

товарного бетона и др.), но также и в условиях строительной площадки (приобъектные бетонорастворные узлы, арматурные цехи и др.).

2. *Транспортные процессы* обеспечивают доставку материальных элементов и технических средств к местам возведения конструкций. При этом транспортные процессы вне строительной площадки осуществляют общестроительным транспортом (от предприятий-изготовителей до складов строительной площадки или непосредственно к месту укладки), а внутри строительной площадки — приобъектными транспортными средствами. Транспортным процессам обычно сопутствуют процессы погрузки, разгрузки и складирования.

3. *Подготовительные процессы* предшествуют монтажно-укладочным и обеспечивают их эффективное выполнение (например, укрупнительная сборка конструкций), предварительное перед монтажом обустройство монтируемых конструкций вспомогательными приспособлениями и др.

4. *Монтажно-укладочные процессы* обеспечивают получение продукции строительного производства и заключаются в переработке, изменении формы или придании новых качеств материальным элементам строительных процессов. Обычно идентичные монтажно-укладочные процессы имеют общие технологические особенности и поэтому не зависят в главном от вида и назначения конкретных возводимых зданий и сооружений.

Монтажно-укладочные процессы делятся на ведущие и совмещенные. *Ведущие процессы* входят в непрерывную технологическую цепь производства и определяют развитие и продолжительность строительства объекта. *Совмещенные процессы*, технологически непосредственно не связанные с ведущими процессами, могут выполняться параллельно с ними. Совмещение процессов (при строгом соблюдении правил безопасности труда рабочих) позволяет значительно сократить продолжительность строительства.

***Классификация строительных процессов по степени участия машин и средств механизации:***

1 *Механизированные процессы* выполняют с помощью машин. Рабочие здесь лишь управляют машинами и обслуживают их.

2 *Полумеханизированные процессы* характеризуются тем, что в них наряду с машинами используют ручной труд.

3 *Ручные процессы* выполняют с помощью инструментов.



Рис. 1.1 – Классификация строительных работ и процессов

**Классификация строительных процессов в зависимости от сложности производства:**

1 *Простой трудовой процесс* представляет собой совокупность технологически связанных между собой рабочих операций, осуществляемых одним

рабочим или группой (звенем) рабочих. Каждая рабочая операция состоит из рабочих приемов, которые включают рабочие движения. Рабочие приемы и движения выполняет один рабочий.

2 *Комплексный (сложный) трудовой процесс* представляет собой совокупность одновременно производимых, простых процессов, взаимно зависимых и связанных конечной продукцией.

Отдельные виды строительных работ получили свое наименование по виду перерабатываемых материалов или по конструктивным элементам, которые являются продукцией данного вида работ. *По первому признаку* различают земляные, каменные, бетонные и т. д., по второму — кровельные, изоляционные и т. д.

Под *монтажными работами* подразумевают совокупность производственных операций по установке в проектное положение и соединению в одно целое элементов строительных конструкций.

Монтажные работы включают монтаж строительных конструкций (металлических, железобетонных и деревянных), санитарно-технических систем (водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и др.), электротехнических устройств, технологического оборудования.

Земляные, бетонные и железобетонные, каменные, отделочные и другие виды работ, а также монтаж строительных конструкций относятся к общестроительным работам. Монтаж внутреннего санитарно-технического оборудования, электрооборудования и др., выполняемый преимущественно специализированными организациями, относится к специальным работам.

При возведении зданий работы выполняют в три цикла (подземный, надземный и отделочный). После окончания подготовительного периода строительства осуществляют *работы подземного цикла*: земляные (рытье котлованов подвала и фундаментов и обратная засыпка грунта с уплотнением), бетон-

ные и железобетонные (устройство фундаментов, бетонной подготовки и отмостки), монтаж строительных конструкций (колонн и панелей стен подвала), гидроизоляционные (гидроизоляция пола и стен подвала).

*Работы надземного цикла:* монтаж строительных конструкций (железобетонных, стальных), панелей наружных и внутренних стен, оконных переплетов и зенитных фонарей; кровельные работы; столярные работы (навеска ворот и дверей); санитарно-технические работы (установка коробов вентиляционных систем).

*Работы отделочного цикла:* окраска стен, потолков, колонн и ферм, окон и дверей; устройство полов; внутренние санитарно-технические и электромонтажные работы; монтаж технологического оборудования и относящихся к нему вентиляционных устройств.

При возведении таких сооружений, как доменные печи, химические и нефтеперерабатывающие установки, градирни, дымовые трубы и т. п., в связи с ограниченным объемом отделочных работ в самостоятельный цикл их не выделяют.

Выполнение санитарно-технических, электромонтажных и других специальных работ согласуют с производством общестроительных работ. Например, вводы водопровода и канализации устраивают в период выполнения работ подземного цикла, санитарно-технические приборы устанавливают во время производства отделочных работ и т. д.

Совокупность строительных процессов, в результате которых появляется конечная (в виде законченных зданий и сооружений) или промежуточная (в виде частей или конструктивных элементов, зданий и сооружений) продукция, представляет собой *строительные работы*.

### **1.3 Развитие строительных процессов в пространстве и времени**

Строительные процессы представляют собой совокупность целенаправленных действий, осуществляемых в пространстве и во времени. Ритмичное и непрерывное осуществление строительного процесса обеспечивается

соответствующим выбором пространственных параметров, связанным с разделением объемного пространства возводимого объекта на участки, захватки, деланки и выделением на них фронта работ и рабочих мест.

В любом строительном процессе участвуют рабочие, предметы, орудия труда, вспомогательные устройства и приспособления; с помощью технических средств из материальных элементов создается строительная продукция.

*Вспомогательные устройства* — это леса, подмости и другие устройства, обеспечивающие необходимое положение в пространстве рабочих, предметов и орудий труда.

*Приспособления* — это кондукторы для сборки, выверки конструкций, причалки, порядовки и другие приспособления, предназначенные для придания заданной формы и размеров строительной продукции — зданий и сооружений.

Каждый строительный процесс протекает в строго определенном месте. Для выполнения каждого строительного процесса необходимо правильно организовать рабочее место. *Рабочим местом* называется пространство, в пределах которого перемещаются участвующие в строительном процессе рабочие, расположены различные приспособления, предметы и орудия труда.

Участок работы, выделяемый одному рабочему или звену, называется *деланкой*, а участок, выделяемый бригаде, — *захваткой*. Размеры деланки и захватки должны обеспечить достаточный фронт работ, позволяющий рабочему звену и бригаде производительно и безопасно работать в течение продолжительного времени (обычно не менее полусмены) без перехода к новому месту работы. Совокупность строительных процессов, в результате которых появляется конечная (в виде законченных зданий и сооружений) или промежуточная (в виде частей или конструктивных элементов, зданий и сооружений) продукция, представляет собой *строительные работы*.

*Число захваток  $m$*  на участке определяется как отношение общего фронта работ  $\Phi_p$  к фронту работ на захватке  $\Phi_3$ , т. е.

$$m = \Phi_p / \Phi_3$$

Фронт работ на захватке должен быть достаточным для одновременной расстановки всей бригады.

$$\Phi_3 = N\Phi_ч/Ч$$

где  $N$  — число исполнителей в бригаде;  $\Phi_ч$  — фронт работ на одного человека (деланка);  $Ч$  — число рабочих смен.

В вертикальном направлении фронт работ, или захватки, разбиваются на ярусы высотой не менее 1,2 м. Высота яруса принимается из расчета создания рабочему таких условий работы, которые способствуют наиболее высокой производительности труда. Если (по конструктивным особенностям объекта) фронт работ открывается лишь в процессе их выполнения, то объект строительства подразделяется на технологические ярусы (рис. 1.2).

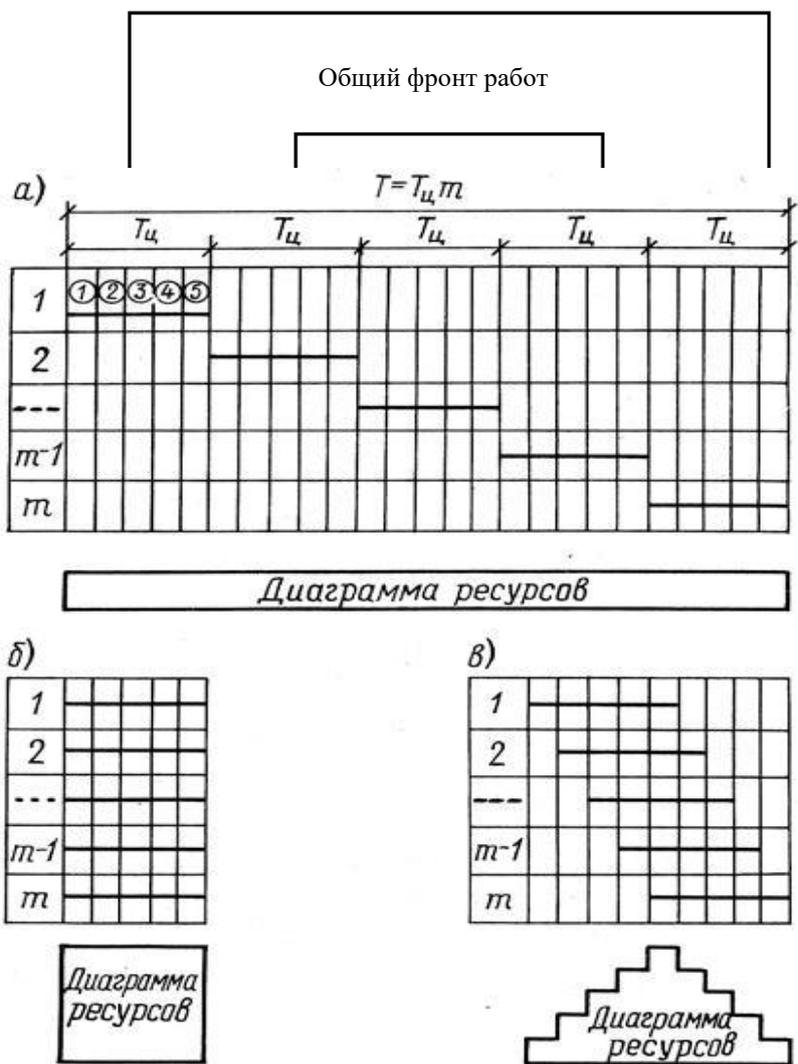


Рис. 1.3  
а — об-  
вертик

Рис. 1.3 – Графики строительства: а – последовательным; б – параллельным; в - поточным методами

Строительные процессы на захватках и участках во времени можно осуществлять *последовательно, параллельно или поточно* (последовательно-параллельно), поэтому такая организация называется соответственно *последовательный, параллельный и поточный методы* производства работ.

**Последовательный метод** предполагает, что каждый последующий процесс возведения каждого следующего здания выполняется вслед за окончанием предыдущего. Продолжительность строительства при этом увеличива-

ется ( $T=T_{ц}m$ , где  $T_{ц}$  — длительность всех технологических циклов, выполняемых на одной захватке;  $m$  — количество захваток). Метод характеризуется минимальным и равномерным потреблением ресурсов (материалы, механизмы, рабочие) во времени (рис. 3а).

**Параллельный метод** предусматривает одновременное выполнение процессов строительства нескольких зданий. Общая продолжительность выполнения нескольких процессов строительства нескольких зданий равна продолжительности выполнения одного ( $T=T_{ц}$ ). При этом возрастает до максимума интенсивность потребления ресурсов (рис. 3б).

**Поточный метод** сочетает достоинства последовательного и параллельного методов и исключает их недостатки. Суть метода состоит в расчленении производственного процесса на составляющие участки (захватки) и совмещении выполнения составляющих так, чтобы однородные процессы (виды работ) выполнялись по захваткам последовательно, а разнородные параллельно (рис. 3в).

Поточный метод сочетает в себе положительные качества последовательного и параллельного методов — рациональное потребление ресурсов и относительно короткие сроки строительства ( $T < T_{ц}m$ ).

Для создания строительного потока необходимо общий производственный процесс расчленить на составляющие циклы (процессы, работы), разделить их между исполнителями, создать производственный ритм, совместить во времени выполнение составляющих процессов. В зависимости от типа и назначения строительных объектов, их конструктивных решений, условий строительства и т. д. можно по-разному расчленять процессы, осуществлять разделение труда, создавать ритмы работ и совмещать процессы.

Выполнение строительного потока в пространстве и времени может быть изображено графически в виде линейного графика, сетевой модели, циклограммы.

Циклограмма – графическое представление строительного потока, в котором процесс (работа) показан в виде наклонной линии к осям (рис. 4).

Ритм потока  $K$  – время, в течение которого выполняется процесс на захватке.

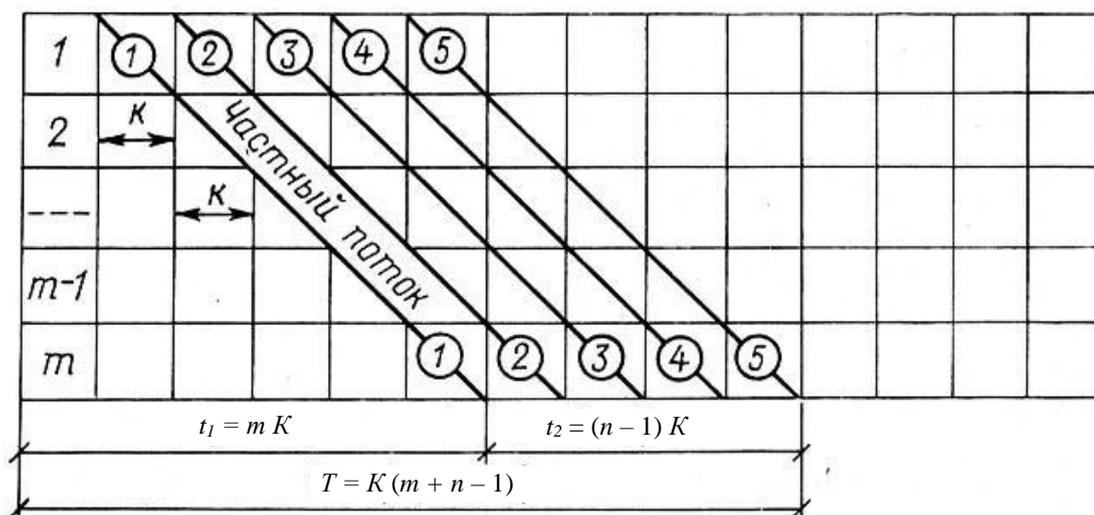


Рис. 1.4 – График - циклограмма

Шаг потока  $K_0$  – время между началом выполнения процессов на захватке. Ритм потока может быть равен шагу потока  $K = K_0$ : по окончании одного процесса на захватке сразу начинается другой. Шаг потока может быть больше ритма потока  $K_0 > K$ : по окончании одного процесса на захватке следующий процесс начинается через определенный промежуток времени. Шаг потока не может быть меньше ритма, так как выполнение двух процессов на захватке не допускается по условиям техники безопасности.

Анализ циклограммы (рис. 4) показывает, что время выполнения одного процесса определяется по формуле:

$$t_1 = m K,$$

Время  $t_2$  определяется по формуле:

$$t_2 = (n - 1) K,$$

где  $n$  – число процессов.

Время выполнения нескольких процессов  $n$  по захваткам определяется по формулам:

$$T = t_1 + t_2$$

или  $T = K(m + n - 1)$ ,

Если  $K_o > K$ , то  $T$  определяется по формуле

$$T = K(m + n - 1) + (K_o - K)(n - 1).$$

В основу современного строительного производства также закладываются принципы системности, безопасности, гибкости, ресурсосбережения, качества, эффективности.

#### 1.4. Охрана труда в строительстве

Охрана труда в строительстве представляет собой систему взаимосвязанных мероприятий (организационных, технических, санитарно-гигиенических и законодательных), цель которых — обеспечение безопасных условий труда при выполнении всех строительно-монтажных работ.

*Организационно-технические мероприятия* — обучение безопасным методам труда, разработка безопасных механизмов, средств труда и на их базе — безопасных строительных процессов.

*Санитарно-гигиенические мероприятия* направлены на создание нормальных условий труда и отдыха на строительной площадке.

*Законодательные мероприятия* регламентируют режим рабочего времени и отдыха, условия труда женщин и подростков, правила приема, перевода и увольнения рабочих, взаимоотношения между рабочими и администрацией.

К работе допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж и инструктаж непосредственно на рабочем месте. Повторный инструктаж проводится при переходе на новую работу или при изменении условий труда. Для выполнения особо опасных и вредных работ (работа на высоте, с пахучими и вредными составами) рабочие допускаются после соответствующего обучения и сдачи экзамена. Основные мероприятия по охране труда на строительной площадке указываются в проекте производства работ и технологических картах.

### 1.5. Трудовые ресурсы строительных процессов

Большое разнообразие строительных процессов требует для их выполнения привлечения рабочих различных профессий, имеющих необходимые знания и практические навыки. **Профессия** — это постоянная деятельность, требующая специальной подготовки. Профессия определяется видом и характером выполняемых строительных процессов: бетонщики выполняют бетонные работы, каменщики — каменные и т. д. Однако каждый из них может иметь свою специальность по данному виду работ, например плотник опалубщик, каменщик по кирпичной кладке и т. д.

Для ведения строительства нужны рабочие с разным уровнем подготовки, т. е. разной **квалификации**. Номенклатура профессий, специальностей и квалификаций строительных рабочих устанавливается действующим «Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах» (ЕТКС). В ЕТКС приведены 179 основных профессий, специальностей и квалификаций.

Показателем квалификации рабочего является **разряд**, устанавливаемый в соответствии с тарифно-квалификационными характеристиками, приведенными для каждой профессии и каждого разряда в ЕТКС. Всего имеется восемь разрядов. Рабочему разряд присваивает квалификационная комиссия, которая руководствуется тарифно-квалификационными требованиями, предъявляемыми к выполняемой работе. Кроме того, рабочий должен знать правила техники безопасности, правила внутреннего трудового распорядка и требования, которым должно соответствовать качество работ по смежным строительным процессам.

Успешное выполнение строительных процессов требует разделения труда между рабочими в соответствии с их квалификацией и организации их совместной работы.

*Звено* – группа рабочих одной профессии и специальности, выполняющих совместно один и тот же процесс. Численный и качественный состав звена определяется числом операций и их сложностью и обычно колеблется в пределах 2–5 человек.

*Бригада* – несколько звеньев рабочих, объединенных для совместного выполнения определенных производственных заданий в планируемые сроки.

*Специализированная бригада* (обычно до 25–30 чел.) состоит из звеньев рабочих одной профессии (штукатуры, маляры, каменщики).

*Комплексная бригада* (до 40–50 чел.) состоит из рабочих разных профессий, занятых выполнением комплексных строительных процессов, связанных единством конечной продукции (бригада каменщиков-монтажников, бригада штукатуров-маляров, бригада по возведению монолитных железобетонных конструкций – плотники арматурщики, бетонщики). Достоинством комплексных бригад является заинтересованность всех рабочих в конечном результате работы бригады.

*Бригада конечной продукции* (до 60–70 чел.) создается для проведения работ по возведению конструктивных элементов здания или здания в целом. Бригада состоит из звеньев рабочих различных профессий, выполняющих общестроительные, монтажные и даже специальные работы.

## 1.6. Техническое и тарифное нормирование

*Техническое нормирование* — это установление технически обоснованных норм затрат труда, машинного времени и материальных ресурсов на единицу продукции. Нормы затрат труда выражают в виде норм времени и выработки.

Важнейшим показателем эффективности трудовой деятельности рабочего является **производительность труда**, определяющая прогресс общественного производства, а также уровень развития производительных сил общества.

Производительность труда строительных рабочих определяется:

**выработкой** — количеством строительной продукции, выработанной за единицу времени (за 1 ч., смену и т. д.);

**трудоемкостью** — затратами рабочего времени (чел.-ч, чел.-смена и т. д.) на единицу строительной продукции (м<sup>3</sup> кирпичной кладки, м<sup>2</sup> штукатурки и т. п.). Данная характеристика является одним из основных показателей оценки производительности труда. Чем меньше затраты труда на единицу продукции, — тем выше производительность труда.

Количественно трудоемкость регламентируется техническим нормированием.

**Нормой времени** называется количество времени, необходимого для изготовления единицы продукции надлежащего качества. При определении нормы времени исходят из условия, что нормируемую работу выполняют по современной технологии рабочие соответствующей профессии и квалификации.

**Нормой машинного времени** также является количество времени работы машины, необходимое для изготовления единицы машинной продукции соответствующего качества при правильной организации работы, позволяющей максимально использовать эксплуатационную производительность машины.

Норма выработки рабочего или звена рабочих и соответственно норма выработки машины или комплекта машин представляет собой количество продукции, получаемой за единицу времени при условиях, принятых для установления норм времени.

Нормы времени и нормы выработки связаны следующим соотношением:

$$H_{\text{выр}} = 1/H_{\text{вр}}$$

где  $H_{\text{выр}}$  — норма выработки в единицах продукции;  $H_{\text{вр}}$  — норма времени в единицах времени на одного рабочего.

Зная нормы времени и нормы выработки, можно определить уровень производительности труда. Если заданная работа, на которую по нормам полагалось  $T_{нор}$  времени, была выполнена за  $T_{фак}$ , то

$$U_{п.т} = (T_{нор}/T_{фак}) * 100\%$$

Уровень производительности труда по количеству продукции, которая должна быть получена за единицу времени  $П_{нор}$ , и по фактически выполненной продукции  $П_{фак}$ , составит:

$$U_{п.т} = (П_{фак}/П_{нор}) 100\%$$

Норма выработки машины связана с нормой машинного времени зависимостью:

$$H_{выр. м} = 1/H_{вр. м},$$

где  $H_{выр. м}$  — нормы выработки машины в единицах продукции;  $H_{вр. м}$  — норма машинного времени в единицах времени.

Нормы используют для расчетов с рабочими, при разработке документации по производству работ и оценке эффективности принятых технологических решений.

Технически обоснованные нормы составляют путем исследования процессов на протяжении всего рабочего дня. Чтобы пронормировать строительный процесс, необходимо, прежде всего, его проанализировать, т. е. установить характеристики, содержащие описание продукции, технические требования к качеству и другие данные. Затем провести хронометражные наблюдения на выбранном объекте. На основе накопленных данных разрабатывают технически обоснованные нормы и нормали, которые подлежат проверке в производственных условиях.

В процессе хронометражных наблюдений продолжительность элементов нормируемого процесса измеряют 10 ... 15 раз и, кроме того, фотографируют рабочий день. Для этого применяют скоростную киносъемку, позволяющую изучать быстропротекающие процессы.

Цель тарифного нормирования — оценить качество труда, количество которого устанавливают по технически обоснованным нормам. Тарифная система позволяет дифференцировать оплату труда в зависимости от сложности и трудоемкости выполняемой работы. Тарифная система состоит из тарифных сеток, определяющих соотношения в оплате труда различных групп рабочих (разрядов рабочих), принимаемых по ЕТКС, и тарифных ставок, определяющих размер оплаты рабочих за единицу времени (час, день, месяц). В настоящее время в строительстве действует шестирядная сетка.

На основе норм времени и тарифных ставок устанавливают расценки для сдельной оплаты труда.

Нормы времени и расценки приводятся в Единых нормах и расценках на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕиР), а также в Ведомственных нормах и расценках (ВНиР) и Местных нормах и расценках (МНиР) и Государственных элементных сметных нормах (ГЭСН).

### 1.7. Документирование строительных процессов

К обязательной документации, регламентирующей организацию строительства, относятся:

- проект организации строительства (ПОС)
- проект производства работ (ППР)

*Проект организации строительства (ПОС)* - это документация, в которой укрупнено решаются вопросы рациональной организации строительства всего комплекса объектов данной строительной площадки. ПОС разрабатывает обычно генеральный проектировщик или по его заданию какая-либо другая (субподрядная) проектная организация. *При двухстадийном проектировании* ПОС разрабатывается на первой стадии "Проект". На основе ПОС составляется множество ППР, конкретизирующих решения ПОС для отдельных объектов.

**Проект производства работ (ППР)** - документация, в которой детально прорабатываются вопросы рациональной технологии и организации строительства конкретного объекта данной строительной площадки. ППР разрабатывает обычно генеральный подрядчик или привлекаемая им специализированная организация. В любом случае ППР утверждает руководитель генподрядной организации. При двухстадийном проектировании ППР составляется на стадии "Рабочая документация" (по времени это обычно совпадает с организационной подготовкой строительства).

*При одностадийном проектировании* составляется сокращенный проект организации и производства работ.

Состав ПОС и ППР регламентируется нормами СНиП 12-01-2004 Организация строительства (рис. 5 и 6).



Рис. 1.5 – Состав ПОС

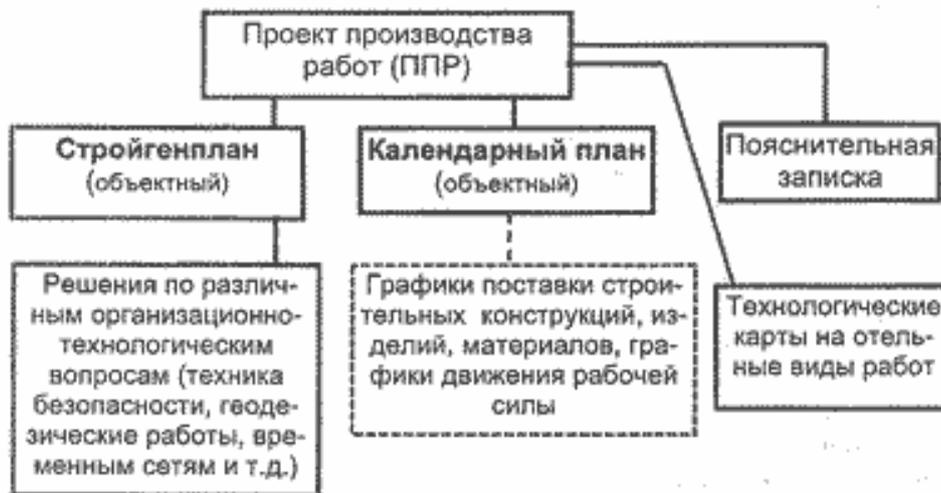


Рис. 1.6 – Состав ППР

**Технологическая карта** — основной документ технологии строительного производства, регламентирующий последовательность и режимы выполнения строительного процесса на базе прогрессивных методов и комплексной механизации. Технологическая карта разрабатывается на отдельные виды строительных работ или процессов и включает:

1. Область применения.
2. Технологию и организацию строительных процессов.
3. Калькуляцию затрат труда и машинного времени.

4. График производства работ.
5. Контроль качества строительных процессов.
6. Технику безопасности.
7. Материально-технические ресурсы.
8. Техничко-экономические показатели.

Технологическая карта отражает область применения карты и технологические требования; виды процессов и их состав: нормативы, которые необходимо выполнить; природно-климатические, геологические и другие условия; особенности функционирования процесса; технологические режимы, способы и приемы получения продукта; допустимые режимы, обеспечивающие получение заданного продукта в соответствии со СНиП, ГОСТами, ТУ и другими нормативными документами; схемы рабочей зоны на время выполнения элементарного процесса (операции) с размещением и привязкой машин и механизмов, материальных ресурсов (материалов, полуфабрикатов и изделий) и указанием путей перемещения их в зону функционирования процесса; способы, режимы и последовательность ведения операций с указанием рациональных типов технологической оснастки (приспособлений и устройств); решения по технике безопасности; затраты труда на весь объем и на единицу объема, затраты машино-смен, выработку на одного работающего; количество материалов, деталей и конструкций, число и типы машин и инструмента.

Существуют следующие **виды технологических карт**:

- типовая технологическая карта;
- технологическая карта с привязкой к конкретному объекту;
- технологическая карта с привязкой к объекту и к местным условиям.

**Карту трудовых процессов** разрабатывают для указания рациональных приемов труда при выполнении отдельных видов технологических операций. В ней указывают наиболее рациональный состав рабочего звена для обеспечения эффективного функционирования технологического процесса, распределение между рабочими операций; приводят режимы труда и отдыха. В ней

описаны: область применения, организация трудовых процессов; пооперационный график и распределение работ среди рабочих звена (бригады); условия труда.

Карты трудовых процессов строительного производства являются основными нормативными и инструктивными документами научной организации труда. Они предназначены для выполнения отдельных или комплекса производственных операций, входящих в технологические процессы. В каждом процессе содержится значительное число трудовых (рабочих) операций, для каждой из которых в картах трудовых процессов указаны рациональные приемы и способы выполнения.

## **2. Практические занятия**

### **2.1. Каменные работы.**

#### ***2.1.1. Основные термины и определения***

*Каменные работы* – строительные работы, выполняемые при возведении каменных конструкций зданий и сооружений. Это комплекс процессов, в состав которых, кроме основных (кладка кирпича или камней на растворе), включаются вспомогательные процессы (установка лесов и подмостей, подача материалов и т. п.).

*Фронт работ* – длина возводимых стен на всем здании или на одной захватке.

*Ярус* – часть здания (1,2–1,5 м), 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 2–3 яруса.

*Версты* – все ряды кладки с обеих сторон. Версты бывают наружными, если они образуют наружный (обращенный на фасад) ряд, и внутренними, если ряд кладки выходит внутрь помещения. Различают тычковые и ложковые версты.

*Ложковый ряд кладки* – ряд, образуемый при укладке камня длинной стороной вдоль стены.

*Тычковый ряд кладки* – ряд, который образуется при кладке камня короткой стороной.

*Забутка* – внутренние ряды кладки, уложенные между верстами при забутовке.

*Вподрезку* – швы полностью заполняются раствором.

*Впустошовку* – швы не заполняются раствором на 10–15 мм для лучшего сцепления штукатурного слоя с кладкой.

*Под расшивку* – швы, отделяемые специальной расшивкой.

*Подмости* – деревянный настил, устанавливаемый на перекрытии; служит рабочим местом для выполнения некоторых строительных работ (например, кладки стен).

### **2.1.2. Практическое занятие №1: Технология каменной кладки**

Задание:

1. Подсчитать объемы работ каменной кладки
2. Разделить здание на ярусы и захватки
3. Составить калькуляцию
4. Составить график производства работ
5. Составить ведомость потребности в материалах.

Варианты заданий см. Приложение 1.

Производственный процесс кирпичной кладки состоит из основных (подача и раскладка кирпича, подача, расстиление и разравнивание раствора, укладка кирпича в дело) и вспомогательных (установка порядовок, натягивание и перестановка причалки, оковка кирпича, проверка кладки, перелопачивание раствора) рабочих операций. Параллельно с кладкой выполняются про-

цессы по устройству и перестановке лесов и подмостей, монтажу сборных железобетонных конструкций. Кладка наружных и внутренних стен здания выполняется, как правило, одновременно.

### ***Расчет объемов работ каменной кладки***

Объем работ по каменной кладке стен следует подсчитывать отдельно по наружным и внутренним стенам, перегородкам толщиной 1/4 и 1/2 кирпича, по материалу, толщине кладки стен прямиков и каналов.

По сложности кладка стен различается по следующим видам: простая – с усложненными частями до 10% площади стен; стены средней сложности – с усложненными частями до 20 % площади стен; особо сложные стены – с усложненными частями, занимающими более 10 % площади стен. К усложненным частям кладки относятся выполняемые из кирпича или различных керамических блоков пилястры, карнизы, пояски, эркеры, лоджии, устройство ниш, обрамление проемов кирпичными элементами криволинейного очертания и т. п.

Объем кладки стен:

$$V = (P - P_1) b,$$

где  $P$  – площадь стен,  $m^2$ ;  $P_1$  – площадь оконных и дверных проемов по наружному обводу коробок,  $m^2$ ;  $b$  – толщина стен, м.

Площадь стены равна развернутой длине стены, умноженной на ее высоту. Если ось стены симметрична по отношению к ее толщине то периметр здания определяется в осях. При смещении оси стены по отношению к ее толщине периметр здания подсчитывается методом «отсечки», т. е. используя размер в свету. Высота стен определяется от обреза фундамента до верха карниза, а при его отсутствии – до верха последнего ряда кладки. К объему кладки, подсчитанному таким образом, следует добавлять объем архитектурных деталей: пилястр, карнизов, парапетов, поясов, лоджий, эркеров. В объем кладки включают также объем гнезд и борозд, оставленных для заделки концов балок, плит, панелей перекрытий, объем ниш отопления, вентиляционных и дымовых

каналов. Не следует включать в объем кладки объем конструкций из материалов, отличающихся от материалов кладки (например, железобетонные перемычки, балки, сантехнические блоки).

При подсчете объемов работ объем мелких архитектурных деталей высотой до 25 см (сандрики, пояски) в объем кладки не включается. Объем кладки внутренних стен определяют по их размерам между внутренними гранями наружных стен.

Объем работ по устройству перегородок вычисляют по проектной площади за вычетом проемов по наружному обводу коробок. Высота перегородок определяется размером от перекрытия до потолка. Объем кладки при устройстве печей, дымовых труб исчисляют без вычета пустот и учета объема вертикальных и горизонтальных разделок. Объемы работ по установке и разборке наружных и внутренних лесов, предназначенных для каменной кладки стен, определяют по площади вертикальной проекции на фасад здания.

Объем раствора для кирпичной кладки зависит от толщины и сложности степ и перегородок. Для расчета объема раствора при устройстве кирпичных наружных и внутренних стен, а также различной толщины перегородок целесообразно пользоваться справочными данными.

В каждом каменном здании или сооружении, как правило, имеются различные архитектурные элементы, выполняемые из кирпича, стены могут иметь разную толщину по высоте здания. Поэтому при проектировании при определении объемов каменных работ расчет целесообразно выполнять в табличной форме (табл.3). После составления таблицы посредством суммирования определяют общий объем кирпичной кладки.

Определяем **трудоемкость работ** (затраты труда):

$$Q = N_{вр} \cdot P \text{ (чел-ч.)}$$

где  $N_{вр}$  – норма времени на 1 м<sup>3</sup> кладки;  $P$  – объем работ.

Определяем **время выполнения кирпичной кладки** в сменах  $T$ :

$$T = \frac{Q}{N \cdot t_{см} \cdot K_{в.н.}} \text{ (см)}$$

где  $N$  – численный состав звена каменщиков,  $K_{в.н}$  – коэффициент выполнения норм,  $K_{в.н} = 1,1$ ;  $t_{см}$  – длительность смены в часах,  $t_{см} = 8$  ч.

Таблица 2.1 – Ведомость объемов работ по возведению кирпичной кладки

| Наименование работ                 | Площадь стен, м <sup>2</sup> | Площадь проемов, м <sup>2</sup> |        | Площадь за вычетом проемов, м <sup>2</sup> | Объем кладки, м <sup>3</sup> |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------|--|------------------------------|
|                                    |                              | окон                            | дверей |  |                              |
| Кладка наружных стен под расшивку  |                              |                                 |        |  |                              |
| Кладка внутренних стен впустошовку |                              |                                 |        |  |                              |

### *Деление фронта работ на ярусы и захваты*

Организация рабочего места каменщика на перекрытии, подмостях или лесах (рис. 2.1) включает мероприятия по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещению в определенном порядке с целью создания необходимых условий для высокопроизводительного и безопасного труда рабочих при достижении необходимого качества работ. Основными задачами организации рабочего места являются его удобная планировка, хорошее оснащение и обслуживание.

Кирпич подается к рабочему месту до начала смены (2-я и 3-я смены),

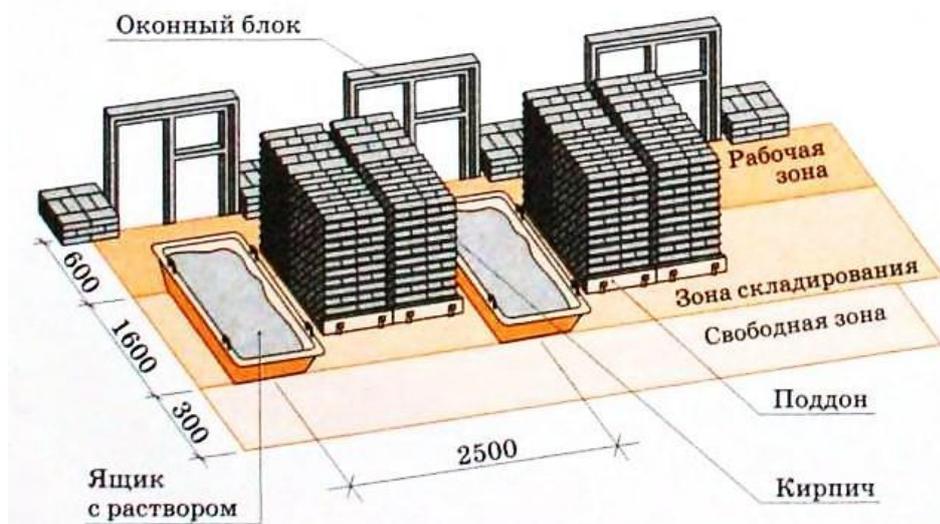


Рис. 2.1 – Рабочее место каменщика

причем запас кирпича на рабочем месте должен быть в количестве, необходимом для 2–4-часовой работы звена; раствор подается на подмости перед началом кладки и в дальнейшем материалы подаются по мере их расходования. На рабочем месте не должно быть избытка материала, так как это не только перегружает подмости, но и приводит к необходимости перемещения его на другие участки.

*Ярус* — часть здания, условно ограниченная по высоте, где без изменения уровня работы каменщиков по отношению к перекрытию выполняют рабочие процессы кладки в течение одной смены. Делянка, в зависимости от высоты этажа и толщины стен, по высоте может быть разбита на 2...3 яруса.

Число делянок и их размеры устанавливают в зависимости от трудоемкости кладки и сменной выработки звеньев. На стенах с простой кладкой в два кирпича при звене «двойка» длина делянки составит 12...17 м, для звена «тройка» — 19...25 м и для звена «пятерка» — 24...40 м.

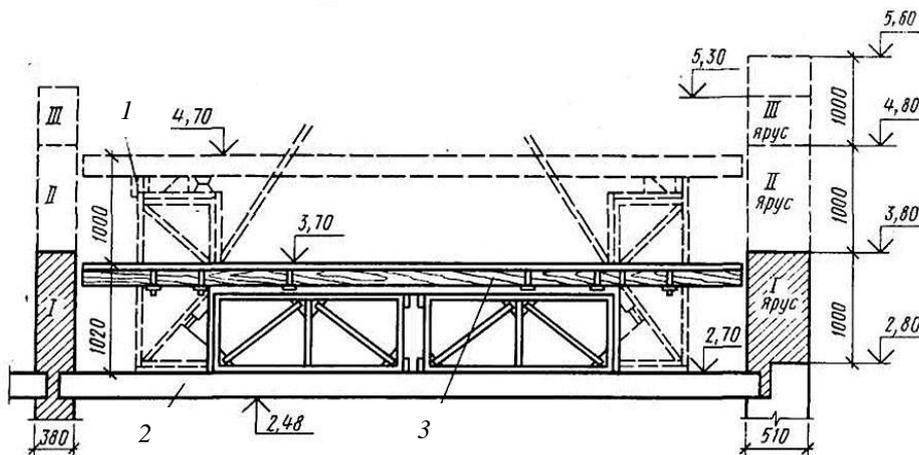


Рис. 2.2 – Схема разбивки этажа на ярусы  
 1 – уровень подмостей для кладки 2-го яруса; 2 – междуэтажное перекрытие; 3 – подмости

Оптимальный для работы уровень кладки 60...80 см, производительность труда падает до 50% при нулевом уровне и высоте 1,1...м, поэтому именно в этих пределах и назначают высоту яруса. При высоте этажа до 2,8 м и толщине стен до двух кирпичей допускается иметь высоту яруса до 1,5 м, т. е. на этаже два яруса по высоте, при большей толщине стен и высоте этажей более 3 м принимают три яруса (рис. 2.2). Кладку первого яруса каменщики выполняют с земли или междуэтажного перекрытия, второго и третьего с подмостей, раздвижных или устанавливаемых в два яруса. При свободной кладке свыше 4 м обычно используют трубчатые леса.

Комплектация звеньев каменщиков зависит от конструкции, толщины и сложности кладки, общего объема и трудоемкости работ, задействованного числа единиц монтажных механизмов.

### ***Калькуляция трудовых затрат***

Для определения трудоемкости работ составляется калькуляция затрат труда. На основании исходных данных (Приложение 1) согласно нормативам ЕНиР [6–8] определяются трудозатраты и состав звеньев – исполнителей. Форма, по которой составляется калькуляция трудовых затрат, приведена в табл. 2.2.

Нормативная трудоемкость работ в чел.-ч. определяется по формуле:

$$T_n = H_{вр} V_{раб} ,$$

где  $H_{вр}$  – норма времени (чел.-ч);  $V_{раб}$  - объем работ.

Нормативная трудоемкость работ в чел.-дн. определяется по формуле:

$$T_{n(чел-дн.)} = T_n / n$$

где  $n$  – количество рабочих часов в смену

Таблица 2.2 - Калькуляция трудовых затрат на основные работы при возведении наружных и внутренних несущих стен

| № п/п | Основание | Наименование работ | Ед. изм. | Объем работ | Норма времени чел.-ч | Трудовые затраты, чел-ч | Состав звена |
|-------|-----------|--------------------|----------|-------------|----------------------|-------------------------|--------------|
|       |           |                    |          |             |                      |                         |              |

### ***График производства работ***

В календарном плане производства работ указываются последовательность выполнения работ, продолжительность их и взаимная увязка. Каждая работа изображается линией (одинарной, двойной, тройной – в зависимости от количества рабочих смен в сутки), над линией следует указывать количество рабочих, занятых при выполнении данной работы. Все работы должны быть увязаны между собой по срокам начала и окончания. Например, укладка плит перекрытий может выполняться только после окончания работ по кладке стен и перегородок этажа.

При построении плана необходимо стремиться к максимальному сокращению общего срока за счет увеличения сменности и максимального совмещения по времени отдельных видов работ, не нарушая при этом требования охраны труда.

Расчет затрат труда и машинного времени (трудоемкости) производится по ЕНиР с занесением данных из табл. 2.2 в ведомость затрат труда и

машинного времени (табл. 2.3). Продолжительность работ в сменах определяется делением нормативной трудоемкости, выраженной в чел.-сменах, на планируемый состав звена (число рабочих) с учетом коэффициента перевыполнения норм (для каменных работ рекомендуется  $k_{nn} = 1,1 - 1,3$ ). Продолжительность работ необходимо округлять до целого числа в меньшую сторону (с учетом сокращения нормативного времени).

Таблица 2.3 - График производства работ

| N п/п | Обоснование | Наименование работ | Ед. изм. | Объем работ | Трудозатраты чел.-дн |       | $k_{nn}$ | Состав звена | Рабочие дни |   |   |
|-------|-------------|--------------------|----------|-------------|----------------------|-------|----------|--------------|-------------|---|---|
|       |             |                    |          |             | Норм.                | План. |          |              | 1           | 2 | 3 |
|       |             |                    |          |             |                      |       |          |              |             |   |   |
|       |             |                    |          |             |                      |       |          |              |             |   |   |
|       |             |                    |          |             |                      |       |          |              |             |   |   |

***Ведомость потребности в материалах.***

Количество основных материалов определяется по физическим объемам работ и нормам расхода материалов (табл. 2.4). Потребность в основных материалах, полуфабрикатах, конструкциях составляется по форме табл. 2.5.

Таблица 2.4 - Потребность в конструкциях, изделиях и материалах

| Наименование | Ед. изм. | Объем работ | Норма расхода | Потребность в конструкциях, изделиях и материалах |       |
|--------------|----------|-------------|---------------|---|-------|
|              |          |             |               | Ед.изм.   | Объем |
|              |          |             |               |   |       |

Таблица 2.5 - Расход кирпича и раствора на 1 м<sup>3</sup> кладки

| Наименование работ | Материалы | Ед. изм. | Норма расхода при толщине стен, кирпичей |     |     |     |     |     |
|--------------------|-----------|----------|--|-----|-----|-----|-----|-----|
|                    |           |          | 0,5                                      | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
|                    |           |          |  |     |     |     |     |     |

|  |         |                |       |       |       |       |       |       |
|--|---------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Кладка стен наружных и внутренних из кирпича глиняного обыкновенного или силикатного | Кирпич  | шт             | 420   | 400   | 395   | 394   | 392   | 390   |
|  | Раствор | м <sup>3</sup> | 0,189 | 0,221 | 0,234 | 0,24  | 0,245 | 0,25  |
| То же из кирпича модульного  | Кирпич  | шт             | -     | 300   | 295   | 294   | 292   | 290   |
|  | Раствор | м <sup>3</sup> | -     | 0,205 | 0,216 | 0,222 | 0,227 | 0,232 |

## 2.2 Монолитные работы

### 2.2.1 Общие сведения по устройству монолитных железобетонных фундаментов зданий и сооружений

Установка опалубки фундамента начинается с нижней ступени. Панели подаются к месту установки на спланированную поверхность грунта и соединяются по углам в короб. В него укладывают нижнюю арматурную сетку (причем устанавливают ее на фиксаторы, обеспечивающие защитный слой бетона по проекту), затем устанавливают объёмный каркас подколонника с креплением его к нижней сетке вязальной проволокой. После этого противоположные панели этого короба соединяют проволочными стяжками диаметром 4-10 мм. На каждую пару противоположных панелей ставится не менее чем две стяжки. Их пропускают через отверстия в палубе щитов, через схватки и, натянув, закрепляют клиновыми зажимами.

На нижний короб устанавливаются временные рабочие настилы, с которых собирается опалубка следующей ступени. На рёбра щитов нижнего короба наносятся риски, фиксирующие положения щитов второй ступени. По рискам устанавливаются заранее собранные панели, соединяются их опорные элементы - схватки «в мельницу». К нижнему коробу балки крепятся стробцинами.

Противоположные панели короба второй и третьей ступени соединяются стяжками аналогично коробу первой ступени. Стяжки могут проходить сквозь арматуру подколонника и служить дополнительным фиксирующим средством. Сборка короба подколонника ведётся аналогично коробу второй ступени. Заканчивается она креплением опалубки стакана к верхнему коробу

струбцинами. Эта работа выполняется с навешиваемых подмостей. Опалубка стакана выверяется по осям и отметкам. Далее устанавливают навесную рабочую площадку и лестницу.

После бетонирования фундаментов первой захватки и выдерживания бетона в течение 1 суток опалубка на каждом из фундаментов разбирается крупными блоками - на панели площадью до 10 м<sup>2</sup>. – с помощью крана, очищается, смазывается, переставляется на следующую захватку и здесь вновь собирается. Для первой захватки такой следующей является третья, для второй – четвертая и т.д.

Ведущей работой при устройстве монолитных фундаментов является укладка бетонной смеси. Подбор и назначение состава бетонной смеси должны осуществляться строительной лабораторией. Работы по приему и укладке бетонной смеси производят с инвентарных площадок, имеющих на блочной опалубке.

В состав работ по бетонированию фундаментов входят:

- прием и подача бетонной смеси;
- укладка и уплотнение бетонной смеси;
- уход за бетоном.

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси не должна превышать 4,5 м. Спуск бетонной смеси с высоты более 4,5 м осуществляется по вертикальным звеньевым хоботам или лоткам.

Бетонную смесь в фундаменты укладывают в 2 этапа: бетонирование фундамента до отметки низа стаканообразователя – бетонирование стенок стакана. Продолжительность перерыва между этапами бетонирования (или укладки слоев смеси) не должна превышать 2 часа. Перекрытие предыдущего слоя бетона последующим должно быть выполнено до начала схватывания бетона в предыдущем слое.

Бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями толщиной 0.3 - 0.5 м. Каждый слой бетона тщательно уплотняют глубинными вибраторами.

Мероприятия по уходу за бетоном в период набора прочности, порядок и сроки их проведения, контроль за выполнением этих мероприятий необходимо осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01-87. Открытые поверхности бетона необходимо защищать от потерь влаги путем поливки водой или укрытия их влажными материалами.

Окончательную разборку опалубки фундамента производят на последних захватках.

На весь комплекс работ после их завершения составляется акт освидетельствования скрытых работ. А в течение процесса работ данные о контроле записываются в журнал производства работ.

### **2.2.2 Практическое занятие №2: Технология устройства монолитных железобетонных фундаментов зданий и сооружений**

Задание:

1. Подсчитать количество фундаментов и разбить фронт работ на захватки.
2. Определить объемы опалубочных, арматурных и бетонных работ.
3. Спроектировать деревометаллическую опалубку фундамента.
4. Составить ведомость основных деталей, материалов и полуфабрикатов.
5. Рассчитать калькуляцию трудовых затрат и график производства работ.

Варианты заданий представлены в приложении 2.

#### ***Подсчет количества фундаментов и разбивка на захватки.***

Согласно своему варианту (Приложение 2) вычертить план строительной площадки и подсчитать количество фундаментов.

Размер захватки следует принимать таким, чтобы продолжительность выполнения отдельного вида работ на захватке равнялась одной или нескольким сменам. Переход звена рабочих с одной захватки на другую среди смены нежелателен.

Количество захваток и число фундаментов в захватке определяем следующим образом:

Определяем объем бетонной смеси, который звено бетонщиков в составе 2 человека уложат за 1 день:

$$V_{\text{бет.1дн.}} = \frac{n_{\text{ч}} \cdot n_{\text{чел}} \cdot n_{\text{см}}}{N_{\text{вр}}}, \text{ м}^3$$

где  $n_{\text{см}}$  – количество смен;  $n_{\text{чел}}$  – количество человек в звене по ЕНиР,  $n_{\text{чел}} = 2$ ;  $n_{\text{ч}}$  – количество часов в смену,  $n_{\text{ч}} = 8$ ;  $N_{\text{вр}}$  – норма времени по ЕНиР, чел.-ч.

Определяем количество фундаментов, которое звено бетонщиков в количестве 2 человека выполнит за 1 день:

$$N_{\text{ф}} = \frac{V_{\text{бет.1дн.}}}{V_{1\text{ф-та}}}$$

где  $V_{1\text{ф-та}}$  – объем бетона на 1 фундамент,  $\text{м}^3$ .

Определяем количество дней, за которое звено бетонщиков выполнит все фундаменты:

$$m = \frac{V_{\text{бет.общ.}}}{V_{\text{бет.1дн.}}} (\text{дн.})$$

Принимаем целое количество дней и уточняем количество фундаментов, которое звено бетонщиков выполнит за 1 день:

$$N = \frac{\text{количество.ф-тов}}{m} (\text{шт.})$$

Определяем окончательное количество захваток:

$$M = \frac{\text{количество.ф-тов}}{N} (\text{захваток}).$$

**Определение объемов опалубочных, арматурных и бетонных работ**

Объемы или количество работ подсчитываются на основании приводимых в задании планов и размеров фундаментов.

Таблица 2.6 - Объемы работ

| Наименование работ по конструктивным элементам  | К-во фун-тов | Ед. изм. | Объем работ    |                 |
|---|--------------|----------|----------------|-----------------|
|   |              |          | В одном фун-те | Во всех фун-тах |
| 1   | 2            | 3        | 4              | 5               |
| 1. Опалубочные работы<br>Устройство опалубки столбчатых фундаментов из стальных щитов.<br>1-я ступень $4,2*0,3*2+3,6*0,3*2 = 4,72$<br>2-я ступень $3,3*0,3*2+2,7*0,3*2 = 3,6$<br>3-я ступень $2,7*0,3+1,8*0,3*2 = 2,7$<br>Подколонник $2,1*3,3+1,2*3,3*2 = 21,78$ | 36           | м        | 4,72           | 169,9           |
|   | 36           | м        | 3,6            | 129,6           |
|   | 36           | м        | 2,7            | 97,2            |
|   | 36           | м        | 21,78          | 784,0           |
| Итого:  |              |          | 35,32          | 1271,5          |
| 2. Арматурные работы. Армирование фундаментов сетками и каркасами массой до 0,3 т.<br>Сетка С-1 (горизонтальная)<br>Каркас на 4 сеток С-2 (вертикальный)  | 36           | шт.      | 1              | 36              |
|   | 36           | шт.      | 1              | 36              |
| Итого:  |              |          | 2              | 72              |
| 3. Бетонные работы. Бетонирование фундаментов.<br>1-я ступень $4,2*3,6*0,3 = 4,54$<br>2-я ступень $3,3*2,7*0,3 = 2,67$<br>3-я ступень $2,7*1,8*0,3 = 1,46$<br>Подколонник $2,1*1,2*3,3 = 7,67$  | 36           | м        | 4,54           | 163,44          |
|   | 36           | м        | 2,67           | 96,12           |
|   | 36           | м        | 1,46           | 52,56           |
|   | 36           | м        | 7,67           | 276,12          |
| Итого:  |              |          | 16,34          | 688,24          |

Опалубочные работы измеряются в м<sup>2</sup> площадки опалубки, смоченной бетоном при укладке. Иными словами, это площадь боковой поверхности фундаментов, закрываемых опалубкой. Подсчитывается по геометрическим размерам фундаментов.

Арматурные работы исчисляются в штуках устанавливаемых сеток и каркасов. Подсчитываются по схемам армирования, приводимых в здании. Соединение сеток под колонника в объемный каркас производится сваркой по ходу установки.

Бетонные работы исчисляются в м<sup>3</sup> уложенного бетона. Подсчитываются по геометрическим размерам фундаментов. Результаты подсчетов по всем видам работ сводятся в таблицу. Пример заполнения такой таблицы приведен в табл. 2.6.

### ***Проектирование опалубки и армирование фундаментов***

При проектировании опалубки следует ознакомиться с приведенными в Приложении 2 (табл. 2.4) элементами опалубки и с рис. 2.3, пример конструирования опалубки.

Проектирование опалубки ведут параллельно с рассмотрением всех стадий ее сборки, установки, армирования фундамента. Для проектирования опалубки студент должен пользоваться изображениями фундаментов, которые должны быть вычерчены в достаточно крупном масштабе. Боковые поверхности на этих изображениях «одевают» щитами, подбирая подходящие по размеру из Приложения 2 (табл. 2.4).

Пример подбора и раскладки щитов опалубки столбчатого фундамента показан на рис. 2.3а. Щиты следует подбирать по возможности более крупными, чтобы было меньше стыков. Число используемых типоразмеров должно быть минимальным.

Не исключено, что из щитов принятого типа не удастся набрать точный размер одной или даже всех сторон фундамента. В этом случае набирают ближайший больший или ближайший меньший размер. Возможные способы соединения таких щитов в блок требуемых размеров рассмотрены на рис. 2.4.

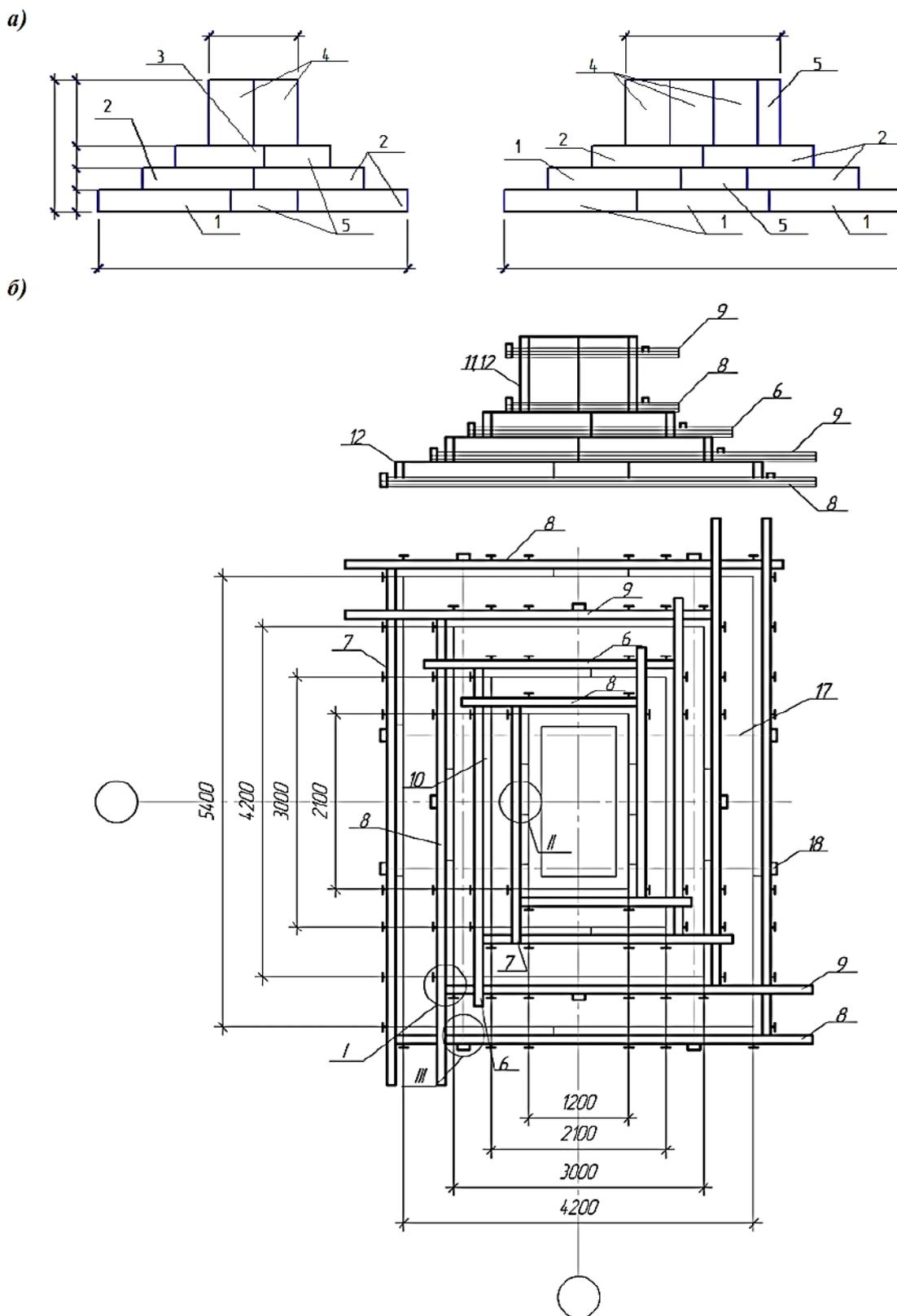


Рис. 2.3 – Пример конструирования мелкощитовой опалубки фундамента (ЦНИИОМТП): а- раскладка щитов; б – установка наружных угловых элементов и схваток; 1 – 5 щиты, 6 – 10 – схватки, 11,12 – наружные угловые элементы, 13 – крюк натяжной с клином, 14 – клин (длиной 125 мм), 15 – то же (длиной 80 мм), 16 – палец (длиной 123 мм), 17 – стяжка, 18 – замок стяжки

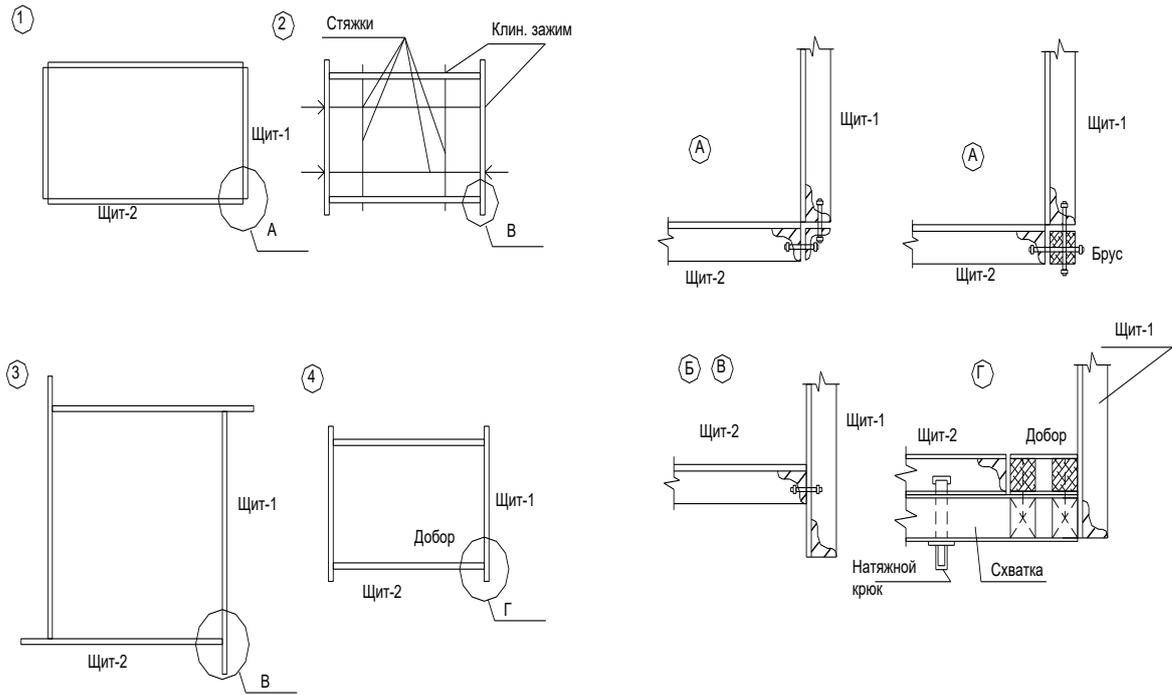


Рис. 2.4 - Варианты оседания щитов в короб

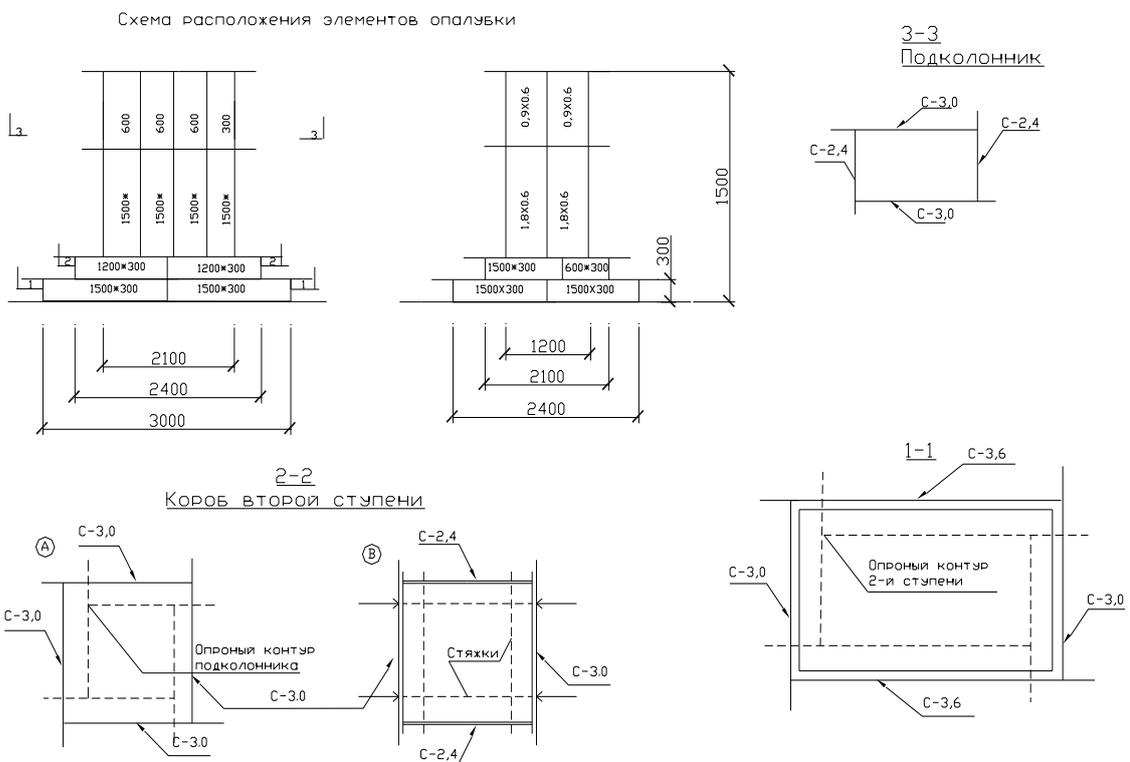


Рис.2.5 - Раскладка щитов и постановка схваток опалубки столбчатого фундамента: А - вариант, когда все панели равны размерам фундамента; Б - вариант, когда две панели равны, а две больше размеров фундамента

По боковым граням щиты соединяют друг с другом с помощью болтов или пружинных кляммер. При этом следует предусмотреть постановку не менее двух кляммер или болтов на каждую длинную сторону и не менее одной на каждую короткую. Несколько одиночных щитов объединяются в одну общую короткую панель с помощью схваток, придающих панели необходимую прочность и жесткость. Принцип комплектования панелей и расстановки схваток показан на рис. 2.5.

Схватки, прежде всего, поставлены по нижней грани каждой ступени и подколонника. При этом для второй ступени и подколонника они служат опорой, передающей нагрузку на верхнюю грань нижележащих ступеней. Следующие схватки по подколоннику расставлены, в соответствии с рекомендациями с интервалом около метра. Соединяют схватки со щитами с помощью натяжных крюков. При соединении схваток со щитами рекомендуется ставить по одному крюку у каждого конца схватки и по одному на каждые 2 м длины между крайними запорами.

Установка опалубки фундамента начинается с нижней ступени. Панели подаются к месту установки на спланированную поверхность грунта или на бетонный подстилающий слой и соединяются по углам в короб. Способ соединения определяется набором щитов панелей.

Возможны три варианта.

1. Каждая панель короба точно соответствует по длине проектному размеру фундамента. В этом случае панели соединяют болтами либо с помощью инвентарных монтажных уголков, либо через угловые вставки-брусся (рис.2.4-1).

2. Две противоположные панели точно соответствуют по длине проектному размеру фундамента, а две другие – несколько длиннее. В этом случае панели соединяют болтами, пропущенными через опалубку (рис.2.4-2).

3. Ни одна из панелей не соответствует по длине проектным размерам фундамента. Если при этом все они длиннее, их раскладку производят в виде «мельницы» (рис.2.4-3) с креплением углов аналогично рис.2.4-2. Если две из них короче, их удлиняют до проектного размера стороны фундамента деревянными вставками и соединяют в углах, как показано на рис.2.4-4. Вставки крепят гвоздями к пробкам, забитым между швеллерами схваток.

Собранный нижний короб рихтуют, выставляют строго по осям и отметкам, крепят подкосами от случайной сдвижки. Затем в короб укладывают нижнюю арматурную сетку и устанавливают объемный каркас подколонника. После этого противоположные панели нижнего короба могут быть соединены проволочными стяжками диаметром 4-10 мм. На каждую пару противоположных панелей ставят не менее чем по две стяжки. Их пропускают через отверстия в палубе щитов, через схватки и, натянув, закрепляют клиновыми зажимами. После постановки стяжек установить арматуру уже невозможно, поэтому армирование выполняется раньше.

Роль стяжек следует отметить особо. В тех случаях, когда размеры панелей точно соответствуют размерам сторон фундамента, прикрепленные к панелям схватки соединяются по углам в замок. Именно угловые замковые соединения сваток позволяют образовать прочный контур короба, удерживающий давление бетона. В случаях же, когда размеры панелей больше или меньше размеров фундамента, схватки и углах не соединяются, они вынужденно принимаются короче (узел Г рис.2.4-4), и всю нагрузку от бетона воспринимают стяжки.

Чтобы не дырять палубу щитов, стяжки можно пропустить в стык между щитами. Для этого при сборке щитов в нужные стыки между ними вводят рейки соответствующей толщины и зажимают болтами.

На нижний короб устанавливают временные рабочие настилы, с которых собирают опалубку следующей ступени. На ребра щитов нижнего короба наносят риски, фиксирующие положение щитов второй ступени.

По рискам устанавливают заранее собранные панели, соединяя их опорные элементы – схватки «в мельницу». К нижнему коробу схватки крепятся струбцинами. Доборные деревянные элементы устанавливают и крепят по месту.

При формировании короба второй ступени следует учитывать, соответствует ли высота нижнего короба высоте нижней ступени фундамента или она выше ее. В зависимости от этого нижняя грань щитов второй ступени навешивается либо на уровне верхней грани первой ступени, либо ниже ее на соответствующую величину. Противоположные панели короба второй ступени соединяют стяжками (рис.2.4-2) аналогично коробу первой ступени. Стяжки могут проходить сквозь арматуру подколонника и служить дополнительным фиксирующим средством.

Сборка подколонника ведется аналогично сборке второй ступени. Заканчивается она креплением опалубки стакана к верхнему коробу струбцинами. Эта работа выполняется с навешиваемых подмостей. Опалубка стакана выверяется по осям и отметкам.

### ***Ведомость основных деталей, материалов и полуфабрикатов.***

На основании ведомости подсчета объемов работ и результатов проектирования опалубки составляется ведомость потребности в основных материалах, полуфабрикатах, деталях.

Результаты подсчетов сводятся в табл. 2.7.

Таблица 2.7 - Основные детали, материалы, полуфабрикаты

| № п/п | Наименование                                    | Марка      | Потребность кол-во шт. |       |
|-------|---|------------|------------------------|-------|
|       |   |            | На 1 ф-нт              | всего |
|       | Стальная щитовая опалубка ЦНИИОМТП «Монолит 77» |            |                        |       |
| 1     | Щит основной                                    | ЩС-1,2-0,6 |                        |       |

|   |              |            |  |  |
|---|--------------|------------|--|--|
| 2 | Щит основной | ЩС-1,8-0,6 |  |  |
|   | и т.д.       |            |  |  |
| 5 | Схватка      | С-3,6      |  |  |
| 6 | Схватка      | С-2,4      |  |  |
|   | и т.д.       |            |  |  |

### ***Калькуляция трудовых затрат и график производства работ.***

Калькуляцию трудовых затрат и график производства работ на устройство монолитных железобетонных работ производится аналогично практической работе №1, данные заносятся в табл 2.2 и 2.3.

Следует учитывать, что работы – опалубочные, арматурные, бетонные выполняются на каждой захватке последовательно, одна за другой. Рабочие каждой специальности, объединенные в звенья постоянного состава, переходят с захватки на захватку, выполняя на каждой примерно одинаковый объем работ за одинаковое время. Это время называется ритмом потока и назначается кратным смене.

Как правило, рабочие процессы выполняются в указанной ниже последовательности в табл.2.8.

Таблица 2.8 – Пример график выполнения работ

| Наименование работ  | Рабочие дни |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|   | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1. Сборка и установка опалубки из щитов площадью до 1 м <sup>2</sup>  | 1           | 2 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2. Армирование опалубки сетками массой до 0,3 т                       | 1           | 2 |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3. Бетонирование фундаментов  |             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 |    |
| 4. Разборка опалубки блоками площадью до 10 м <sup>2</sup>            |             |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  |    |    |
| 5. Перестановка и сборка блоков из следующей захватки                 |             |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |    |
| 6. Армирование переставляемой опалубки сетками                        |             |   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |    |
| 7. Окончательная полная разборка опалубки и подготовка ее к отправке. |             |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 9  | 10 |

ПРИМЕЧАНИЕ: цифры над линиями графика обозначают номера захваток, на которых выполняется работы..

Наиболее простой, высокопроизводительной, а поэтому и ведущей работой является укладка бетонной смеси. Поэтому темп ее должен быть строго увязан с темпами как предшествующих работ – опалубочных и арматурных, так и с темпами возможного набора бетоном прочности при принятых условиях погоды и времени года. Это обстоятельство является одним из главных при определении размера захватки и объема укладываемого на ней бетона.

Опалубочные работы включают пока еще много ручного труда. Они наиболее сложны, трудоемки и требуют большого числа исполнителей. Количество опалубщиков нужно принимать таким, чтобы они успевали при принятом ритме потока (одна или две смены) установить опалубку на захватке, рассчитанной по производительности укладки бетона.

Арматурные работы наоборот занимают сравнительно немного времени при установке готовых сеток и каркасов краном и часто требуют минимального количества участвующих арматурщиков. В случае, если и минимальное звено из двух человек трудно загрузить работой, целесообразно применять комплексные звенья опалубщиков-арматурщиков.

## **2.3 Монтаж одноэтажных промышленных зданий**

### **2.3.1 Общие сведения о монтаже промышленных зданий**

Для основных отраслей промышленности одноэтажные промышленные здания с железобетонным каркасом проектируют на основе унифицированных типовых секций, пролетов, шагов колонн.

Одноэтажные промышленные здания монтируют специализированными потоками, каждому из которых придают комплект монтажных и транспортных машин и соответствующая монтажная оснастка. Например, од-

нопролетное одноэтажное здание можно монтировать тремя потоками: монтаж колонн, конструкций покрытий и конструкций наружных ограждений. Одноэтажные многопролетные здания можно монтировать несколькими параллельными потоками (рис. 2.7).

При возведении одноэтажных зданий пролетного типа и монтаже с транспортных средств готовые конструкции подают в пролеты навстречу монтажу.

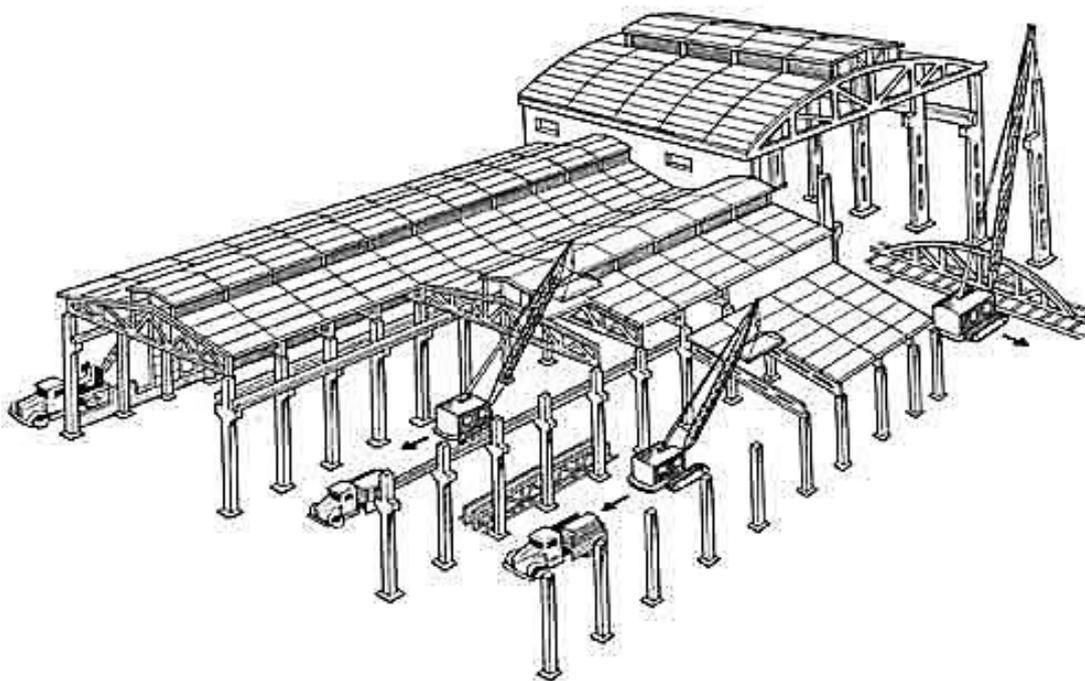


Рис. 2.6 - Схема монтажа одноэтажного промышленного здания с железобетонным каркасом

Тяжелые колонны (рис. 2.7а) обычно монтируют с транспортных средств или предварительно раскладывают колонны основанием, обращенным к фундаментам.

Колонны легкого типа, как правило, предварительно доставляют в зону монтажа и раскладывают вершинами, об-

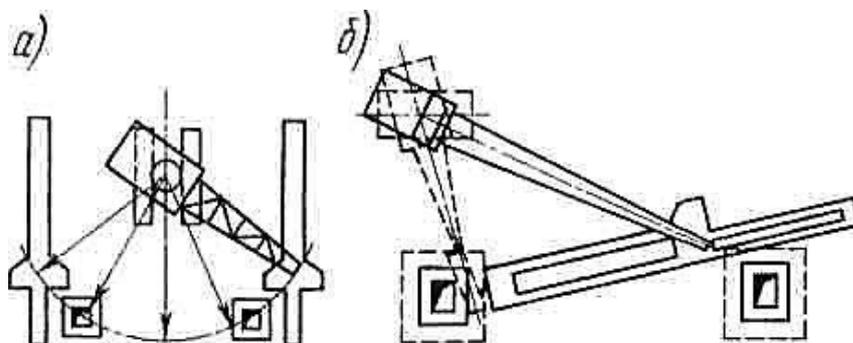


Рис. 2.7 – Способы подъема железобетонных колонн: а – легких; б - тяжелых

ращенными к фундаменту (рис. 2.7б). Тяжелые колонны поднимают и переводят в вертикальное положение способом поворота или скольжения.

При необходимости дно стакана выравнивают слоем цементного раствора. Колонны устанавливают в стаканы фундамента после того, как прочность этого раствора достигнет не менее 70% проектной. Выверку и временное закрепление колонн в зависимости от их размеров, массы и места установки производят с помощью индивидуальных кондукторов или инвентарных стальных, деревянных, железобетонных клиньев (по два у каждой грани колонны).

Колонну, установленную в стакан фундамента, центрируют до совпадения рисок с рисками на верхней плоскости фундамента.

Выверенные колонны закрепляют в стакане фундамента с помощью кондукторов или клиньев. Железобетонные клинья после выверки колонны оставляют в бетоне.

Колонны высотой более 12 м дополнительно раскрепляют инвентарными расчалками в плоскости их наименьшей жесткости. Верхние концы расчалок крепят к хомуту, устанавливаемому на колонне выше центра ее тяжести.

Первые две колонны ряда раскрепляют крестообразно расчалками, последующие — подкрановыми балками, которые устанавливают после достижения бетоном в стыках колонн с фундаментом не менее 70% проектной прочности.

Подкрановые балки (рис. 2.8) монтируют после того, как бетон в стыке между колонной и стенками стакана фундамента наберет не менее 70% проектной прочности. Подкрановые балки монтируют отдельным потоком.

До начала монтажа выполняют геодезическую проверку отметок опорных площадок подкрановых консолей колонн. Перед подъемом на балку навешивают приспособления и подмости для ее временного закрепления в проектном положении, а также оттяжки для ее точной наводки. Балки устанавливают по осевым рискам на них и подкрановых консолях колонн с временным раскреплением на анкерных болтах и выверяют с помощью специальных приспособлений. После выверки и геодезической проверки правильности установки балок сваривают закладные детали.

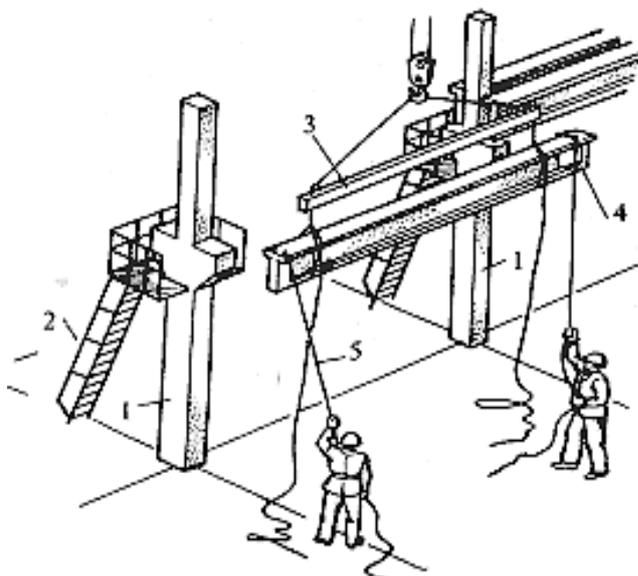


Рис. 2.8 - Схема организации рабочего места при установке подкрановой балки: 1 - колонна; 2 - лестница с площадкой; 3 - траверса; 4 - подкрановая балка; 5 - оттяжка

Стропильные фермы и балки покрытия монтируют после установки и закрепления всех нижерасположенных конструкций каркаса здания. Перед подъемом их обстраивают люльками и лестницами, закрепляют распорки для временного крепления, страховочный канат, расчалки и оттяжки.

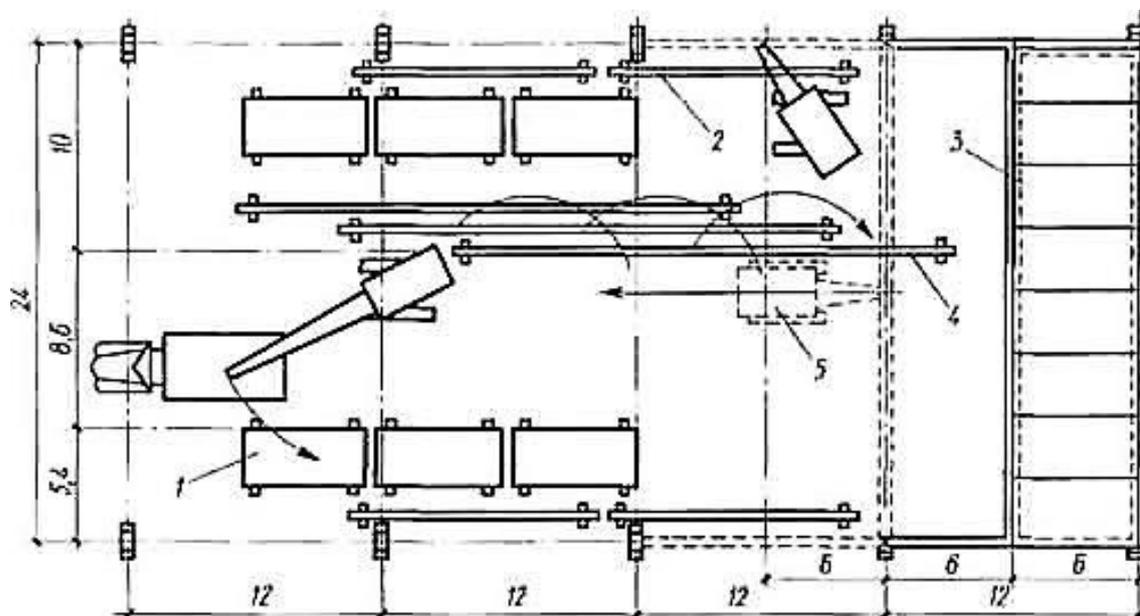


Рис. 2.8 - Схема предварительной раскладки конструкций при монтаже покрытия одноэтажного промышленного здания

1 — панели покрытий; 2 — подстропильные фермы; 3 — кран на монтаже подстропильных ферм; 4 - стропильные фермы; 5 — основной монтажный кран

При монтаже ферму поднимают, разворачивают с помощью оттяжек на  $90^\circ$ . Затем поднимают на высоту, на  $0,5...0,7$  м превышающую отметку опор, и опускают на опоры. Правильность установки балок и ферм контролируют путем совмещения соответствующих рисок. Для строповки ферм применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку.

После подъема, установки и выверки первую ферму или балку закрепляют расчалками, а последующие крепят специальными распорками из расчета не менее двух для ферм пролетом  $24...30$  м. Расчалки и распорки снимают только после установки и приварки панелей покрытия. Для выверки и

регулировки положения на опоре балок или ферм применяют специальные кондукторы (рис. 2.9).

Плиты покрытий предварительно складывают в зоне действия монтажного крана. Число штабелей плит и их расположение определяют из условия покрытия ячейки между двумя фермами с одной стоянки крана. Плиты покрытия монтируют сразу после установки и постоянного крепления бчередной фермы. Это обеспечивает жесткость собранной ячейки каркаса здания. Плиты следует монтировать с симметричной загрузкой фермы, приваривают их к закладным деталям и освобождают от стропов только после приварки в трех точках. Пропуски в сварке могут нарушить устойчивость верхних поясов ферм и привести к аварии. После установки плит замоноличивают стыки.

Строительный процесс представляет собой комплекс взаимосвязанных операций по установке монтируемого элемента в проектное положение. В его состав входят строповка элемента, подъем и подача к месту установки, наведение, ориентирование и установка в проектное положение, временное раскрепление, расстроповка и возврат грузового крюка в исходное положение.

Для ритмичного и непрерывного выполнения монтажных работ строительные процессы должны быть организованы в пространстве и времени.

Организация строительного процесса в пространстве обеспечивается разделением возводимого здания на монтажные участки и захватки, на которых бригады или звенья рабочих в необходимой технологической последовательности выполняют все операции, используя различные методы монтажа конструкций.

### **2.3.2 Практическое занятие №3: Технология монтажа железобетонного каркаса одноэтажного промышленного здания**

Задание:

1. Подсчитать объемы монтажных работ.
2. Рассчитать калькуляцию трудовых затрат, график производства работ и технико-экономические показатели.

## 3. Подобрать монтажные краны.

Варианты заданий в приложении 3.

**Подсчет объемов работ** состоит из следующих видов работ: монтажные, бетонные и сварочные. Результаты заносятся в табл. 2.9.

**а) подсчет объемов монтажных работ**

Таблица 2.9 - Подсчет объемов монтажных работ

| № | Наименование конструкции, марка | Эскиз с размерами | Кол-во, штук | Масса, т        |       | Объем, м <sup>3</sup> |       |
|---|---------------------------------|-------------------|--------------|-----------------|-------|-----------------------|-------|
|   |                                 |                   |              | Одного элемента | всего | Одного элемента       | всего |

Количество конструкций подсчитывается по плану и разрезу здания. Масса одного элемента дается в спецификации согласно заданию по приложению 3. Объем определяется делением массы на плотность тяжелого бетона – 2,4 т/м<sup>3</sup>.

**б) подсчет объемов бетонных работ**

Таблица 2.10 - Подсчет объемов бетонных работ

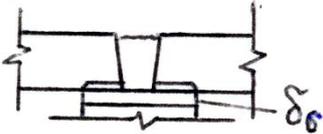
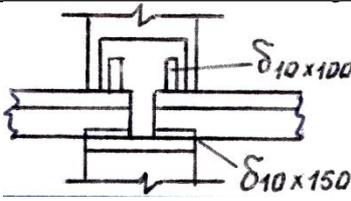
| №  | Наименование стыка         | Эскиз с размерами | Объем бетона на 1 стык, м <sup>3</sup> | Объем раствора на 1 м. п шва, м <sup>3</sup> | Кол-во стыков или м шва | Объем бетона или раствора, м <sup>3</sup> |
|----|----------------------------|-------------------|--|--|-------------------------|---|
| 1  | 2                          | 3                 | 4                                      | 5  | 6                       | 7   |
| 1. | Стык колонны с фундаментом |                   |  |  |                         |   |
| 2. | Стык плит покрытия         |                   |  |  |                         |   |

Примечание. Глубину заделки колонны  $h_3$  и высоту плиты  $h_n$  – принимается по заданию. Длина стыков покрытия (продольных и поперечных) определяется по монтажному плану покрытия.

**в) подсчет объемов работ по электросварке**

Таблица 2.11 - Подсчет объемов работ по электросварке

| № п/п | Наименование стыка | Эскиз стыка | Кол-во стыков, шт. | Длина шва на 1 стык, м | Высота шва, мм | Общая длина шва, м |
|-------|--------------------|-------------|--------------------|------------------------|----------------|--------------------|
| 1     | 2                  | 3           | 4                  | 5                      | 6              | 7                  |

|   |   |   |              |          |  |
|---|---|---|--------------|----------|--|
| 1 | Стык колонны с фермой   |  | 0,3          | 12       |  |
| 2 | Стык плит с фермой:<br>для плит 3x6 м;<br>для плит 3x12 м                     |  | 0,13<br>0,15 | 6<br>6   |  |
| 3 | Стык подкрановой балки с колонной:<br>горизонтальный шов;<br>вертикальный шов |  | 0,3<br>0,1   | 10<br>10 |  |

### *Калькуляция трудовых затрат и график производства работ*

В калькуляции трудовых затрат должны быть отражены следующие работы:

- монтаж колонн;
- заделка стыков колонн и фундаментов бетонной смесью;
- монтаж подкрановых балок;
- монтаж ферм;
- укладка плит покрытия;
- электросварочные работы, в т.ч. сварка подкрановых балок с колоннами, ферм с колоннами, плит покрытия с фермами;
- антикоррозионные покрытия сварных соединений;
- замоноличивание швов плит покрытия;
- обслуживание крана.

Калькуляция и график производства работ составляются аналогично предыдущим работам. После составления калькуляции определяется сумма трудовых затрат (в чел. – дн.). В калькуляции не учитываются затраты труда машиниста по обслуживанию монтажного крана. Продолжительность работы

крана принимается в зависимости от продолжительности строительно-монтажных работ.

При разработке графика производства монтажных работ необходимо учитывать данные табл. 2.12 – 2.15.

До составления графика необходимо привести в соответствие продолжительность отдельных операций  $T_{on}$  (табл. 2.13) с продолжительностью монтажа принятых (согласно заданию) конструктивных элементов по формуле:

$$T_{n.op.} = T_{on} K_i,$$

где  $K_i$  – коэффициент, учитывающий трудоемкость монтажа конструкций в зависимости от ее массы (для колонн) или размеров (для ферм и плит), принимаемый по табл. 2.12.

Таблица 2.12 – Коэффициенты, учитывающие трудоемкость монтажа

| Колонны      |       | Фермы          |       | Плиты                       |       |
|--------------|-------|----------------|-------|-----------------------------|-------|
| массой, т до | $K_k$ | пролетом, м до | $K_f$ | площадью, м <sup>2</sup> до | $K_p$ |
| 2            | 1,00  | 12             | 1,0   | 10                          | 1,00  |
| 3            | 1,25  | 18             | 1,6   | 15                          | 1,20  |
| 4            | 1,42  | 24             | 1,9   | 20                          | 1,43  |
| 6            | 1,83  | 30             | 2,2   | 36                          | 2,26  |
| 8            | 2,04  |                |       | 54                          | 2,86  |
| 10           | 2,38  |                |       |                             |       |
| 15           | 2,92  |                |       |                             |       |
| 20           | 3,20  |                |       |                             |       |

Продолжительность операций (табл.2.13) может быть сокращена за счет их механизации и автоматизации при соответствующем технологическом и организационном обосновании.

Таблица 2.14 - Исходные данные для разработки пооперационного графика монтажа конструкций

| 1. Установка колонн   |                        | 2. Заделка колонн в фундаменте               |                        | 3. Установка ферм                   |                        | 4. Укладка плит покрытия            |                        |
|---|------------------------|--|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Операции  | T <sub>оп</sub> , мин. | Операции                                     | T <sub>оп</sub> , мин. | Операции                            | T <sub>оп</sub> , мин. | Операции                            | T <sub>оп</sub> , мин. |
| 1. Очистка дна стакана и укладка выравнивающего слоя раствора | 15,5                   | 1. Очистка и промывка дна стакана фундамента | 15,0                   | 1. Подготовка фермы и опорных узлов | 16,0                   | 1. Подготовка плиты к строповке     | 3,0                    |
| 2. Нанесение осевых рисок на колонну                          | 2                      | 2. Укладка и уплотнение бетонной смеси       | 25,0                   | 2. Строповка фермы                  | 14,0                   | 2. Строповка плиты                  | 2,0                    |
| 3. Строповка и подача колонны к месту установки               | 2                      | 3. Вытаскивание клиньев                      | 5,0                    | 3. Подача фермы к месту установки   | 9,0                    | 3. Подготовка места установки плиты | 2,0                    |
| 4. Установка кондуктора                                       | 7,5                    | 4. Заделка гнезд от клиньев бетонной смесью  | 10,0                   | 4. Установка фермы                  | 5,0                    | 4. Подача плиты к месту установки   | 2,0                    |
| 5. Установка колонны в стакан фундамента                      | 5                      | 5. Заглаживание поверхности бетона           | 5,0                    | 5. Выверка фермы                    | 2,0                    | 5. Укладка плиты покрытия           | 1,0                    |
| 6. Выверка и временное крепление колонны                      | 8                      |  |                        | 6. Крепление фермы (сваркой)        | 12,0                   | 6. Выверка плиты                    | 3,0                    |
| 7. Расстроповка колонны                                       | 1,0                    |  |                        | 7. Расстроповка фермы               | 2,0                    | 7. Расстроповка плиты               | 1,0                    |
| 8. Снятие и очистка кондуктора от наплывов бетона             | 7,0                    |  |                        |                                     |                        | 8. Крепление плиты (сваркой)        | 7,0                    |
| $\sum T_{on} = 48$  |                        | $\sum T_{on} = 60$                           |                        | $\sum T_{on} = 60$                  |                        | $\sum T_{on} = 21$                  |                        |

 Примечание: T<sub>оп</sub> – продолжительность операций

Таблица 2.15 - Продолжительность естественного твердения бетона класса В15 в сутках до приобретения 70%-ной прочности

|              |                                    |
|--------------|------------------------------------|
| Вид вяжущего | Температура воздуха С <sup>0</sup> |
|--------------|------------------------------------|

|   | 0    | 5    | 10   | 15  | 20  | 25  | 30  |
|---|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Бетон на портландцементе М 400          | 21,0 | 16,0 | 12,0 | 9,5 | 7,4 | 6,3 | 5,3 |
| Бетон на быстротвердеющем цементе (БТЦ) | 7,5  | 5,5  | 4,0  | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,3 |

На основании данных графика производства работ вычисляются технико-экономические показатели.

Затраты труда  $Z_{тр}$  на монтаж  $1 \text{ м}^3$  конструкций:

$$Z_{тр} = \frac{\sum Z_{тр.н.}}{\sum V_k}, \text{ чел.-дн. / м}^3,$$

где  $\sum Z_{тр.н.}$  - суммарные планируемые затраты труда на монтаж всех конструкций, в

чел. – дн.;  $\sum V_k$  - общий объем железобетонных конструкций.

Выработка на одного рабочего в смену:

$$B = \frac{\sum V_k}{\sum Z_{тр.н.}}, \text{ м}^3 / \text{чел.-дн.},$$

Средний процент выполнения нормы ( $P_{ср}$ ):

$$P_{ср} = \frac{\sum Z_{тр.н.}}{\sum Z_{н.н.}} \cdot 100\%,$$

где  $\sum Z_{н.н.}$  - суммарные нормативные затраты труда на монтаж всех конструкций, чел. – дн.

Продолжительность строительства каркаса здания в соответствии с графиком выполнения монтажных процессов и средний процент перевыполнения норм.

### *Подбор монтажной оснастки и выбор крана*

Грузозахватные приспособления подбираются в зависимости от типа конструкций и их монтажной массы по справочной литературе [10, 11, 12, 15]:

$$Q_2 \geq M_k = m_k + m_{м.н.},$$

где  $Q_2$  – грузоподъемность грузозахватного приспособления;  $M_k$  – монтажная масса конструкций;  $m_k$  – максимальная масса конструкций данного типа;  $m_{м.п.}$  – масса монтажных приспособлений (навесных подмостей, временных расчалок и т.д.), навешиваемых на конструкцию до ее монтажа, т.

Подбор грузозахватных приспособлений рекомендуется производить в табличной форме (табл. 2.16)

Таблица 2.16 - Выбор грузозахватных приспособлений

| № п/п | Наименование конструкции | Приспособление, тип, марка                    | Эскиз | Характеристика      |           |                     |
|-------|--------------------------|---|-------|---------------------|-----------|---------------------|
|       |                          |   |       | грузоподъемность, т | масса, кг | расчетная высота, м |
| 1.    | <b>Колонны</b><br>и т.д. | Траверса механизированная ЦНИИОМТП 725.00.000 |       | 10                  | 338       | 1,6                 |

Монтажные приспособления подбираются для каждого типа конструкций в зависимости от технологических операций (наводка, выверка, временное раскрепление) и принятых технологических схем монтажа конструкций.

Затем производится выбор ведущей машины – монтажного крана.

Выбор кранов осуществляется по трем показателям:

- грузоподъемность  $Q_k$ , т;
- требуемая высота подъема крюка,  $H_{кр.тр.}$ , м;
- требуемый вылет крюка,  $l_{кр.тр.}$ , м.

Грузоподъемность крана должна быть равна или больше монтажной массы монтируемой конструкции  $M_k$  и массы грузозахватного приспособления  $m_{г.п.}$ , т.е.

$$Q_2 = m_k + m_{м.п.} + m_{г.п.},$$

$$H_{кр.тр.} = h_o + h_3 + h_{гр} + h_c,$$

где  $h_0$  – высота опоры, на которую устанавливается конструкция, м;  $h_3$  – монтажный запас, 2,3 м;  $h_{2p}$  – высота конструкций, м;  $h_c$  – расчетная высота строповки конструкции, м (по табл. 2.10).

Требуемая высота подъема крюка,  $H_{кр.тр.}$ , устанавливается как наибольшая по величине для группы элементов, подлежащих монтажу данным краном (рис. 2.9).

Требуемый вылет крюка для самоходного стрелового крана, при котором обеспечиваются достаточные зазоры между стрелой крана и смонтированными конструкциями, а также поднимаемым элементом (рис. 2.9а), можно определить по формуле:

$$l_{кр.тр.} = \frac{(a+d)(H_{кр.тр.} + h_n - h_{ш})}{(h_n + h_c)} + C,$$

где  $a$  – расстояние от центра строповки монтируемого элемента до точки  $O''$ , м;  $d$  – монтажный запас, не менее 0,5 м;  $h_n$  – высота полиспаста, 2...5 м;  $h_{ш}$  – высота шарнира стрелы, 1,5 м;  $C$  – расстояние от вертикальной оси поворота крана до шарнира стрелы, 1,5...2 м.

Полученное значение  $l_{кр.тр.}$  не должно быть меньше «мертвой зоны» подобранного крана.

Значения полученных параметров  $Q_r$ ,  $H_{кр.тр.}$ ,  $l_{кр.тр.}$  для всех типов конструкций (колонн, подкрановых балок, ферм, плит покрытия) сводят в табл. 12.

Минимальное требуемое расстояние от уровня крана до верха стрелы:

$$H_{ст.тр.} = H_{кр.тр.} + h_n,$$

Требуемая длина стрелы  $l_{ст.тр.}$  определяется по наибольшему из ранее найденных значений  $l_{ст.тр.}$  (табл. 2.11):

$$l_{ст.тр.} = \sqrt{(l_{кр.тр.} - C)^2 + (H_{ст.тр.} - h_{ш})^2}$$

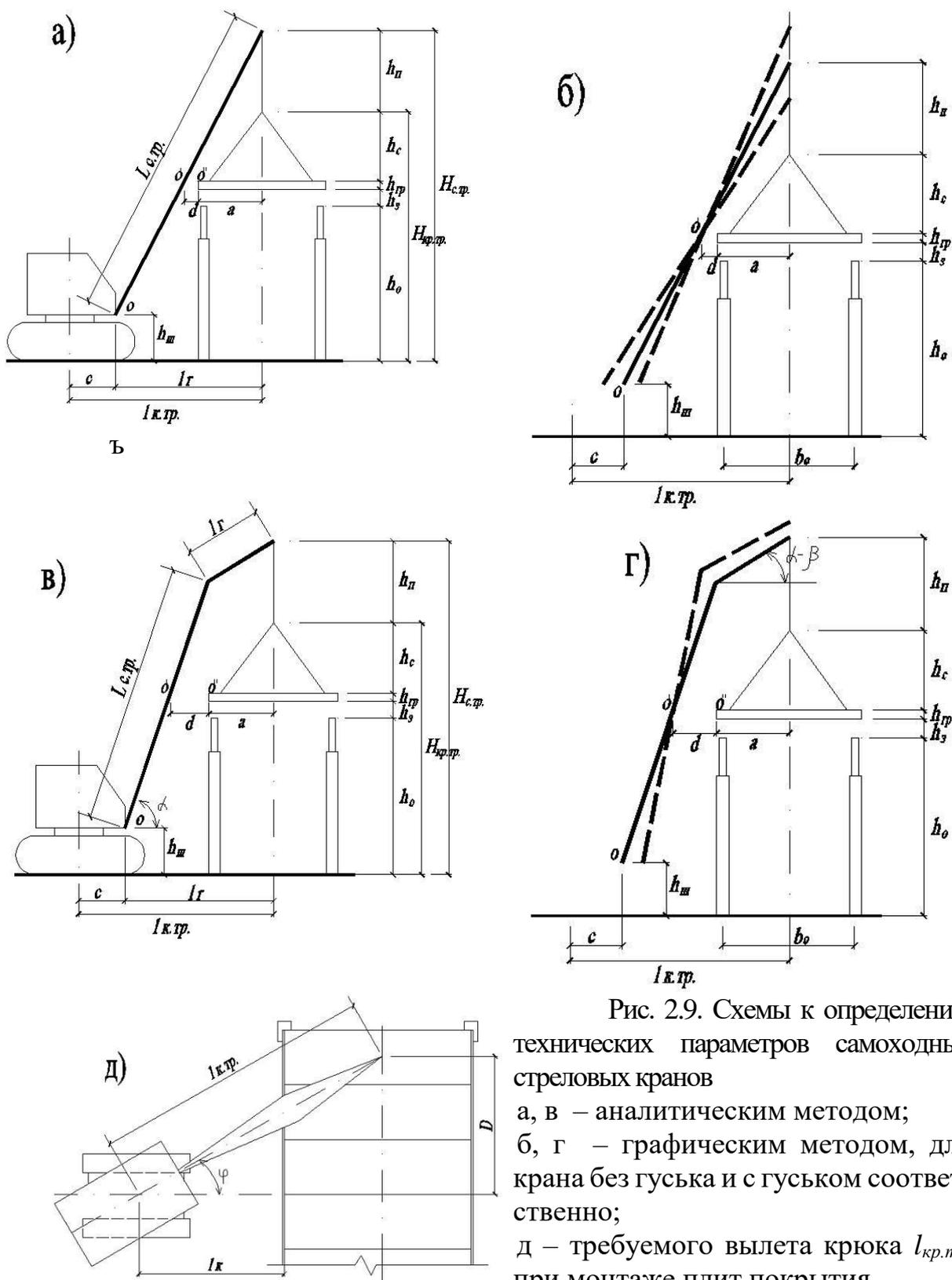


Рис. 2.9. Схемы к определению технических параметров самоходных стреловых кранов

а, в – аналитическим методом;  
 б, г – графическим методом, для крана без гуська и с гуськом соответственно;

д – требуемого вылета крюка  $l_{кр.тр.}$  при монтаже плит покрытия ( $l_k$  – удаление стоянки крана от проектной оси фермы при ее монтаже)

Значения полученных параметров  $Q_r$ ,  $H_{кр.тр.}$ ,  $l_{кр.тр.}$  для всех типов конструкций (колонн, подкрановых балок, ферм, плит покрытия) сводят в табл. 2.17.

Минимальное требуемое расстояние от уровня крана до верха стрелы:

$$H_{ст.тр.} = H_{кр.тр.} + h_n$$

Требуемая длина стрелы  $l_{ст.тр.}$  определяется по наибольшему из ранее найденных значений  $l_{кр.тр.}$  (табл. 2.11):

$$l_{ст.тр.} = \sqrt{(l_{кр.тр.} - C)^2 + (H_{ст.тр.} - h_{uu})^2}$$

При комбинированном методе монтажа, когда кран монтирует фермы (балки) и плиты покрытия одновременно с одной стоянки, монтаж ферм (балок) рекомендуется производить основным крюком, а плиты - крюком, закрепленным на гуське. При этом длину гуська (рис. 2.9 в) подбирают из следующего условия:

$$\text{если } B/2 \leq l_2 \cdot \cos(\alpha - \beta), \quad \text{то } l_2 = \frac{B}{2 \cos(\alpha - \beta)},$$

где  $l_2$  – длина гуська;  $B$  – габариты монтируемой плиты, м;  $\alpha$  – наибольший угол подъема стрелы ( $\alpha = 75-77^\circ$ );  $\beta$  – угол между осями основной стрелы и гуська (в расчетах можно принимать  $\beta = 25-30^\circ$ ).

Требуемый вылет крюка гуська  $l_{к.тр.}$  следует определить геометрически из условий монтажа крайней плиты (рис. 2.9д).

Таблица 2.17 - Параметры для выбора монтажного крана

| Наименование и марка конструкций | $Q_r$ , т | $H_{кр.тр.}$ , м | $l_{кр.тр.}$ , м |
|----------------------------------|-----------|------------------|------------------|
| 1                                | 2         | 3                | 4                |

По максимальной требуемой грузоподъемности  $Q_r \max$ ,  $H_{кр.тр.}$  и  $l_{кр.тр.}$  ( $l_{ст.тр.}$ ), с использованием справочной литературы [10, 11, 15] производится выбор крана.

## **2.4 Утепление фасадных поверхностей стен эксплуатируемых зданий с устройством защитно-отделочного покрытия из облицовочных панелей**

### **2.4.1 Общие сведения об утеплении фасадов**

Значительная часть теплопотерь происходит через фасад здания, поэтому вполне логично позаботиться об эффективной теплоизоляции (утеплении фасада), вместо приобретения дополнительных отопительных приборов и значительного увеличения расходов на обогрев. Эффективная теплоизоляция фасада возможна только снаружи, т.к. только в этом случае точка росы будет находиться не в конструкции, а в утеплителе и будет выполняться условие паропроницаемости конструкций. Прежде чем начинать утепление фасада, следует провести обследование состояния фасадных поверхностей, оценить степень их прочности, ровности, наличие или отсутствие трещин – именно от этих параметров зависят объем и порядок подготовительных работ. От плотности материала изолируемой поверхности будет зависеть возможность применения той или иной фасадной системы. При плотности изолируемой поверхности ниже 800 кг/м<sup>3</sup> применение навесных фасадных систем с вентилируемым зазором недопустимо.

Наружный способ позволяет:

- защитить стену от различных атмосферных воздействий, например, промерзания и оттаивания;
- сдвинуть точку росы во внешний теплоизоляционный слой, препятствуя увлажнению несущей конструкции;
- исключить появление трещин в результате циклического изменения температуры в несущей конструкции, ведущего к замораживанию/оттаиванию избыточной влаги.
- обеспечить необходимую паропроницаемость конструкции;
- сформировать благоприятный микроклимат в помещении;
- улучшить внешний вид фасадов.

Наружное утепление стен можно разделить на следующие системы:

- системы утепления с защитно-декоративным экраном;
- системы утепления с оштукатуриванием фасадов;
- системы утепления фасада с облицовкой (применяется кирпич или другие материалы);
- системы утепления малоэтажных деревянных домов.

Навесной **вентилируемый фасад** — технология выполнения фасада, система, состоящая из облицовочных материалов, которые крепятся на стальной оцинкованный, стальной нержавеющей или алюминиевый каркас к несущему слою стены или к монолитному перекрытию. По зазору между облицовкой и стеной свободно циркулирует воздух, который убирает конденсат и влагу с конструкций (рис. 2.10, 2.11).

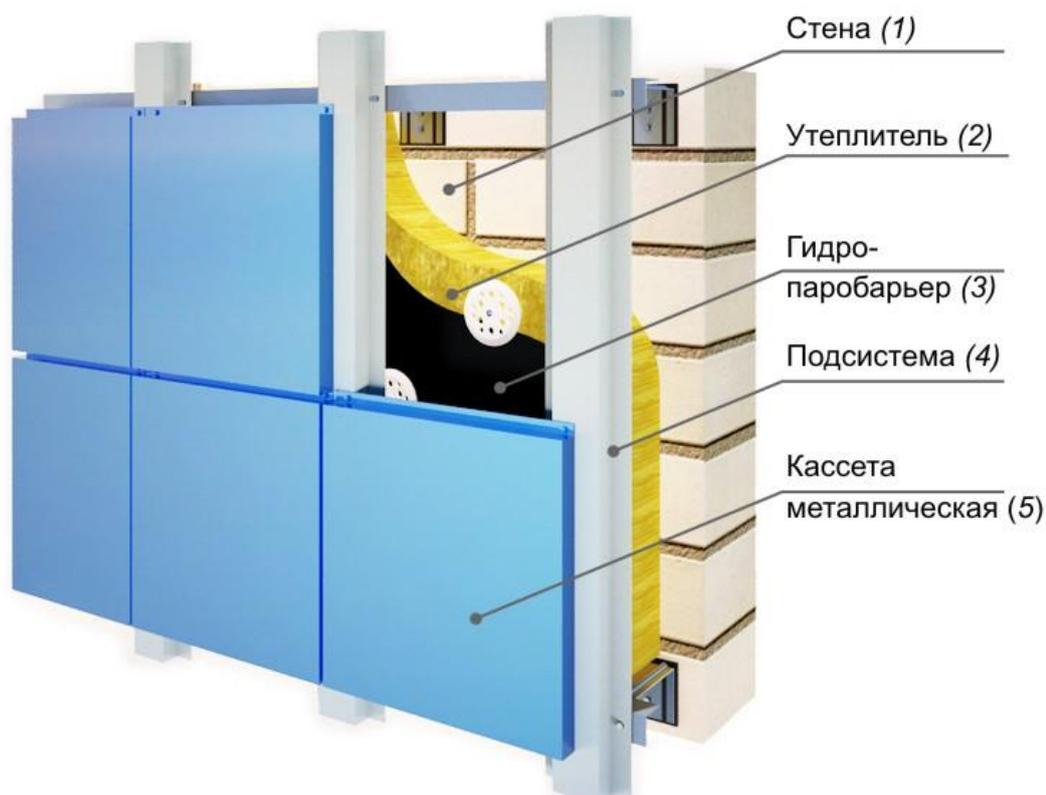


Рис. 2.10 - Навесной вентилируемый фасад облицовкой металлическими кассетами

Все элементы крепления вентилируемой фасадной системы являются универсальными, что позволяет решать сложные архитектурные и конструкторские задачи от классических до ультрасовременных.

Для дополнительного утепления стен здания к стене посредством тарельчатых дюбелей или гибких связей крепится минераловатный утеплитель. На цокольной части здания используется экструзионный (пенополистирольный) утеплитель. Он не пропускает и не впитывает влагу. При этом величина зазора между утеплителем и фасадом здания не должна быть менее 40 мм. (По разным источникам от 20 до 50 мм, причем в России приняты большие значения зазора чем в США и в Европе). Это позволяет восходящим потокам воздуха циркулировать между облицовочным материалом и стеной, высушивая слой утеплителя в случае попадания на него влаги. С целью предотвращения

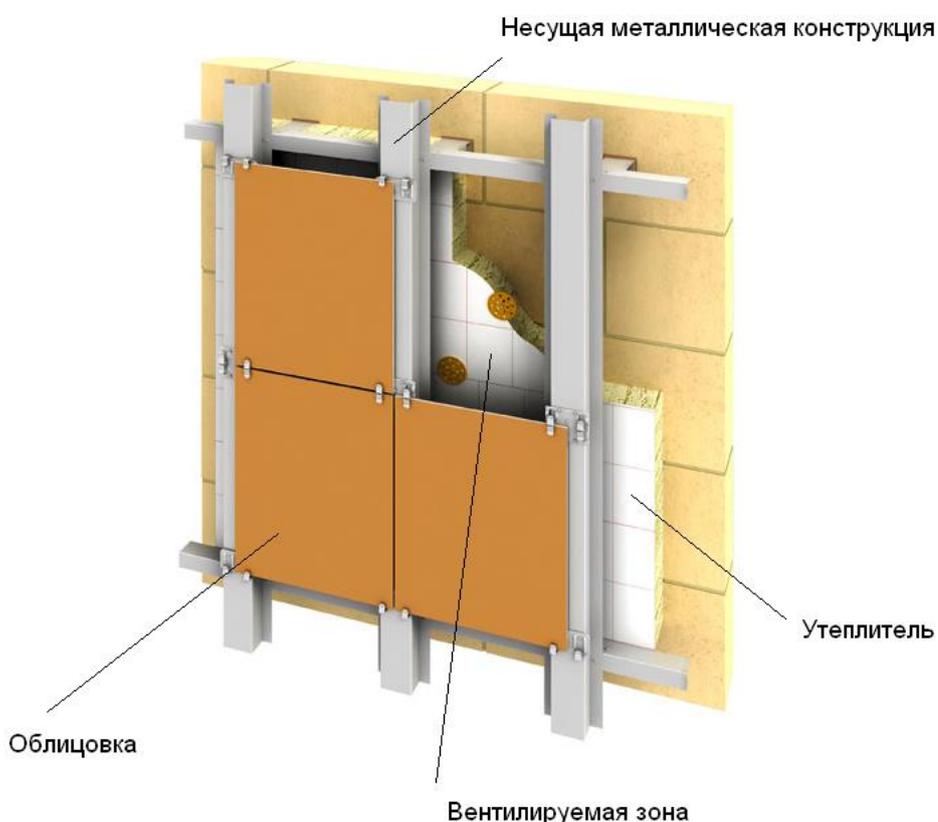


Рис. 2.11 - Навесной вентилируемый фасад облицовкой из керамогранита

выдувания воздуха из утеплителя он накрывается ветрозащитной, паропроницаемой мембраной (пленкой).

Данная система способствует сохранению тепла в помещении, препятствует появлению сырости и существенно уменьшает количество строительного материала, необходимого для возведения стен зданий, что ведет к экономии средств при строительстве, облегчению всего сооружения и возможности увеличения этажности здания.

Воздушный зазор между стеной и декоративной панелью значительно уменьшает теплоотдачу здания.

Однако, в случае ремонта или реконструкции уже существующего здания, например, многоэтажного жилого дома, система навесного вентилируемого фасада создаст дополнительную нагрузку на несущие конструкции здания и его фундаменты. Поэтому, перед принятием решения об установке навесного фасада рекомендуется провести обследование технического состояния строительных конструкций здания и, при необходимости, выполнить их усиление.

***Работы по утеплению фасадных поверхностей.*** Работы по утеплению фасадных поверхностей стен эксплуатируемых зданий можно разделить на подготовительные и основные.

К подготовительным работам относятся: устройство временных ограждений и навесов над входами в здание; обрезка деревьев; доставка строительных материалов и конструкций на строительную площадку и их складирование; установка средств подмащивания; установка подъемно-транспортного оборудования; очистка фасадов от пыли и грязи.

К основным работам относится: монтаж крепежных деталей, направляющих, укладка теплоизоляционного материала, монтаж облицовочных панелей, разборка подъемно-транспортного оборудования, разборка и передвижка средств подмащивания на следующую захватку.

Утепление фасадных поверхностей стен эксплуатируемых зданий с устройством защитно-отделочного покрытия из облицовочных панелей производится в следующей технологической последовательности:

- установка средств подмащивания, подъемно-транспортного и другого оборудования для проведения работ;
- очистка поверхности от пыли и грязи электрощетками с продувкой сжатым воздухом, разметка и провешивание поверхности;
- нанесение на фасад здания геодезическими методами осей направляющих и разметка мест сверления отверстий;
- сверление отверстий, установка анкеров распорного типа и кронштейнов с предварительным их закреплением;
- установка направляющих, провешивание их поверхности и полное закрепление элементов каркаса;
- при необходимости устройство антикоррозионной защиты направляющих;
- нанесение на фасад здания геодезическими методами осей постановки дюбелей для крепления теплоизоляционного материала и разметка мест сверления отверстий;
- сверление отверстий, постановки дюбелей для крепления теплоизоляционных плит, установка и закрепление теплоизоляционного материала;
- навешивание облицовочных панелей;
- разборка средств подмащивания, подъемно-транспортного и другого оборудования для проведения работ.

Монтаж кронштейнов состоит из следующих операций:

- нанесение на фасад здания геодезическими методами осей направляющих;
- от нанесенной оси с помощью рулетки и шаблона-кронштейна на стене отмечаются места установки анкеров распорного типа;

- перфоратором в стене сверлятся отверстия, в которые погружают анкер (для этих целей целесообразно использовать перфораторы, имеющие мощность в пределах 350-740 Вт);

- на анкер устанавливают кронштейн так, чтобы его плоскость выровнивалась по разбивочной оси направляющей;

- производят предварительное затягивание кронштейна.

Монтаж металлических направляющих дополнительной теплозащиты стены при помощи болтов выполняется в следующей последовательности:

- крепление направляющих к кронштейнам, выставленным по лазерному нивелиру, отвесу или уровню;

- окончательное затягивание анкеров распорного типа и крепежных болтов.

Процесс установки и крепления теплоизоляционного материала состоит из следующих операций:

- нанесение на фасад здания геодезическими методами осей постановки дюбелей для крепления теплоизоляционного материала;

- по нанесенной оси с помощью рулетки на стене с шагом 600 мм отмечают места установки дюбелей;

- перфоратором в стене сверлятся отверстия, в которые погружают анкер (для этих целей целесообразно использовать перфораторы, имеющие мощность в пределах 350-740 Вт);

- установка теплоизоляционного материала;

- постановка дюбелей.

Монтаж облицовочных панелей производят после установки направляющих и укладки теплоизоляционного материала.

Монтаж облицовочных панелей в большинстве случаев удобно начинать с постановки нижнего ряда, это связано с тем, что панели последующего ряда можно легко по ним выравнивать, а также при необходимости временно опереть, что в связи с достаточно большим весом панелей иногда

бывает очень полезно. В первую очередь монтируют угловые и маячные панели, затем по причалке остальные панели ряда. При монтаже панелей необходимо вести постоянный контроль за ровностью швов по горизонтали и вертикали, а также за тем, чтобы панели не выходили из плоскости относительно друг друга.

Монтаж панелей массой до 15 кг осуществляется одним рабочим, а массой от 15 до 50 кг – двумя рабочими. Данные работы ведутся вручную, краном производится только подача материала на средства подмащивания. Панели массой более 50 кг монтируются при помощи крана.

#### **2.4.2 Практическое занятие №4: Технология устройства утепления фасадных поверхностей стен эксплуатируемых зданий с устройством защитно-отделочного покрытия из облицовочных панелей**

Задание:

1. Выполнить подсчет объемов фасадных работ.
2. Рассчитать калькуляцию и график производства работ.
3. Подобрать средства подмащивания и составить ведомость потребности в материалах и изделиях и перечень машин, механизмов, средств подмащивания, приспособлений и монтажной оснастки
4. Разработать мероприятия по контролю и оценке качества строительно-монтажных работ.

##### ***Подсчет объемов работ.***

***Правила исчисления объемов работ:*** Площадь облицовываемой поверхности стен надлежит исчислять за вычетом проемов по наружному обводу коробок. При наличии в проеме двух коробок площадь проема исчислять по обводу наружной коробки. Площадь облицовываемых архитектурных деталей (пилястры, полуколонны, карнизы, парапеты, эркеры, лоджии, пояски и т.п.) следует включать в общую площадь поверхности стен.

**Калькуляция и график производства работ** разрабатывается аналогично предыдущим работам. Нормы времени берутся по ЭСН 9-04-2004. В состав работ входят следующие позиции:

- установка лесов и подъемно-транспортного оборудования для проведения работ;
- очистка поверхности стен от пыли и грязи;
- монтаж навесного фасада;
- разборка средств подмащивания и подъемно-транспортного оборудования;

**Подбор средств подмащивания.**

Средства подмащивания выбираются в зависимости от размеров здания и допускаемой нагрузки. При высоте зданий до 5 этажей могут применяться самоходные и приставные леса и подвесные люльки, для 5 – 9 этажей – приставные леса и подвесные люльки, а при высоте здания выше 9 этажей – подвесные люльки или комбинированные средства подмащивания. Трудоемкость монтажа с самоходных лесов и подвесных люлек ниже на 30 – 40 %, чем с приставных лесов. Максимальный фронт и интенсивность работ достигается при использовании приставных лесов (табл. 2.18).

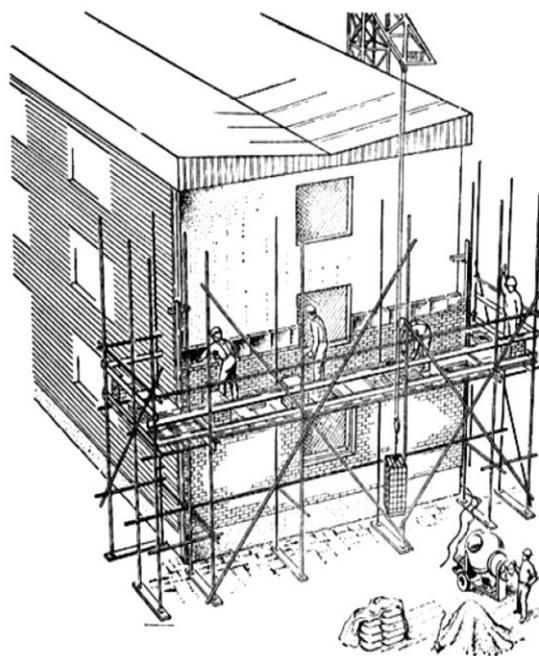


Рис. 2.12 - Облицовка стен с наружных лесов

Таблица 2.18 - Характеристики средств подмащивания

| Средства подмащивания   | Допускаемая нагрузка, кг   | Максимальная рабочая высота, м | Размеры рабочей площадки, мм (длина x ширина) |
|---|----------------------------|--------------------------------|---|
| 1   | 2                          | 3                              | 4   |
| Подмости самоподъемные:<br>УСП-2;<br>ПС-1-100-300   | 200<br>300                 | 40,00<br>до 100                | 9500 X 1200<br>6000 X 1200                    |
| Подмости самоходные:<br>ПВС-12  | 600                        | 12,00                          | 5000 X 2000                                   |
| Люльки:<br>Л-100-600;<br>ЛЭ-100-300   | 600<br>300                 | до 100<br>до 100               | 4435 X 935<br>6300 X 1000                     |
| Вышки:<br>телескопические<br>ВО-10,6-12;<br>передвижная; телескопическая и передвижная<br>Н-15                | 500<br>200<br>250          | 10,60<br>10,00<br>15,00        | 4000 X -<br>2000 X 2000<br>3000 X -           |
| Леса:<br>самоходные универсальные;<br>ЛС-18;<br>приставные<br>ЛОР 3316 (хомутовые);<br>К-913-00 (безболтовые) | 2000<br>2000<br>200<br>250 | 14,33<br>17,50<br>40<br>40     | 1250 X -<br>1200 X -<br>- X 1200<br>- X 2000  |

### ***Самоподъемные подмости и строительные подъемники***

Используются для отделки фасадов. Стойки самоподъемных подмостей устанавливаются на ровное плотное основание и крепятся к стене здания кронштейнами или специальными опорами.

***Универсальные самоподъемные подмости УСП*** (рис. 2.13) состоят из секций сборно-разборных стоек, верхней 4, укороченной 3 (длиной 800 мм) и типовых 1 (длиной 1 600 мм) стоек, прикрепляемых к стене специальными опорами 2. Подмости снабжены платформой 6 в виде фермы с электродвигателем 5, перемещаемой между стойками. Подмости могут быть оборудованы выдвижными консолями для отделки зданий сложной конфигурации. Для перестановки УСП разбираются на отдельные секции.

Платформа поднимается и опускается по рейкам, расстояние между которыми составляет от 9 до 12 м. Подъем с пульта управления осуществляется со скоростью 4,55 м/мин, высота подъема — 40 м, максимальная нагрузка на основную платформу — 2 000 Н, при оборудовании выдвижными консолями — 1 000 Н. Мощность электродвигателя составляет 10 кВт, масса подмостей — 8 500 кг.

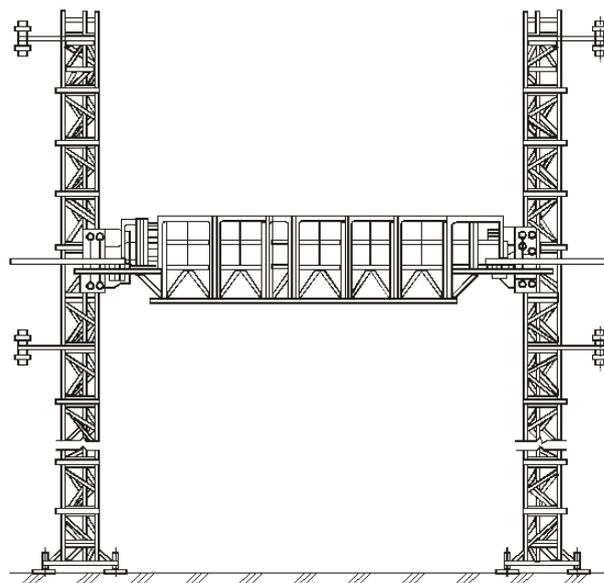


Рис. 2.13 Универсальные самоподъемные подмости УСП

**Самоподъемные подмости ПС 1-100-300** осуществляют подъем на высоту до 100 м. Они оборудованы сборно-разборной стойкой для перемещения платформы, а также гуськом и лебедкой для наращивания и демонтажа секций стойки. К стене стойки подмостей крепятся кронштейнами через каждые 7 м.

На платформе размером в плане 1000х6 000 мм поднимают грузы массой 300 кг со скоростью 5,75 м/мин. Лебедка ЛЭФ 1-500

### **Подмости самоходные ПВС-12**

С выдвижных самоходных подмостей ПВС-12 (рис.2.14) выполняются работы на высоте от 4,6 до 13,5 м. Допустимая масса, размещаемая на площадке подмостей 600 кг. Подъем площадки от 3,1 до 12 м.

Рабочая площадка размером 5000X2000 мм с перилами закреплена на двухколонном пятисекционном телескопе, установленном на гусеничном ходу. На площадке смонтирован кран-укосина. Размеры подмостей в транспортном положении 5000X2500X3200 мм, масса 5 т.

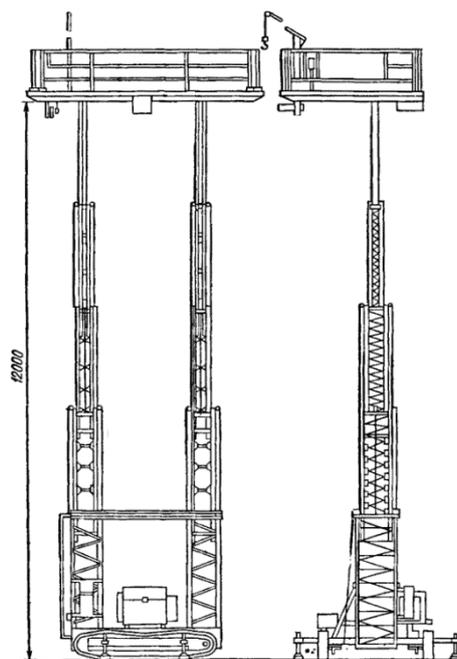


Рис. 2.14 Подмости самоходные ПВС-12

**Подвесные люльки Л-100-600.** До

начала работ их следует испытывать на тройную нагрузку (тройная масса люльки, рабочих и материала). Для этого люльку поднимают над землей на 50—100 см и выдерживают в подвешенном состоянии 8—12 ч с соответствующим грузом.

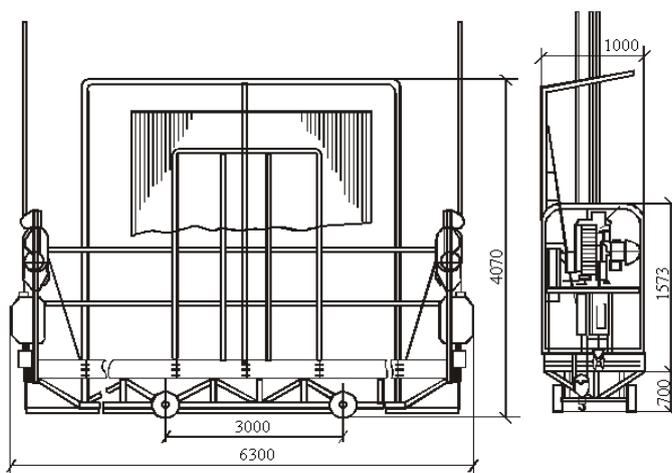


Рис. 2.15 - Подвесная люлька Л-100-600.

**Люлька Л-100-600**

(рис. 2.15) грузоподъемностью 600 кг предназначена для работ по отделке зданий крупногабаритным утеплителем с максимальными размерами 3X2,5 м. На крыше здания устанавливают две консоли, на которые подвешивают два грузовых и два предохранительных каната. По канатам с помощью лебедки ЛЭФ-500М люлька может перемещаться вверх и вниз.

Для предотвращения падения люльки при обрыве, ослаблении грузовых канатов, неисправности в лебедках люлька оборудована ловителями. При срабатывании ловителей люлька надежно повисает на предохранительных канатах.

Максимальная высота подъема 100 м, скорость подъема 4,35 м/мин, габариты 6300X1000X2150 мм, масса 1200 кг.

### Люлька ЛЭ-100-300

Люлька электрифицированная ЛЭ-100-300 предназначена для подъема двух рабочих с материалами и инструментом для выполнения отделочных работ на фасадах зданий.

Люлька представляет собой сварной каркас, на котором по торцам установлены две фрикционно-барabanные лебедки и центробежные ловители.

Люлька подвешивается на двух грузовых и двух предохра-

нительных канатах, закрепленных на консолях, устанавливаемых на крыше.

Для натяжения канатов к их концам подвешиваются грузы.

Управление люлькой осуществляется с пульта, установленного на каркасе.

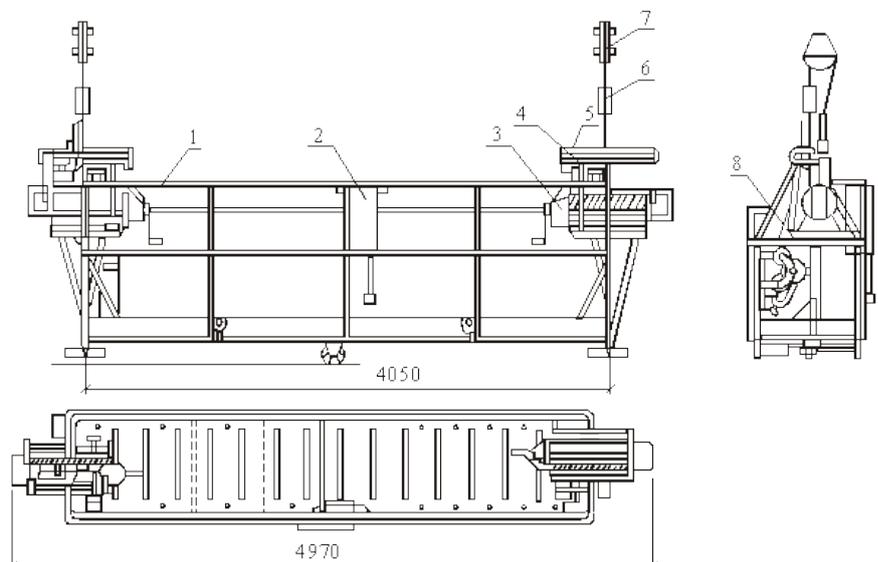


Рис. 2.16 - Люлька ЛЭ-100-300

1 - сварной каркас из труб; 2 - электрооборудование; 3 - лебедка; 4 - канатоведущая система; 5 - блокирующее устройство ручного привода; 6 - ограничитель; 7 - подвеска люльки к консолям; 8 - канат предохранительный

### Подмости передвижные ВО-10,6-12.

Вышка ВО-10, 6—12 представляет собой четырехколесную тележку с четырьмя винтовыми поворотными домкратами. Электролебедка мощностью 1 кВт, размещенная в нижней части тележки, поднимает и опускает платформу с ограждением. Внутри здания вышку перемещают вручную.

Размеры платформы 4000X2000 мм. Габаритные размеры вышки в рабочем положении (длина X ширина X максимальная высота) 4076X3230X11600 мм; масса 2200 кг.

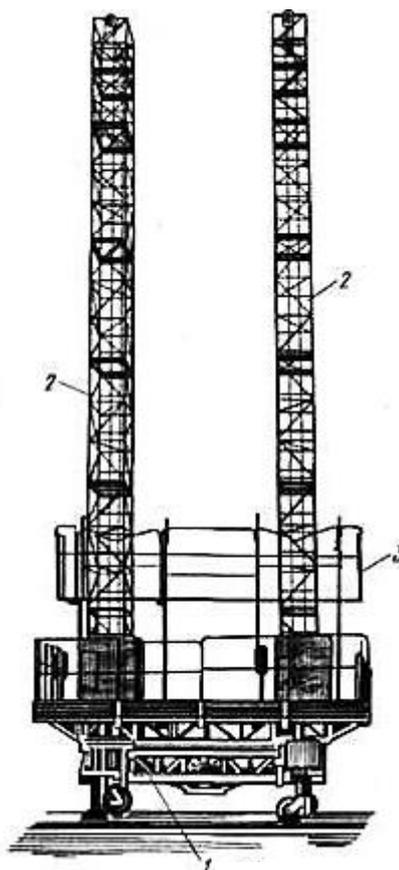


Рис. 2.17 - Вышка ВО-10,6-500 : 1 — тележки, 2 — колонны, 3 — платформа

**Установка фасадного подъемника на здание.** Фасадные подъемники (строительные люльки) применяются для осуществления подъема людей, инструмента и материалов для монтажных и ремонтных работ на фасадах жилых и промышленных зданий. *Фасадные подъемники* подразделяются на одноместные (одноподвесные) и двухместные.

- *Одноместный фасадный подъемник* подвешивается на одной консоли которая располагается на крыше здания с помощью двух канатов- один грузовой, второй страховочный. Так же фасадный подъемник снабжен контргрузами, которые устанавливаются на консоли.

- *Двухместный фасадный подъемник* подвешивается на двух консолях установленных на крыше здания, соответственно каждая консоль имеет грузовой и страховочный канаты.

*Одноместный фасадный подъемник* служит для подъема одного человека и имеет грузоподъемность 120 кг, *двухместный фасадный подъемник* имеет грузоподъемность 300 кг. Если необходимо поднять более тяжелые материалы и инструмент то грузоподъемность можно увеличить до 500 кг.

### Строительные

люльки оборудованы ограждениями, со стороны с которой производятся работы высота ограждения составляет 1000 мм, стороны с которых работа не производится высота ограждения составляет 1200мм. Так же ограждения служат для крепления рабочих страховочными поясами.

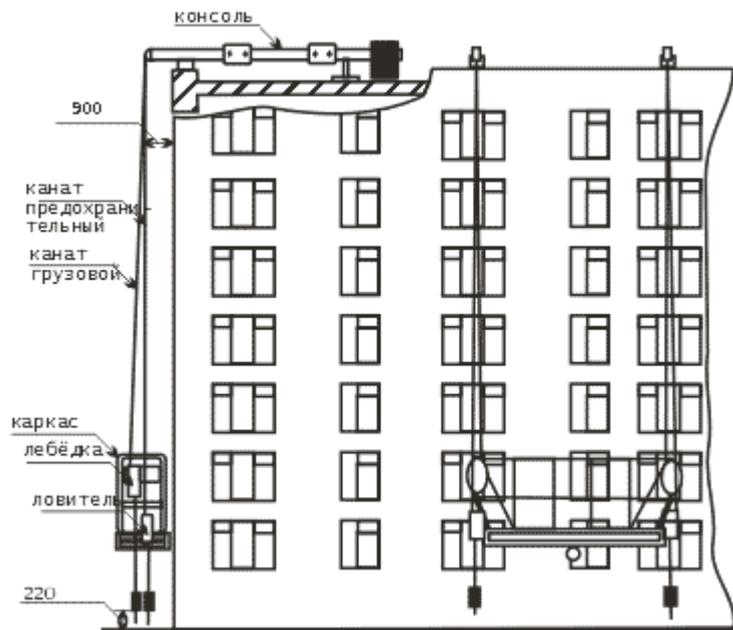


Рис. 2.18 - Установка фасадного подъемника на здание

*Комплектующие для фасадных подъемников:*

- Лебедка ЛЭФ 500;
- Железобетонные(48кг) или металлические(20кг) контгруза;
- Консоли вылет 0,9м;1,5м; 2,5м;
- Каркас фасадного подъемника;
- Канат, кабель;
- Другие комплектующие и запасные части.

***Вышки туры передвижные с рабочим настилом 2,0м x 2,0м***

Вышки туры передвижные – представляют собой объемную пространственную металлическую конструкцию на колесах, состоящую из рам-лестниц, гантелей, диагональных связей, настилов, колесной базы, боковых опор. Данный вид лесов предназначен для проведения ремонтных, строительных, реставрационных, монтажных и других работ на высоте, где рабочая зона находится в различных местах и есть потребность передвигать конструкцию. Максимальная высота вышек тур рассчитана до 19м. Нагрузка на рабочий настил составляет 200кг. Высота боковых рам-лестниц - 1,2м. Комплект рам-лестниц, гантелей и диагоналей называется «Секция удлинение». Шаг установки рабочего яруса 0,4м. Одновременно можно работать только на 1 ярусе.

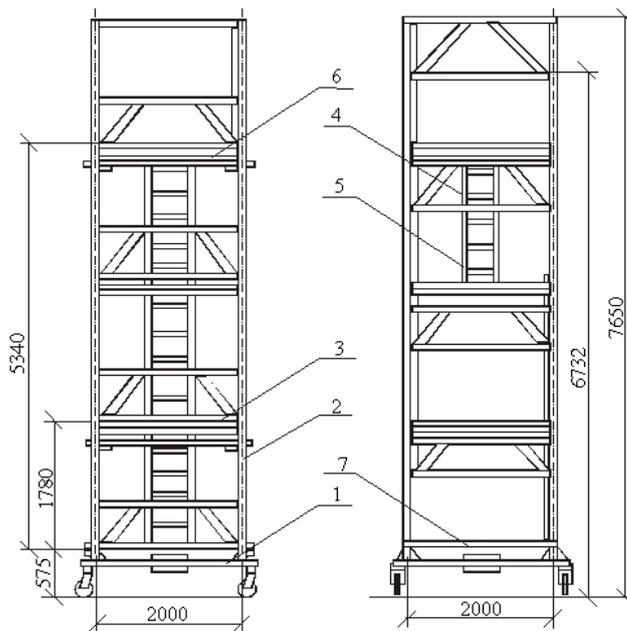


Рис. 2.19 - Вышки туры передвижные высотой 6-10 м.

1 - основание; 2 - секция; 3 - связь; 4 - лестница; 5 - лестница; 6 - щит; 7 - связь

При производстве вышек тур передвижных используется труба с толщиной стенки 1,5мм и диаметром 25мм и 45мм. Соединяются диагональные связи при помощи флажковых замков, что не требует никакого инструмента и существенно облегчает и ускоряет процесс монтажа и демонтажа. Рабочий ярус состоит их трех настилов (один с люком, два без люка), которые укладываются на поперечины рам-лестниц расположенных друг напротив друга.

Самый нижний ярус рам-лестниц устанавливается на колесную базу (профильная труба 50x50мм). База имеет колеса (диаметр 200мм), два с тормозом и два без тормоза, а также винтовые домкраты, служащие для выравнивания горизонта базы и всей вышки туры. Так же к нижнему ярусу крепятся боковые

опоры (стабилизаторы), которые служат дополнительной опорой для вышки и обеспечивающие лучшую устойчивость при проведении работ.

Монтаж и демонтаж вышки туры передвижной осуществляется предельно быстро и легко. Для монтажа требуется минимум два человека.

1. Сначала устанавливается на ровную поверхность колесная база, состоящая из двух балок базы, на которые предварительно привинчиваются четыре колеса, далее в стаканы базы устанавливаются гантели, таким образом, чтоб соединить две балки базы между собой (см. рисунок).

2. Далее устанавливаются в стаканы гантелей (параллельно базе) рамы-лестницы друг напротив друга, предварительно установив объемную диагональ, как показано на рисунке. В верхнюю часть рам-лестниц устанавливается еще одна пара гантелей. После закрепляются диагональные связи между верхними и нижними гантелями посредством флажковых замков (см. рисунок).

3. Боковые опоры (стабилизаторы) крепятся к боковым стойкам рам-лестниц. Комплекуются вышки туры передвижные боковыми опорами согласно «Руководству по эксплуатации».

4. Далее монтаж всей конструкции осуществляется аналогично п.2. При монтаже необходимо устанавливать объемные диагонали согласно «Руководству по эксплуатации».

5. Рабочие настилы устанавливаются между рамами-лестницами расположенными друг напротив друга на поперечины (см. рисунок 2.19).

### ***Леса приставные ЛОР 3316 (хомутовые)***

Предназначены для размещения рабочего персонала и материалов при выполнении строительно-монтажных работ при возведении, реконструкции и ремонте зданий и сооружений.

Максимальная высота лесов - 40 м. Высота рабочего яруса - 2 м. Шаг стоек вдоль стены - 2,5 м. Расстояние между стойками - 1,25 м. Количество рабочих ярусов - 19 шт. Допускаемая рабочая нагрузка - 200 кг/кв.м. Вес лесов на 1000 кв.м фасада, масса - 12 т

В комплект хомутовых лесов входят: стойки, п/стойки, ограждения, поперечины, башмаки, хомуты, многоразовые и одноразовые крепления к стене, щиты настила, лестницы.

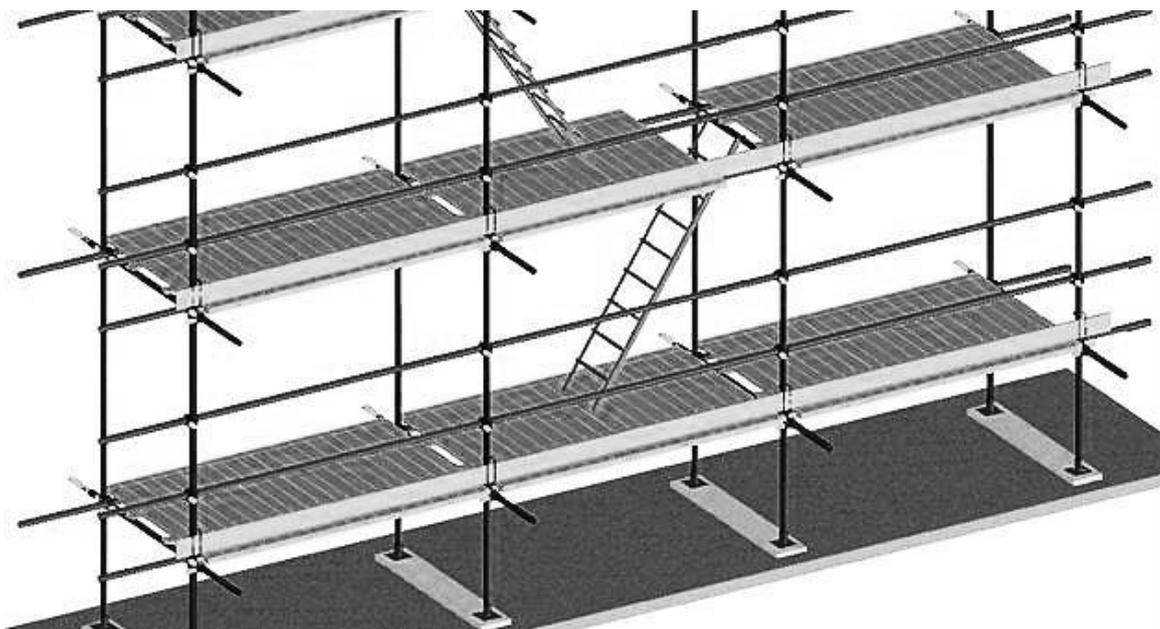


Рис. 2.20 - Схема хомутовых лесов

### *Леса строительные штыревые трубчатые*

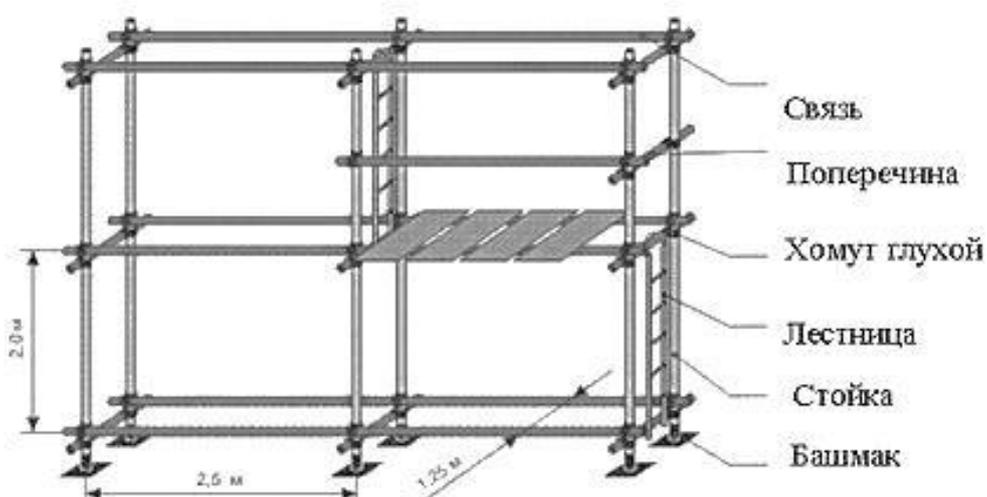


Рис. 2.21 - Леса строительные штыревые трубчатые

Штыревые строительные леса отличаются высокими эксплуатационными качествами, надежностью и безопасностью. Основными конструктивными элементами являются металлические трубчатые несущие стойки и ригели, из которых монтируется каркас лесов, а также деревянные щиты для настила. Готовое сооружение представляет собой пространственно-ярусную систему, обладающую высокой степенью жесткости, по которой передвигаются рабочие. Благодаря высокой прочности конструкции, на ней можно размещать достаточно тяжелое оборудование и материалы. Сфера применения включает отделку и ремонт фасадов зданий высотой до 100 метров. Леса строительные трубчатые штыревые применяются для размещения рабочего персонала и материалов при строительномонтажных работах по реконструкции или возведению зданий и сооружений. Эксплуатация оборудования такого типа допускается при температуре от -30 до +40 °С.

**Ведомость потребности в материалах и изделиях** составляется на основании подсчета объемов работ и ЭСН 9-04-2004, путем умножения нормы расхода материала на объем работ. Данные заносятся в таблицу 2.19.

Таблица 2.19 - Потребность в материалах и изделиях

| Наименование материала<br>(марка, ГОСТ) | Единица<br>измерения | Потребность<br>в материале |
|---|----------------------|----------------------------|
| 1                                       | 2                    | 3                          |

**Перечень машин, механизмов, средств подмащивания, приспособлений и монтажной оснастки** в табл. 2.20 должны быть включены все машины, механизмы, средства подмащивания, приспособления и монтажная оснастка, необходимые для выполнения работ.

Таблица 2.20 - Перечень машин, механизмов, средств подмащивания, приспособлений и монтажной оснастки

| Наименование | Марка, техническая характеристика | Количество, шт. | Назначение |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|------------|
| 1            | 2                                 | 3               | 4          |

**Мероприятия по контролю и оценке качества строительно-монтажных работ** осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 3.04.01-87.

## 2.5 Штукатурные работы

### 2.5.1 Общие сведения по выполнению штукатурных работ

Штукатурка - отделочный слой на поверхностях различных конструкций зданий и сооружений (стен, перегородок, перекрытий, колонн), который выравнивает эти поверхности, придает им определенную форму, защищает конструкции от влаги, выветривания, огня, повышает сопротивление теплопередаче, уменьшает воздухопроницаемость и звукопроводность ограждающих конструкций.

По назначению и свойствам монолитные штукатурки подразделяют на обычные, предназначенные для эксплуатации в нормальных температурно-влажностных условиях, и специальные, выполняющие защитные функции по отношению к основанию.

Обычные штукатурки в зависимости от тщательности выполнения подразделяют на три категории: простые, улучшенные и высококачественные.

Простую штукатурку делают из двух слоев раствора (обрызга и грунта общей толщиной до 12 мм), схема которой показана на рисунке 2.22.

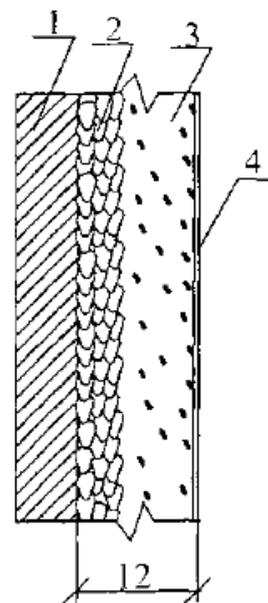


Рисунок 2.22 - Простая штукатурка  
1 - основание, 2 - обрызг, 3 - грунт, 4 - накрывка.

Оштукатуриванию подвергаются поверхности кирпичных, бетонных, гипсобетонных и других стен и перегородок с целью придания поверхности конструкции, независимо от категории и класса зданий и сооружений, защитных и декоративных свойств, повышения сопротивления теплопередаче, уменьшения воздухопроницаемости и звукопроводности ограждающих конструкций.

***Устройство простых штукатурных покрытий внутренних стен и перегородок механизированным способом.***

Бетонные и гипсобетонные поверхности до оштукатуривания обрабатываются нарезкой, насечкой и грунтованием. Кирпичные поверхности очищаются от пыли, грязи, наплывов раствора. При необходимости должны быть произведены насечки поверхности. От качества подготовки поверхности под отделку зависит сцепление (адгезия) штукатурного покрытия с основанием. Для внутренней отделки стен и перегородок этот показатель должен быть не менее 0,1 МПа.

На подлежащих оштукатуриванию поверхностях не допускаются жировые, битумные и масляные пятна (следы смазки), высолы, выступающая арматура, ржавчина. В сухую погоду при температуре воздуха +23 °С и выше подлежащие оштукатуриванию участки стен из мелкоштучных стеновых материалов (кирпич, блоки и т.д.) необходимо увлажнять.

Поверхности, подлежащие оштукатуриванию, проверяются провешиванием в вертикальной и горизонтальной плоскостях с установкой инвентарных съемных марок.

Оштукатуривание поверхности состоит из следующих последовательных технологических операций, включающих:

- подготовку поверхности под оштукатуривание;
- провешивание поверхностей с устройством маяков;
- прием и транспортирование штукатурных растворов для обрызга и грунта на рабочее место;

- нанесение обрызга;
- нанесение грунта;
- разравнивание нанесенного грунта;
- разделка углов;
- разделка потолочных рустов;
- затирка штукатурных слоев машиной;
- отделка откосов и заглушины.

На рисунке 2.23, 2.24, 2.25 представлены следующие технологические операции:



Рисунок 2.23 - Последовательное нанесение слоев обрызга, грунта

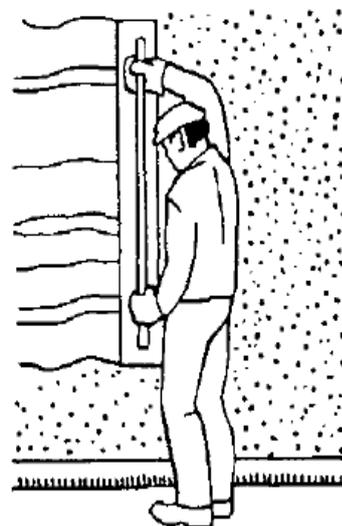


Рисунок 2.24 - Разравнивание слоя грунта



Рисунок 2.25 - Механи-  
зированная затирка по-  
верхности

Транспортирование штукатурных рас-  
творов и нанесение их на оштукатуриваемую  
поверхность производится с помощью штука-  
турных агрегатов, состоящих из штукатурных  
установок и растворонасосов, а для пригото-  
вления, процеживания и транспортирования  
растворов применяется штукатурный агрегат.

Подача раствора растворонасосами со-  
стоит из следующих технологических процес-  
сов:

- процеживание раствора самотеком  
при приемке;
- подача раствора в бункер на этажи;
- установка и переноска рукава по ходу работы;
- очистка сетки бункера от отходов;
- промывка и продувка рукава с удалением пробок.

Температуру в 10 °С в помещении необходимо поддерживать кругло-  
суточно, не менее чем за 2 суток до начала и 12 суток после окончания шту-  
катурных работ.

Внутренние поверхности каменных и кирпичных стен и перегородок,  
возведенных методом замораживания, следует оштукатуривать после оттаи-  
вания кладки с внутренней стороны не менее чем на половину толщины  
стены.

Оштукатуривание поверхности выполняется путем нанесения штука-  
турных составов в следующей последовательности:

- нанесение обрызга из обычных цементно-песчаных растворов;
- нанесение слоя грунта из обычных цементно-песчаных растворов с  
последующим его разравниванием и затиркой.

При нанесении обрызга толщина слоя не должна превышать 5 мм. Через 1 - 2 часа после того, как обрызг начнет затвердевать, наносится грунт толщиной не более 5 мм.

Ручные штукатурные работы выполняются в соответствии с рекомендуемой схемой организации рабочего места, представленной на рисунке 2.26, с использованием необходимых средств механизации и инструмента и приготовлением раствора на рабочем месте.

Схема организации механизированных штукатурных работ представлена на рисунке 2.27.

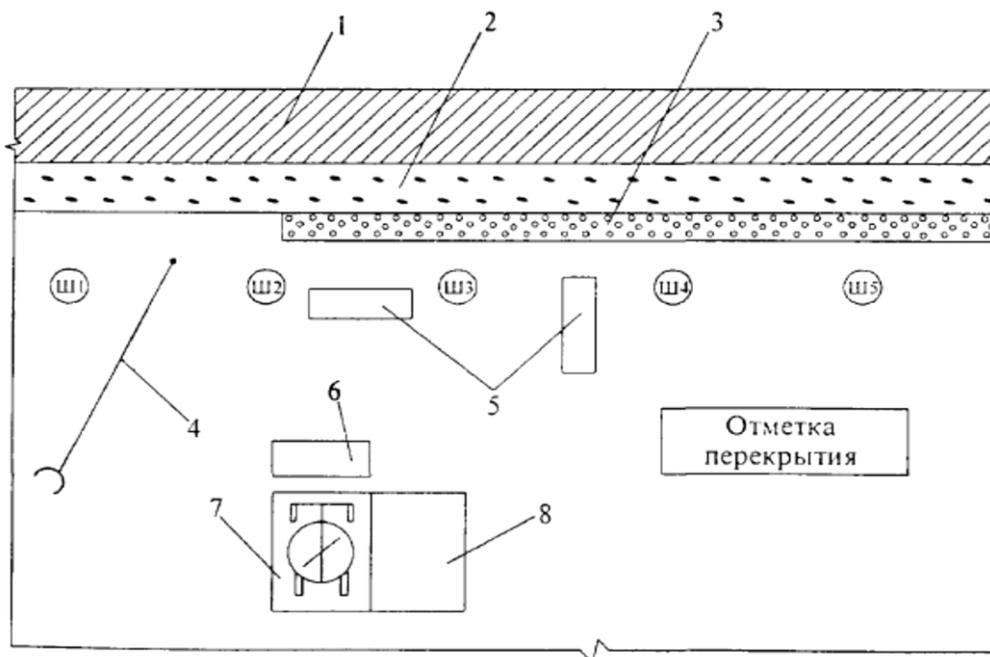


Рисунок 5 - Схема организации рабочего места при оштукатуривании поверхности вручную

1 - стена; 2 - обрызг из цементно-песчаного раствора; 3 - слой грунта из цементно-песчаного раствора; 4 - водопроводный шланг; 5 - противни; 6 - приемный ящик; 7 - растворомешалка; 8 - ящик для цемента.

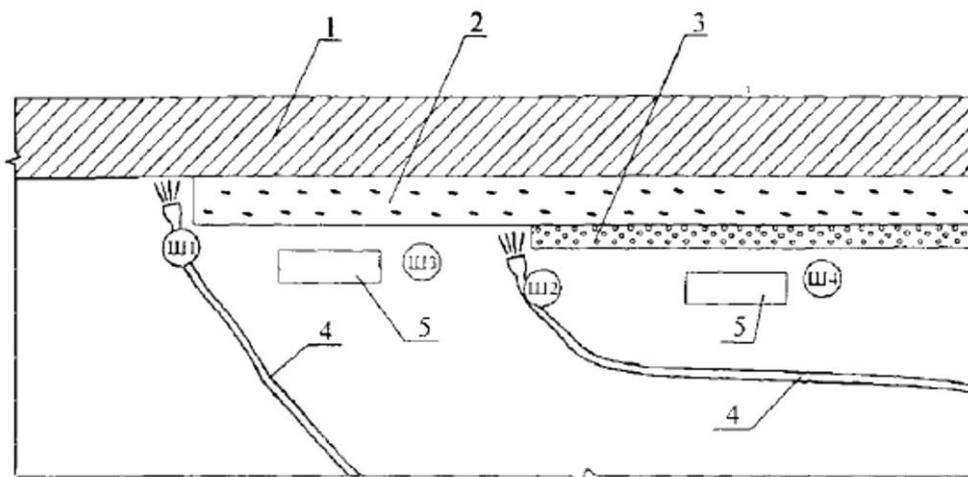


Рисунок 2.27 - Схема организации рабочего места при механизированном ведении штукатурных работ  
 1 - стена; 2 - обрызг из цементно-песчаного раствора; 3 - слой грунта из цементно-песчаного раствора; 4 - растворопровод; 5 - ящик для сбора раствора после нанесения обрызга и грунта

### ***Особенности нанесения фасадной штукатурки***

Современная отделка фасада, должна выполнять не только свою эстетическую роль, но и некоторые другие функции, такие как защита поверхности от различных внешних воздействий. Кроме того для того чтобы фасад не разрушался, потребуется обязательно фасадная гидроизоляция. Фасадная штукатурка в то же время может обладать водоотталкивающим эффектом, а также дополнительно утеплить дом. Но прежде чем производить отделку фасада здания, в первую очередь потребуется сделать наружную гидроизоляцию фасада, произвести монтаж кровли и всех остальных компонентов.

Перед отделкой следует обязательно очистить фасад постройки от различных загрязнений, пыли и других частиц. Обязательно, чтобы поверхность стены была полностью ровной. В вертикальной части не должно присутствовать совершенно никаких отклонений. Участки, которые превышают показатель 1,5 сантиметров, следует заровнять слоем выравнивающей смеси. Если на поверхности стены присутствуют определенные бугры, то их необходимо срубить при помощи зубила.

Если на улице стоит сухая погода, то в таком случае следует предварительно увлажнить поверхность стен. Нанесение штукатурки можно осуществлять вручную при помощи специальной лопатки, кисти или даже валика. Также для нанесения штукатурки можете воспользоваться специальной машиной. По возможности необходимо произвести отделку стены за один прием.

Штукатурки бывают обычные и декоративные.

**Обычные штукатурки** служат основанием под окрашивание. Их выполняют из неокрашенных известковых, цементно-известковых, известково-гипсовых или цементных растворов. Все растворы, кроме известково-гипсовых, применяют для оштукатуривания по кирпичу и бетону. Известково-гипсовыми растворами оштукатуривают только деревянные поверхности.

**Декоративные штукатурки** выполняют из предварительно окрашенных растворов с заполнителями разной крупности или с использованием цветных цементов.

Растворы окрашивают введением в них сухих строительных красок. Краски должны быть свето- и щелочестойкими. Они не должны разрушать вяжущих веществ или понижать их прочность. Заполнителями таких растворов могут служить крупные пески, мраморная или гранитная крошка, крошка красного кирпича.

В зависимости от применяемых материалов и способа обработки штукатурки подразделяются на известково-песчаные, терразитовые и каменные, а также штукатурки, обрабатываемые путем травления кислотой.

Известково-песчаные цветные штукатурки применяют для отделки кирпичных стен, а также поверхностей из материалов, имеющих марку 50 и ниже, например, легкий бетон, туф, ракушечник, пористые бетонные блоки. Эти штукатурки наносят на грунты с небольшим количеством цемента. Их нельзя наносить на поверхности из плотного бетона, так как они могут со временем отслаиваться.

Терразитовые штукатурки применяют для отделки стен, колонн, цоколей и других частей капитальных зданий. Каменные штукатурки имитируют облицовочный природный камень (гранит, мрамор, известняк, туф). Этими штукатурками отделывают поверхности из тяжелого, плотного бетона, кирпича, т.е. материалов, имеющих марку не ниже 100. При нанесении каменных штукатурок на поверхности, выполненные из менее прочного материала, они отслаиваются. Каменные штукатурки наносят на цементные грунты.

При оштукатуривании фасадов декоративными растворами большую роль играет правильное устройство лесов и расположение мест их крепления. Леса надо крепить в таких местах, которые по окончании работ можно было бы аккуратно заделать.

### **2.5.2 Практическое занятие №5: Технология устройства монолитной штукатурки**

Задание:

1. Выполнить подсчет объемов штукатурных работ.
2. Рассчитать калькуляцию и график производства работ.
3. Разработать мероприятия по контролю и оценке качества строительно-монтажных работ.

Варианты заданий в Приложении 5 (Примечание: вариант здания для внутренней штукатурки брать из Приложения 1, вариант здания для фасадной штукатурки из Приложения 4 согласно своему варианту).

***Подсчет объемов работ.***

***Площадь штукатурки фасадных стен*** следует исчислять за вычетом площади проемов по наружному обводу коробок.

При высококачественной штукатурке фасадов площадь, занимаемая архитектурными деталями (карнизами, поясками, наличниками и т. п. тянутыми деталями), а также примыкающими к зданию колоннами и пилястрами,

не включается в площадь стен и должна исчисляться отдельно. При улучшенной штукатурке фасадов тяги и карнизы отдельно исчисляться не должны, так как вытягивание этих деталей нормами учтено.

Оконные откосы и отливы, дверные откосы, а также боковые поверхности выступающих из плоскости стен или вдающихся в толщу стен архитектурных и конструктивных деталей при высококачественной штукатурке фасадов надлежит исчислять отдельно, с подразделением на две группы по ширине — до 200 мм и более 200 мм. При улучшенной штукатурке фасада откосы и отливы отдельно замерять не следует, так как оштукатуривание их нормами учтено.

Объем работ по оштукатуриванию колонн (примыкающих к зданию или отдельно стоящих), а также пилястр надлежит исчислять по площади их вертикальной проекции.

Объем работ по вытягиванию карнизов, тяг, поясков, наличников и других тянутых деталей при высококачественной штукатурке фасадов надлежит исчислять по площади, занимаемой ими на поверхности фасада (по проекции на стену). При устройстве карнизов с откосом, превышающим их высоту, объем работ следует исчислять по площади горизонтальной проекции карнизов.

*Объем работ по внутренней штукатурке* следует определять не по отдельным помещениям, а по квартире, этажу, секции и т. п. в целом. Объем работ по оштукатуриванию подвальных и чердачных помещений, а также шахт подъемников следует исчислять отдельно.

Объем работ по оштукатуриванию внутренних стен надлежит исчислять за вычетом площади проемов по наружному обводу коробок и площади, занимаемой тянутыми наличниками. Высоту стен следует измерять от чистого пола до потолка.

Объем работ по оштукатуриванию потолков (в том числе кессонных) надлежит исчислять по площади между внутренними гранями стен или перегородок; при этом площадь ребристых перекрытий следует исчислять по развернутой поверхности. Вытягивание карнизов и паदуг нормами учтено и отдельно исчисляться не должно.

Оштукатуривание откосов, боковых и верхних оконных заглушин нормами учтено и отдельно исчисляться не должно. Объем работ по устройству нижних оконных заглушин надлежит исчислять отдельно по площади заглушин.

Объем работ по тяге внутренних наличников надлежит исчислять по площади, занимаемой ими на поверхности стены (по проекции на стену).

Объем работ по установке лесов следует исчислять:

а) при оштукатуривании потолков и стен в помещениях — по горизонтальной проекции потолков;

б) при оштукатуривании в помещениях только стен, а также фасадов — по вертикальной проекции стен без вычета проемов;

в) при оштукатуривании на фасадах только карнизов, тяг, откосов и наличников — по проектным данным.

**Калькуляция и график производства работ** составляются аналогично предыдущим работам.

Последовательность выполнения технологических операций при производстве штукатурных работ в зависимости от видов штукатурки (простая, улучшенная, высококачественная) и оштукатуриваемых поверхностей приведена в таблице 2.22.

Таблица 2.22 - Последовательность технологических операций в зависимости от вида штукатурки

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Технологические операции | Оштукатуривание |
|--------------------------|-----------------|

|   | простое | улучшенное | высококачественное |
|---|---------|------------|--------------------|
| Подготовка поверхностей под оштукатуривание     | +       | +          | +                  |
| Провешивание поверхностей                       | +       | +          | +                  |
| Установка маяков                                | -       | -          | +                  |
| Нанесение обрызга                               | +       | +          | +                  |
| Нанесение грунта                                | +       | +          | +                  |
| Разравнивание нанесенного грунта                | +       | +          | +                  |
| Нанесение грунта (второй слой)                  | -       | -          | +                  |
| Разравнивание нанесенного грунта (второго слоя) | -       | -          | +                  |
| Разделка углов                                  | +       | +          | +                  |
| Разделка потолочных рустов                      | +       | +          | +                  |
| Нанесение накрывочного слоя                     | -       | +          | +                  |
| Затирка   | +       | +          | +                  |
| Отделка откосов и заглушин                      | +       | +          | +                  |

**Мероприятия по контролю и оценке качества строительного-монтажных работ** должны соответствовать требованиям СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия» и СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

### 3. Технология механизации строительства

#### 3.1 Общие сведения о комплексной механизации строительного производства

Комплексная механизация строительного производства — одно из главных направлений технического прогресса в строительстве. Она обеспечивает повышение производительности труда и качества выполняемых работ, а также снижает стоимость и сроки строительства. Развитие механизации является важнейшей задачей строительных организаций и ее решению должна быть подчинена вся организация строительных работ.

Росту уровня механизации способствует насыщение рынка строительной техники высокопроизводительными машинами с широким набором выполняемых технологических операций, расширение наборов сменного рабочего оборудования и появление рынка производственных услуг по механизации строительных работ.

Под механизацией производства понимают замену ручных средств труда машинами и механизмами. Основные цели механизации — это повышение технического уровня производства, освобождение человека от тяжелых, трудоемких и утомительных операций, снижение себестоимости и улучшение качества продукции. Механизация — одно из главных направлений технического прогресса, материальная сторона повышения эффективности общественного производства. Она является условием и средством индустриализации строительства, важнейшим фактором совершенствования технологии.

По степени оснащенности производства машинами различают частичную и комплексную механизацию. В условиях частичной механизации машины и оборудование применяют при выполнении главным образом наиболее тяжелых и трудоемких работ и доля ручного труда остается значительной. При комплексной механизации все технологические операции — как основные, так и вспомогательные — выполняются машинами, объединенными в специализированные комплекты машин.

Комплексная механизация осуществляется на основе рационального выбора машин и оборудования, обеспечивающего эффективную их работу во взаимосогласованных режимах, увязанных по производительности и условиям качественного производства работ.

Для выполнения различного вида строительно-монтажных работ формируются специализированные комплекты машин (СКМ), которые представляют систему машин, увязанных по технологическому назначению, производительности и основным конструктивным параметрам.

В СКМ выделяют ведущую машину, которая выполняет самую трудоемкую и дорогостоящую технологическую операцию, и вспомогательные (комплектующие), работающие совместно с ведущей.

Например, при возведении земляного полотна в зависимости от дальности возки грунта, геометрических размеров инженерного сооружения и рельефа местности в качестве ведущих машин СКМ могут быть: бульдозер, скрепер, экскаватор, грейдер-элеватор и т. д.

Существует также понятие малой механизации, к которой относят ручные машины и различные приспособления, позволяющие за счет простых средств упростить и облегчить ручной труд.

Эффективность комплексной механизации обеспечивается не только путем увеличения количества машин СКМ, но и в результате наиболее рационального их использования в технологическом процессе.

Комплексная механизация наиболее эффективна в условиях поточного производства работ. Частные потоки могут обслуживаться комплектом машин, предназначенных для выполнения отдельных технологических процессов (устройство земляного полотна, дорожных оснований, покрытий и т. д.). При этом скорость потока и производительность машин должны быть взаимосвязаны. Особенно важно полное использование потенциальных возможностей (производительности) ведущей машины. Для этого необходимо, чтобы

производительность вспомогательных машин была на 10-15% больше, чем ведущей машины.

Выбор машин для производства работ на данном конкретном объекте и режимов их работы осуществляется в проекте производства работ с учетом организационно-технологических решений, заложенных в проекте организации строительства.

### 3.2 Технология земляных работ

Земляные работы объединяют процессы, связанные с переработкой грунта. Они состоят из подготовительных, вспомогательных и основных процессов. Состав основных процессов зависит от способа разработки грунта.

Подготовительные процессы (разбивка земляного сооружения, понижение уровня грунтовых вод и др.) выполняются до начала разработки грунта. Вспомогательные процессы (рыхление грунта, водоотлив, крепление стенок сооружения и др.) могут выполняться как до начала разработки, так и во время разработки грунта.

Сооружения, получаемые после выполнения земляных работ, называются земляными сооружениями. Они делятся на выемки (котлован, траншея, резерв и др.) и насыпи (дорожное полотно, кавальер и др.). Котлованами называются выемки, ширина которых мало отличается от длины, они необходимы для строительства сооружений. Траншеями – выемки, имеющие малые размеры поперечного сечения и большую длину, они необходимы для прокладки трубопроводов. Котлованы и траншеи – временные земляные сооружения, которые устраиваются в грунтах (см. рисунок 3.1).

В зависимости от трудоемкости разработки все грунты разделены на группы, что следует учитывать при выборе и определении выработки механизмов и рабочих.

Различают несвязные грунты – это крупноблочные (гравелисто-галечные), песчаные; связные грунты – глины и суглинки; малосвязанные грунты,

занимающие промежуточное положение. А также грунты бывают сухие (с содержанием воды до 5 процентов), влажные (от 5 до 30 процентов) и мокрые (более 30 процентов). Совокупность этих свойств грунтов также учитывается при разработке.

Одним из основных свойств грунта является также его разрыхляемость, которая характеризуется двумя коэффициентами - первоначального и остаточного разрыхления.

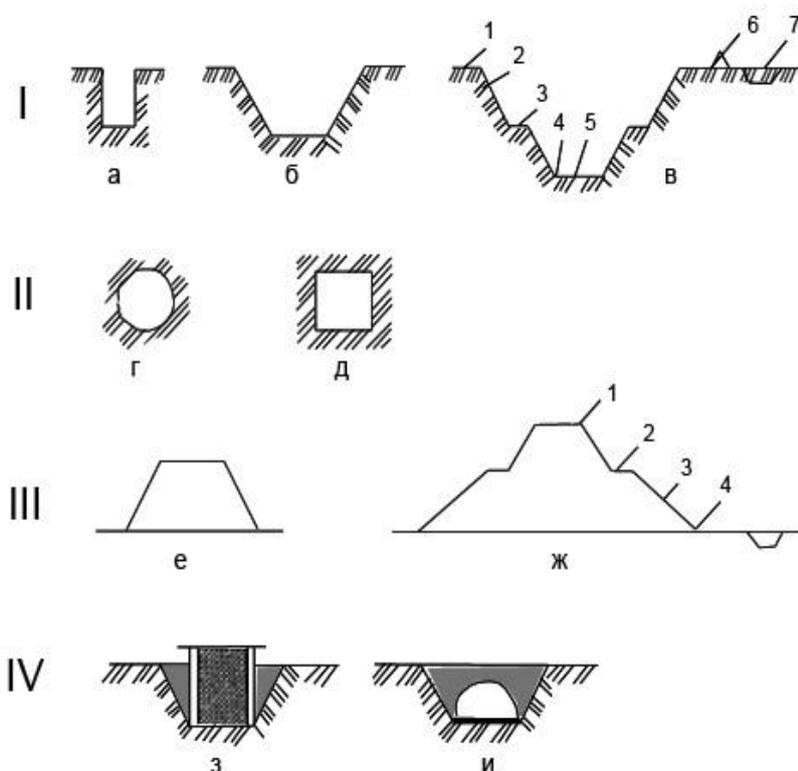


Рис.3.1 - Виды земляных сооружений. Земельные работы

В строке I представлены поперечные профили выемок:

- а – траншея с прямым поперечным профилем выемки;
- б – траншея с трапециевидным поперечным профилем выемки;
- в – поперечный профиль постоянной выемки, где
  1. – бровка откоса,
  2. – откос,
  3. – берма,
  4. – основание откоса,
  5. – дно траншеи,
  6. – банкет,
  7. – нагорная канава.

В строке II представлены круглое (г) и прямоугольное (д) сечения подземной выработки.

В строке III представлены профили временной (е) и постоянной (ж) насыпи.

В строке IV представлена обратная засыпка пазух котлована (з) и траншеи (и).

Коэффициент первоначального разрыхления показывает величину увеличения объема грунта при его разработке за счет уменьшения плотности. Коэффициент остаточного разрыхления показывает величину увеличения объема грунта после его послойной укладки и уплотнения в сооружении.

### ***Способы разработки грунта***

Разработку грунта можно вести следующими методами:

- механическим, при котором грунт разрабатывается послойно резанием рабочим органом землеройной машины;
- гидромеханическим, при котором грунт разрабатывается при помощи воды, превращаясь в пульпу (частицы грунта, взвешенные в воде), гидромонитором или земснарядом;
- взрывным – грунт разрабатывается при помощи взрывчатых веществ, а также применяется для разрыхления мерзлых и скальных грунтов;
- бурение – грунт разрабатывается при помощи специальных машин вращательного или ударно-вращательного действия;
- комбинированным – это комбинация выше перечисленных способов (чаще взрывной и механический).

Механический способ является основным. Этим способом разрабатывается более 80 процентов грунтов. В этом случае применяются землеройные и землеройно-транспортные машины.

Землеройные машины циклического действия – это одноковшовые экскаваторы, которые производят разработку грунта с погрузкой его в транспортные средства или навывмет (выгрузку в отвал).

Землеройные машины непрерывного действия – это цепные и роторные экскаваторы, которые применяются для разработки грунта линейных выемок

(траншей, канав) большой протяженности. Цепные экскаваторы копают траншеи глубиной до 3,5 м, роторные – до 1,5 м.

Землеройно-транспортные машины – бульдозеры, скреперы (самоходные и прицепные), автогрейдеры разрабатывают и перемещают грунт на определенные расстояния. Бульдозеры до 200 м, скреперы от 3 до 5 км.

*Состав основных процессов при механическом способе разработки грунта:*

- резание грунта;
- транспортирование грунта;
- укладка грунта и разравнивание;
- уплотнение грунта.

Основной объем грунта при производстве земляных работ разрабатывается при помощи одноковшовых экскаваторов. Навесным оборудованием к ним является: прямая и обратная лопаты, драглайн и грейфер.

Экскаватор прямая лопата разрабатывает грунт выше своей стоянки и грузит ею в транспортное средство при перемещении экскаватора и автосамосвалов по дну котлована. Экскаватор обратная лопата и драглайн разрабатывают грунт ниже своей стоянки и грузят его в автосамосвал или разрабатывают навывет. При этом транспорт перемещается по берме траншеи, котлована или по дну выемки.

Драглайн имеет большие радиус действия и глубину копания и поэтому применяется при разработке больших (в плане) и глубоких выемок. Грейфер применяется при разработке глубоких выемок с малыми размерами в плане, а также при погрузочно-разгрузочных работах и обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

Место работы экскаватора называется забоем. Забой включает себя площадку для установки автосамосвала, место стоянки экскаватора и участок

грунта, подлежащий разработке с данной стоянки. Основные виды забоев: лобовой и боковой - для экскаватора прямая лопата, торцевой и боковой - для экскаватора обратная лопата и драглайн.

Пространство, образующееся после разработки грунта экскаватором, называется проходкой. При лобовом забое применяется прямолинейная, когда ширина котлована по верху меньше 1,5 радиуса копания грунта экскаватора), зигзагообразная (меньше 2,5 радиуса копания) и поперечно-лобовая (меньше 3,5 радиуса копания) проходки, при торцевом забое – прямолинейная и зигзагообразная, при боковом - боковая проходка, которая применяется при значительных размерах котлована. В этом случае первая проходка - прямолинейная, а остальные боковые. Количество боковых проходок определяется исходя из размеров выемки и ширины прямолинейной проходки.

Экскаватор разрабатывает грунт не на полную (проектную) глубину выемки. С целью предотвращения повреждения основания и перебора грунта при его разработке, в выемке оставлялся недобор, величина которого зависит от сменного оборудования одноковшового экскаватора и емкости ковша.

Недобор грунта разрабатывается бульдозером и складывается на дне выемки вдоль ее длинной стороны. Затем экскаватором обратная лопата данный грунт удаляется из выемки и грузится в автосамосвал. После разработки недобора грунта бульдозер выполняет окончательную планировку дна выемки под заданную отметку.

Способы разработки траншей многоковшовыми экскаваторами (цепные или роторные) могут быть однопроходными или многопроходными (послойные). При первом способе полный профиль траншеи разрабатывают за одну проходку механизма, а при втором – за несколько. Отвал грунта при разработке траншеи чаще всего размещают с левой стороны, а правую оставляют свободной для проезда и возможности выполнения сварочно-монтажных и изоляционных работ. Для предохранения стенок траншеи от обрушения отвал

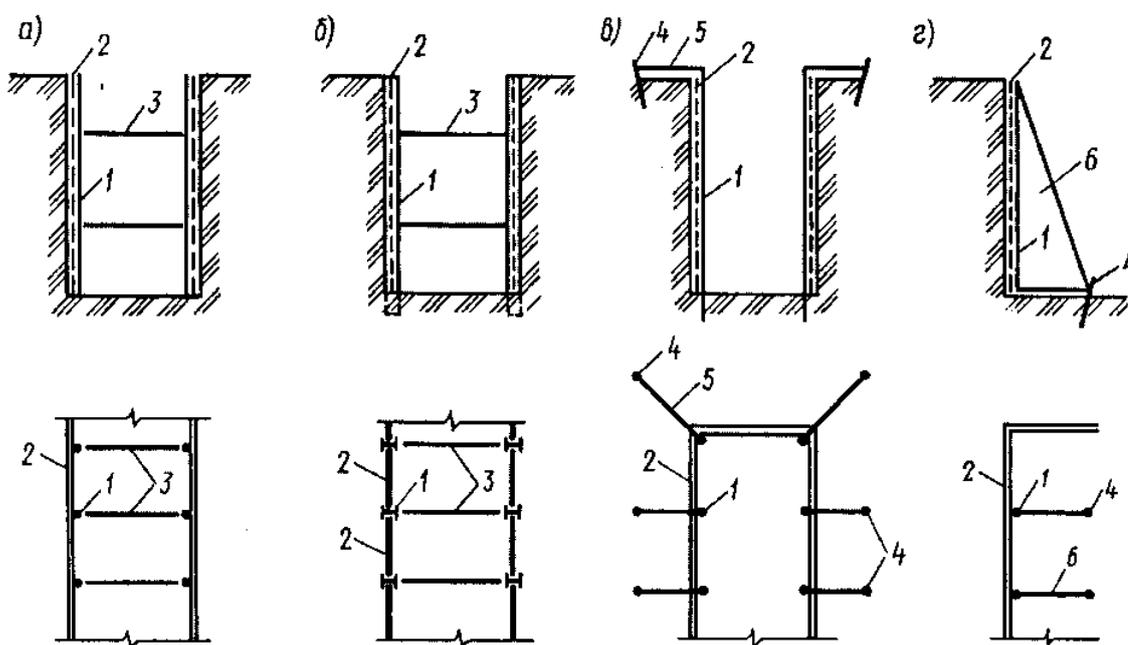
грунта располагают на расстоянии 0,5 м и более от ближайшей бровки траншеи.

При разработке траншеи следует стремиться к полной ликвидации ручного труда при зачистке дна. Это достигается при рациональном расстоянии передвижения экскаватора, обеспечивающим минимальную высоту гребешков, которые также устраняют протаскиванием ковша по дну траншеи.

При отрывке выемок в стесненных условиях городской застройки приходится их делать с вертикальными откосами. При этом необходимо иметь в виду, что без крепления вертикальных стенок траншей и котлованов, расположенных выше УГВ (уровень грунтовых вод), допускается при глубине их не более, м:

- в песчаных и крупноблочных грунтах 1,0;
- в супесях 1,25;
- в суглинках и глинах (кроме очень прочных) 1,5;
- в очень прочных суглинках и глинах 2,0.

Крепление вертикальных стенок обязательно при устройстве выемок в стесненных производственных условиях, отрывке глубоких выемок и в сильно



водонасыщенных грунтах. Крепление вертикальных стен выемок приведено на рисунке 3.2.

Рис. 3.2. Крепление вертикальных стенок выемок:

а, б – закладное; в – анкерное; г – подкосное; 1 – стойка; 2 – доски; 3 – распорка; 4 – свайка; 5 – стяжка; 6 - подкос

Тип крепления выбирается в зависимости от назначения и размеров выемки, свойств грунтов, величины притока грунтовых вод и условий производства работ.

### ***Способы уплотнения грунта***

Грунт уплотняется с целью увеличения его несущей способности и снижения водопроницаемости. Наибольшая плотность грунта с наименьшими затратами труда достигается при определенной для данного грунта влажности (оптимальной). Поэтому сухие грунты должны увлажняться, а переувлажненные – осушаться. Разравнивание и увлажнение грунта являются подготовительными процессами и выполняются непосредственно перед уплотнением грунта.

В зависимости от используемых машин применяют следующие способы уплотнения грунта:

- укатка с помощью различных видов катков;
- трамбование при помощи трамбовок большой массы, сбрасываемых с определенной высоты;
- вибрировании при помощи специальных вибрирующих машин.

Наибольшее распространение получило уплотнение грунта катками статического действия: гладкими, кулачковыми, пневмошинами. Разравнивание производится горизонтальными слоями толщиной от 0,2 до 0,4 м при продольном ходе бульдозера. Распределение грунта производят от краев насыпи к ее середине с перекрытием предыдущего прохода на 0,3 м. Требуемую плотность грунта получают за несколько проходов катков по одному месту (от 6 до

8 проходов). Уплотнение грунта производится также послойно при устройстве оснований, при обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

### **3.3 Курсовая работа «Разработка технологической карты на земляные работы»**

Целью курсовой работы является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины "Технология механизации в строительстве", ознакомление с методикой разработки проектов производства работ, развитие навыков проектирования технологических схем комплексных механизированных процессов и выполнения технико-экономических расчетов при обосновании принятых вариантов производства строительных работ.

Курсовая работа разрабатывается в соответствии с заданием и представляет собой технологическую карту на производство земляных работ. При выполнении его необходимо уделить основное внимание использованию прогрессивной технологии, комплексной механизации работ.

#### **3.3.1 Порядок выполнения курсового проекта**

Выполнение курсовой работы включает в себя разработку следующих вопросов.

- 1) получение и анализ исходных данных на проектирование;
- 2) определение объемов земляных работ и расчет схем размещения земляных масс;
- 3) выбор и обоснование метода производства земляных работ;
- 4) расчет комплектов машин, механизмов и транспортных средств, необходимых для выполнения работ в заданные сроки;
- 5) расчет рабочих параметров забоя и установление рациональной последовательности выполнения земляных работ;
- 6) определение трудоемкости работ;

- 7) составление календарного плана выполнения работ;
- 8) мероприятия по охране труда;
- 9) расчет технико-экономических показателей.

Исходные данные и варианты заданий для выполнения курсовой работы принимаются в соответствии с заданием (см. приложение б).

### 3.3.2 Оформление курсовой работы

Курсовая работа оформляется в виде пояснительной записки, написанной на 30 – 35 листах стандартного размера (297 × 210 мм), и графической части формата А1.

Разделы курсового проекта должны сопровождаться необходимыми чертежами и схемами по формату пояснительной записки, сброшюрованными с ней. В конце пояснительной записки указывается список использованной нормативной, справочной и учебной литературы, в которой обосновываются принятые решения.

На листе графической части вычерчивается котлован, основные технологические схемы отдельных процессов разработки котлована (каждая схема дается в двух позициях – в плане и разрезе), календарный план производства работ, потребность в материально-технических ресурсах, ТЭП.

### 3.3.3 Порядок выполнения курсового проекта

#### *Общие сведения для проектирования*

Назначение здания – промышленное или гражданское, отапливаемое с металлическим каркасом и монолитными железобетонными фундаментами. Конструкцию фундаментов принять по заданию. Пример фундамента см. рис. 3.3. Условия строительства – летние.

Разработать план фундаментов и разрез по фундаментам здания, подсчитать количество фундаментов  $N_{\text{фунд}}$ .

Определить отметку дна котлована  $F_{\text{дн}}$  при условии, что отметка обреза фундамента  $-0,150$  м и под фундамента выполняется бетонная подготовка высотой  $h_{\text{под}} = 0,1$  м.

За относительную отметку  $\pm 0,000$  принять уровень планировки или дневной поверхности – «ур.пл.» (см. рис. 3.4).

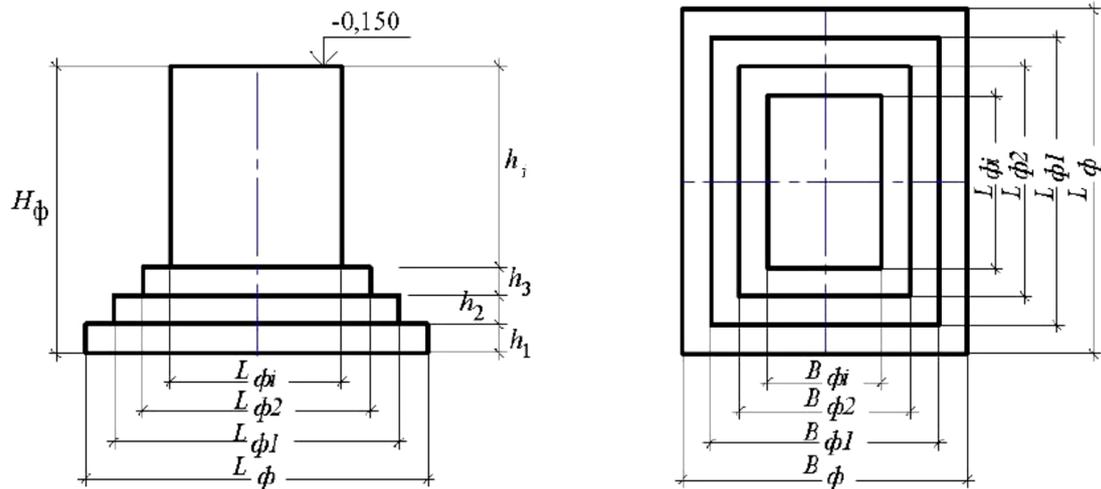


Рис. 3.3 – Фундамент монолитный

Определить объемы земляных работ. Принять расстояние от основания откоса выемки до ближайшей грани фундамента из условий безопасного производства работ не менее  $0,6$  м, высоту слоя грунта при подчистке вручную (недобор)  $h_{\text{нед}} = 0,1$  м.

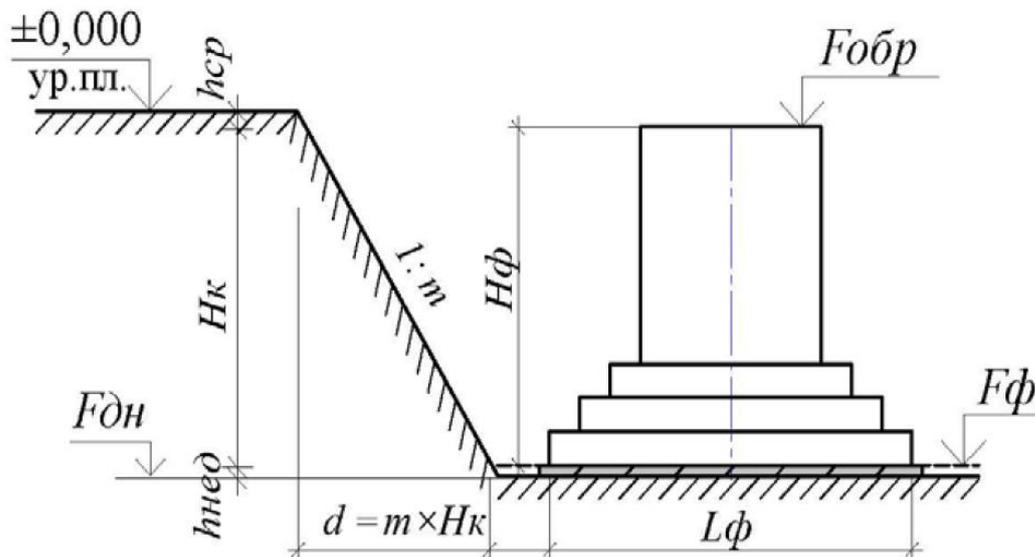


Рис. 3.4 - Определение высоты котлована

$H_k$  – высота котлована (траншеи), м;  $H_\phi$  – высота фундамента, м;  $F_{\text{дн}}$  – отметка дна котлована, м;  $F_{\text{обр}}$  – отметка обреза фундамента, м;  $F_\phi$  – отметка заложения подошвы фундамента, м;  $h_{\text{ср}}$  – высота срезаемого слоя при планировке, м;  $h_{\text{нед}}$  – высота недобора грунта, м;  $d$  – горизонтальное заложение откоса, м;  $t$  – коэффициент откоса (см. прил. 7.5).

### 3.3.4 Подсчет объемов земляных работ

#### Определение вида земляных сооружений

Возможны три вида земляных сооружений:

- общий котлован под здание;
- траншеи по продольным осям здания;
- отдельные котлованы под каждый фундамент.

Для определения вида земляного сооружения вычертить в масштабе фрагмент плана фундаментов (с устройством котлованов под каждый фундамент) и разрезы (см. рис. 3.5-3.6). В здании с разными пролетами вычертить фрагмент плана, включающий фундаменты одного шага по всей ширине здания. При равном шаге вдоль здания (шаг колонн) и поперек здания (пролет) вычертить один разрез. Рассчитать расстояние между выемками ( $L_{\text{max}}$  и  $L_{\text{min}}$ ) в следующей последовательности:

1. Определение отметки дна котлована,  $F_{\text{дн}}$  (см. рис. 3.4):

$$F_{\text{дн}} = H_\phi \pm F_{\text{обр}} + h_{\text{нед}}, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $H_\phi$  – высота фундамента, м (принять по заданию);

$F_{\text{обр}}$  – отметка обреза фундамента, м;

$h_{\text{нед}}$  – высота слоя грунта при подчистке вручную (недобор), м.

Примечание: знак «+» следует учитывать при заложении обреза фундамента выше уровня планировки, знак «-» при заложении обреза фундамента ниже уровня планировки. Например: отметка обреза фундамента - 0,150 м, тогда:

$$F_{\text{дн}} = H_\phi + 0,15 + h_{\text{нед}}, \text{ м}.$$

2. Определение высоты котлована (траншеи),  $H_k$ :

$$H_k = F_{\text{дн}} - h_{\text{ср}} - h_{\text{нед}}, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $h_{\text{ср}}$  – высота срезаемого слоя при планировке грунта.

3. Определение расстояния между выемками в поперечном направлении здания (по ширине пролета):

$$L_{\text{max}} = L_{\text{пр}} - L_{\text{ф}} - 2 \times 0,6 \text{ м} - 2 \times d, \text{ м}, \quad (3)$$

где  $L_{\text{пр}}$  – ширина пролета здания (минимальная) или расстояние между осями в поперечном направлении здания, м;

$L_{\text{ф}}$  – длина подошвы фундамента, м.

0,6 – расстояние от основания откоса выемки до ближайшей грани фундамента из условий безопасного производства работ;

$d$  – горизонтальное заложение откоса:

$$d = m \times H_k, \text{ м}, \quad (4)$$

$m$  – коэффициент откоса, зависит от типа грунта и от высоты выемки (см. прил. 7.6).

4. Определение расстояния между выемками в продольном направлении здания (по ширине шага):

$$L_{\text{min}} = B_{\text{ш}} - B_{\text{ф}} - 2 \times 0,6 - 2 \times d, \text{ м}, \quad (5)$$

где  $B_{\text{ш}}$  – шаг несущих конструкций (колонн) или расстояние между осями в продольном направлении здания, м;

$B_{\text{ф}}$  – ширина подошвы фундамента, м.

5. Назначение вида сооружения по результатам:

При  $L_{\text{max}} \leq 8,0$  - устраивать общий котлован с въездной траншеей: под все здание, если ширина пролетов одинакова, или под ряды несущих конструкций пролета, если ширина пролетов здания разная.

При  $L_{\text{max}} > 8,0$  м и – устраивать траншеи под ряды фундаментов (вдоль пролетов здания).

***Определение объемов работ по срезке растительного слоя грунта***

1. Определение площади срезки растительного слоя грунта (см. рис.

3.6):

$$S = (L_{зд} + 20) \times (B_{зд} + 20), \text{ м}^2, \quad (6)$$

где  $L_{зд}$  – длина здания по основным осям, м;

$B_{зд}$  – ширина здания по основным осям, м.

2. Определение объема работ по перемещению срезанного грунта:

$$V_{пер.ср} = S \times h_{ср}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

где  $h_{ср}$  – высота срезаемого слоя, м.

Примечание: срезанный грунт перемещается бульдозером в отвал (резерв).

Расстояние перемещения равно половине длины здания, м, то есть  $l_{ср.пер} = L_{зд} / 2$ .

***Определение объема земляных сооружений***

1. Объемы выемок определять с помощью формул объемов различных геометрических фигур. При сложной конфигурации земляных сооружений их необходимо разбивать на отдельные тела, объем которых определяется отдельно.

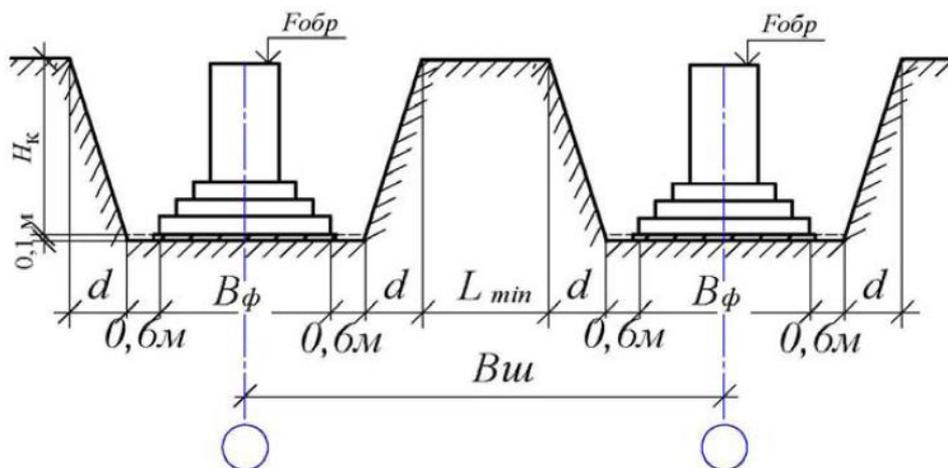


Рис. 3.5 – Продольный разрез

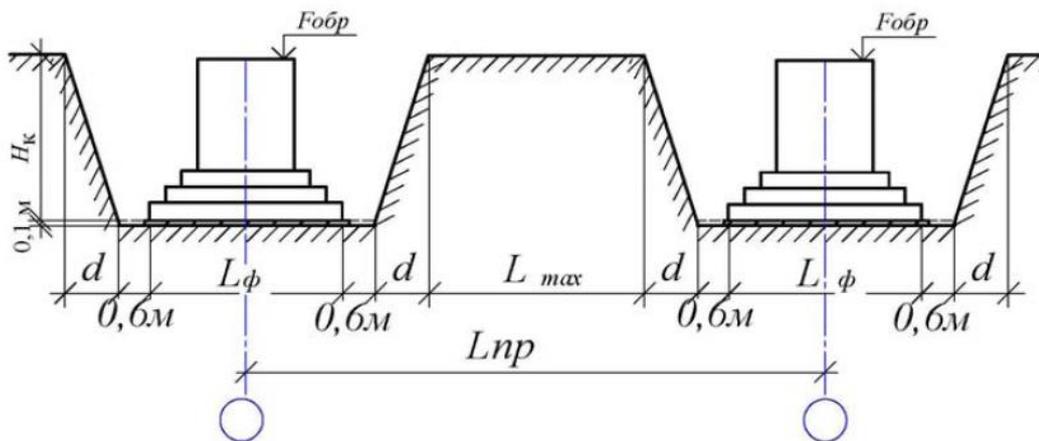


Рис. 3.6 – Поперечный разрез

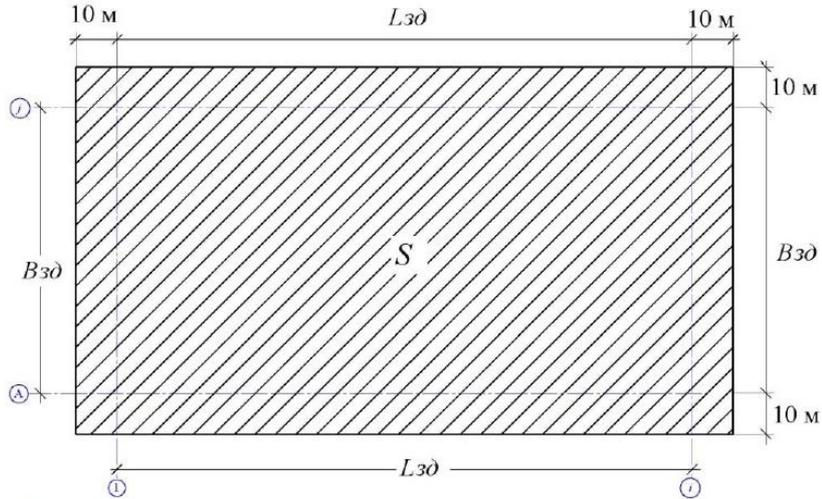


Рис. 6. Площадь среза растительного слоя грунта

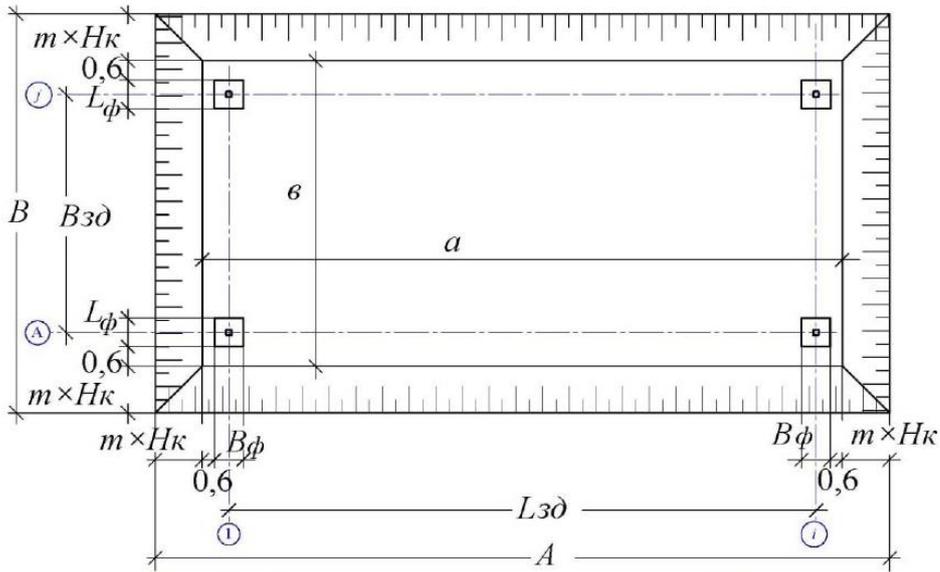


Рис. 3.7 – Схема котлована для расчета объема

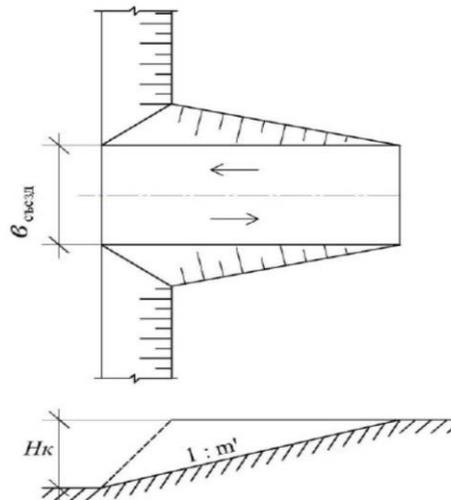


Рис. 3.8 – Съезд в котлован

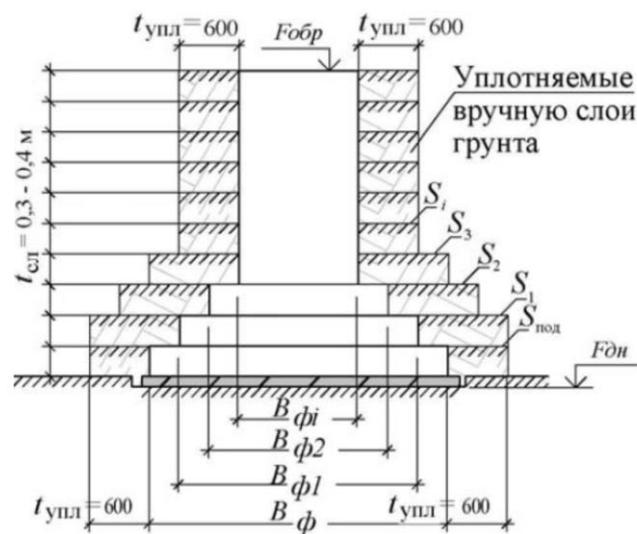


Рис. 3.9 – Схема уплотнения грунта вручную

1.1. Определение длины котлована (траншеи) по низу,  $a$ , при центральной привязке крайних несущих конструкций (см. рис. 3.7):

а) для котлована под все здание (траншей):

$$a = L_{зд} + B_{\phi} + 0,6 \times 2, \text{ м}, \quad (8)$$

где  $B_{\phi}$  – ширина подошвы фундамента, м.

б) для отдельного котлована под фундамент:

$$a = B_{\phi} + 0,6 \times 2, \text{ м}. \quad (9)$$

1.2. Определение ширины котлована (траншеи) по низу,  $b$ :

а) для котлована под все здание:



1.3. Определение объема съезда (см. рис. 3.8):

$$V_{\text{съезда}} = \frac{H_{\text{к}}^2}{6} \left[ 3 \cdot b_{\text{съезд}} + 2 \cdot m \cdot H_{\text{к}} \cdot \frac{m' - m}{m'} \right] \cdot (m' - m), \text{ м}^3, \quad (17)$$

где  $b_{\text{съезд}}$  – ширина съезда в котлован, м,  $b_{\text{съезд}} = 3,5 - 6,0$  м;

$m'$  – коэффициент крутизны откоса съезда, принимать  $m' = 8-12$ .

Примечание: съезды устраивать для котлована под все здание: не менее одного двухстороннего съезда (шириной 6,0 м) или два односторонних съезда (шириной по 3,5 м каждый).

2. Определение объемов земляных работ. Объем земляных работ учитывает объем всех земляных сооружений: котлована (отдельных котлованов под фундаменты), траншей, съездов.

2.1. Для котлована под все здание (рис. 3.10):

$$V_{\text{зем.раб}} = V_{\text{котл}} + V_{\text{съезда}} \times n_c, \text{ м}^3, \quad (18)$$

где  $V_{\text{котл}}$  – объем котлована,  $\text{м}^3$  (см. формулу (14));

$V_{\text{съезда}}$  – объем съезда в котлован,  $\text{м}^3$  (см. формулу (17));

$n_c$  – количество съездов.

2.2. Для траншей по продольным осям здания:

$$V_{\text{зем.раб}} = V_{\text{тр}} \times n_{\text{тр}}, \text{ м}^3, \quad (19)$$

где  $V_{\text{тр}}$  – объем траншеи,  $\text{м}^3$  (см. формулу (15));

$n_{\text{тр}}$  – количество траншей.

2.3. Для отдельных котлованов под фундаменты:

$$V_{\text{зем.раб}} = V_{\text{котл}} \times n_k, \text{ м}^3, \quad (20)$$

где  $V_{\text{котл}}$  – объем одного котлована под фундамент,  $\text{м}^3$  (см. формулу (14));

$n_k$  – количество котлованов (определить по плану фундаментов).

**Определение объема фундаментов** (см. рис. 3.3)

$$V_{\text{фунд}} = (\Sigma V_{\text{ступ}} + V_{\text{подк}}) \times N_{\text{фунд}}, \text{ м}^3, \quad (21)$$

где  $\Sigma V_{\text{ступ}}$  – объем ступеней одного фундамента,  $\text{м}^3$ :

$$\Sigma V_{\text{ступ}} = \Sigma (B_{\text{ф}} \times L_{\text{ф}} \times h_1 + B_{\text{ф1}} \times L_{\text{ф1}} \times h_2 + \dots); \quad (22)$$

$V_{\text{подк}}$  – объем подколонника (стакана) одного фундамента, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{подк}} = B_{\text{фи}} \times L_{\text{фи}} \times h_i; \quad (23)$$

$N_{\text{фунд}}$  – количество фундаментов (определить по плану).

### **Определение объема бетонной подготовки**

1. Определение размеров бетонной подготовки ( $B_{\text{под}}$   $L_{\text{под}}$ ) для фундамента с подошвой квадратной формы ( $B_{\text{ф}} = L_{\text{ф}}$ ). Ширина подготовки  $B_{\text{под}}$ :

$$B_{\text{под}} = L_{\text{под}} = B_{\text{ф}} + 0,2 \text{ м}, \quad (24)$$

где  $B_{\text{ф}}$  – ширина (или длина  $L_{\text{ф}}$ ) нижней ступени фундамента, м.

Примечание: для фундамента с подошвой прямоугольной формы ( $B_{\text{ф}} \neq L_{\text{ф}}$ ) размеры бетонной подготовки определить для каждой стороны, то есть:

$$B_{\text{под}} = B_{\text{ф}} + 0,2 \text{ м}, L_{\text{под}} = L_{\text{ф}} + 0,2 \text{ м}.$$

2. Определение объема бетонной подготовки:

$$V_{\text{бет.под}} = B_{\text{под}} \times L_{\text{под}} \times h_{\text{под}} \times N_{\text{фунд}}, \text{ м}^3, \quad (25)$$

где  $h_{\text{под}}$  – высота бетонной подготовки, м.

### **Определение объема ручных работ**

1. Определение объема работ при подчистке дна котлована или траншеи вручную под всеми фундаментами (объем недобора грунта):

$$V_{\text{нед.руч}} = (B_{\text{под}} + 0,1) \times (L_{\text{под}} + 0,1) \times h_{\text{нед}} \times N_{\text{фунд}}, \text{ м}^3, \quad (26)$$

где  $h_{\text{нед}}$  – высота слоя грунта при подчистке вручную (недобор), м.

Грунт вблизи поверхностей фундамента для исключения повреждения конструкции засыпается и уплотняется вручную. Оставшийся объем грунта уплотнять с помощью специальных машин (катков).

2. Определение площади поверхности одного фундамента, соприкасающейся с грунтом. Площадь одного фундамента определяется как сумма площадей вертикальных и горизонтальных поверхностей фундамента:

$$S_{\text{ф}} = (B_{\text{ф}} \times h_1 + L_{\text{ф}} \times h_1) \times 2 + (B_{\text{ф}1} \times h_2 + L_{\text{ф}1} \times h_2) \times 2 + \dots + (B_{\text{ф}i} \times h_{i+1} + L_{\text{ф}i} \times h_{i+1}) \times 2 + (B_{\text{ф}} \times L_{\text{ф}} - B_{\text{ф}i} \times L_{\text{ф}i}), \text{ м}^2, \quad (27)$$

где  $B_{\text{фи}}$  – ширина ступеней (подколонника) фундамента, м;

$L_{\text{фи}}$  – длина ступеней (подколонника) фундамента, м;

$h_i$  – высота ступеней (подколонника) фундамента, м.

3. Определение объема работ при обратной засыпке пазух вручную:

$$V_{\text{обр.з.руч}} = S_{\text{ф}} \times t_{\text{упл}} \times N_{\text{фунд}}, \text{ м}^3, \quad (28)$$

где  $t_{\text{упл}}$  – толщина слоя грунта (от поверхности фундамента), уплотняемого вручную. Принять  $t_{\text{упл}} = 0,6$  м.

4. Определение объема работ при уплотнении грунта обратной засыпки фундаментам электротрамбовками вручную (см. рис. 3.9):

$$S_{\text{упл.руч}} = S \times N_{\text{фунд}}, \text{ м}^2, \quad (29)$$

где  $S$  – площадь уплотняемой поверхности,  $\text{м}^2$ :

$$S = \Sigma S_{\text{ст}} + S_{\text{подк}}, \text{ м}^2, \quad (30)$$

$\Sigma S_{\text{ст}}$  – сумма площадей уплотняемой поверхности грунта у подошвы фундамента и в уровне каждой ступени:

$$S_{\text{ст } i} = 4 + (t_{\text{упл}}^2 - b_{\text{ст}}^2 + B_{\text{фи}} (t_{\text{упл}} + b_{\text{ст}})), \text{ м}^2, \quad (31)$$

где  $t_{\text{упл}}$  – толщина слоя уплотняемого грунта,  $t_{\text{упл}} = 0,6$  м;

$b_{\text{ст}}$  – ширина нижележащей ступени фундамента, м;

$S_{\text{подк}}$  – площадь уплотняемой поверхности грунта вблизи подколонной части фундамента:

$$S_{\text{под}} = \frac{4 \times h_i}{t_{\text{сл}}} \times (t_{\text{упл}}^2 + B_{\text{фи}} \times t_{\text{упл}}), \text{ м}^2, \quad (32)$$

где  $h_i$  – высота подколонной части фундамента (см. рис. 3.3);

$t_{\text{сл}}$  – мощность (высота) уплотняемого слоя,  $t_{\text{сл}} = 0,3-0,4$  м.

### **Определение объема механизированных работ**

1. Определение объема обратной засыпки:

$$V_{\text{обр.з}} = V_{\text{зем.раб}} - V_{\text{фунд}} - V_{\text{бет.под}} \pm (V_{\text{нед.руч}} - V_{\text{бет.под}}), \text{ м}^3, \quad (33)$$

где  $V_{\text{зем.раб}}$  – объем земляных работ,  $\text{м}^3$ , см. формулы (18)-(20);

$V_{\text{фунд}}$  – объем всех фундаментам,  $\text{м}^3$ , см. формулу (21);

$V_{\text{бет.под}}$  – объем бетонной подготовки, см. формулу (25);

$V_{\text{нед.руч}}$  – объем недобора грунта вручную, см. формулу (26).

Примечание: знак «+» следует учитывать, если грунт подчистки остается в котловане (траншее), то есть грунт подчистки используется при

обратной засыпке сразу после устройства бетонной подготовки. Знак « - » учитывать, если грунт полностью удаляется из выемки (в отдельных котлованах).

2. Определение объема работ при разработке грунта в транспорт и его вывоз, то есть вывозиться грунт, который не используется при обратной засыпке:

$$V_{\text{вывоз}} = V_{\text{фунд}} + V_{\text{бет.под}} \pm (V_{\text{нед.руч}} - V_{\text{бет.под}}), \text{ м}^3. \quad (34)$$

Примечание: знак «+» следует учитывать, если грунт подчистки полностью удаляется из выемки (в отдельных котлованах), знак « - » учитывать, если грунт остается в котловане (траншее).

3. Определение объема работ при разработке грунта навывет (в отвал),  $V_{\text{отв}}$ , и перемещении грунта в отвал,  $V_{\text{пер}}$ . Грунт обратной засыпки хранится на складе (резерве), тот же объем грунта перемещается до отвала, тогда:

$$V_{\text{отв}} = V_{\text{пер}} = V_{\text{обр.з}}, \text{ м}^3. \quad (35)$$

4. Определение объема работ при обратной засыпке котлована бульдозером,  $V_{\text{обр.з.бульд}}$ , и уплотнении катками,  $V_{\text{упл.кат}}$ . Засыпка грунта производится, как правило, бульдозером, уплотнение грунта - катками послойно.

Толщина уплотняемого слоя зависит от типа грунта и массы уплотняющей машины. Объем грунта вычисляется без учета объема грунта ручной засыпки:

$$V_{\text{обр.з.бульд}} = V_{\text{упл.кат}} = V_{\text{обр.з}} - V_{\text{обр.з.руч}}, \text{ м}^3. \quad (36)$$

Примечание: обратную засыпку может производить экскаватор с планировочным ковшом.

Данные сводятся в ведомость (пример ведомости см. табл. 3.1)

Таблица 3.1 – Пример ведомости объемов работ

| N                      | Виды работ   | Формула подсчета | Ед.изм.             | Кол-во  |
|------------------------|--|------------------|---------------------|---------|
| 1                      | 2  | 3                | 4                   | 5       |
| <b>Земляные работы</b> |  |                  |                     |         |
| 1                      | Срезка растительного слоя грунта бульдозерами          | (6)              | 1000 м <sup>2</sup> | 14,40   |
| 2                      | Перемещение срезанного грунта                          | (7)              | 100 м <sup>3</sup>  | 2,16    |
| 3                      | Разработка грунта экскаватором с погрузкой в транспорт | (34)             | 100 м <sup>3</sup>  | 19,78   |
| 4                      | Разработка грунта экскаватором на вымет (отвал)        | (35)             | 100 м <sup>3</sup>  | 322,31  |
| 5                      | Перемещение грунта в отвал                             | (35)             | 100 м <sup>3</sup>  | 322,31  |
| 6                      | Разработка грунта вручную (подчистка)                  | (26)             | 1 м <sup>3</sup>    | 182,52  |
| 7                      | Обратная засыпка котлована бульдозерами                | (36)             | 100 м <sup>3</sup>  | 296,64  |
| 8                      | Обратная засыпка котлована экскаватором                | (36)             | 100 м <sup>3</sup>  | 296,64  |
| 9                      | Засыпка грунтом пазух траншей и котлована вручную      | (28)             | 1 м <sup>3</sup>    | 2566,08 |
| 10                     | Уплотнение грунта самоходными катками                  | (36)             | 100 м <sup>3</sup>  | 296,64  |
| 11                     | Уплотнение грунта электротрамбовками                   | (29)             | 100 м <sup>2</sup>  | 103,25  |

### 3.3.5 Выбор машин и механизмов для земляных работ

При выборе машин и механизмов подбирать комплекты машин по производительности ведущей машины. В данной курсовой работе принимать комплект машин по наименьшим затратам. При выборе руководствоваться принципами рационального и бесперебойного использования машин, а также применять передовые современные машины отечественного и зарубежного производства.

В данной курсовой работе выбрать и экономически обосновать следующие виды машин (комплектов машин):

1. Бульдозер для планировочных работ и обратной засыпки;
2. Экскаватор для разработки грунта;
3. Каток для уплотнения грунта обратной засыпки;

При выборе машин учитывать директивные сроки производства работ:

1. Планировочные работы выполнить за 2-3 дня;
2. Земляные работы по разработке грунта выполнять менее 30 дней;

3. Бетонные работы проводить без перерывов и выходных.

Технические характеристики строительных машин см. приложения и справочную литературу.

*Экономическое сравнение машин (комплектов машин)* производится по приведенным затратам:

1. Определение стоимости работ (разработки 1 м<sup>3</sup> грунта):

$$C = \frac{1,08 \Sigma C_{мсм}}{П_{см}}, \text{ руб,} \quad (37)$$

где  $C_{мсм}$  – средняя стоимость машино×смены (см. приложения);

$П_{см}$  – производительность машины (комплекта) (см. приложения).

2. Определение капитальных вложений производить по формуле:

$$K = \frac{1,07}{П_{см}} \Sigma \frac{C_{ир}}{t_{г}}, \text{ руб,} \quad (38)$$

где  $C_{ир}$  – инвентарно-расчетная стоимость машины (см. приложения);

$t_{г}$  – нормативное число смен работы машин в году, смен (см. прил. 7.13).

3. Определение приведенных затрат работ (разработки 1 м<sup>3</sup> грунта):

$$П = C + E_{н} \times K, \text{ руб/м}^3, \quad (39)$$

где  $E_{н}$  – величина, обратная сроку окупаемости капитальных вложений,

$$E_{н} = 0,15.$$

По результатам расчета принять наиболее экономичную машину (комплект машин).

Примечание: В приложениях приведены условные стоимости машин и машино×смен, принятые на период 2007-2008 г.

Варианты сравнения представить в виде табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Пример вариантов комплекта машин

| Комплект машин | Машины  | Производительность, $P_{см}, м^3/см$ |
|----------------|---|--------------------------------------|
| I комплект     | Экскаватор ЭО-5122 и 8 автомобилей марки КрАЗ-45283-10  | $154 \times 8ч = 1\ 232$             |
| II комплект    | Экскаватор ЭО-4121А и 11 автомобилей марки ЗиЛ-ММЗ-4506 | $87 \times 8 = 696$                  |
| III комплект   | Экскаватор ЭО-10011Е и 9 автомобилей марки КрАЗ-256     | $87 \times 8 = 696$                  |

### **Выбор бульдозера при планировке и срезке грунта**

Планировочные работы могут выполняться бульдозерами и скреперами (см. прил. 7.7).

Производительность бульдозера зависит от мощности базовой машины – трактора. Предварительный выбор бульдозера произвести по данным табл. 3.3 в зависимости от дальности перемещения грунта.

Таблица 3.3 – Выбор базовой машины

| Дальность перемещения грунта, м | Базовая машина – трактор марки   |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 25-40                           | ДТ-54, Т-74, МТЗ-52 («Беларусь») |
| 40-60                           | С-100                            |
| 70-80                           | Т-100 и Т-140                    |
| 70-100                          | Т-180, ДЭТ-250, ДЭТ-252          |

Примечание: дальность перемещения грунта принимать равной ширине здания  $B_{зд}$ , м.

1. Определить производительность выбранного типа бульдозера в смену по формуле

$$P_б = 8ч \times q \times K_в \times K_т \times K_{гр} / t_ц, м^3/см, \quad (40)$$

где  $q$  – объема грунта перед отвалом:

$$q = 0,75 \times h^2 \times b \times K_п / K_р, м^3, \quad (41)$$

где  $h$  – высота отвала бульдозера, м (см. прил. 7.3);

$b$  – длина отвала бульдозера, м (см. прил. 7.3);

$K_п$  – коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении:

$$K_п = 1 - 0,005 \times l_{пер}, \quad (42)$$

где  $l_{пер}$  – длина перемещения грунта при полном цикле работы:

$$l_{пер} = 0,25 \times B_{зд} + 5 м, \quad (43)$$

где  $B_{зд}$  – ширина здания по основным осям, м (по заданию);

$K_p$  – коэффициент первичного разрыхления грунта (см. прил. 7.2);

$K_b$  – коэффициент использования внутрисменного времени,  $K_b = 0,75$ ;

$K_T$  – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной,  $K_T = 0,6$ ;

$K_{Гр}$  – коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки, для растительного слоя  $K_{Гр} = 0,8$ ;

$t_{ц}$  – время полного цикла работы бульдозера:

$$t_{ц} = t_3 + t_{п} + t_{обх} + t_{пер}, \text{ ч}, \quad (44)$$

где  $t_3$  – затраты времени на резание грунта:

$$t_3 = l_3 / (1000 \times V_3), \text{ ч}, \quad (45)$$

где  $l_3$  – длина пути резания грунта:

$$l_3 = q / (b \times h_{ср}), \text{ м}, \quad (46)$$

где  $h_{ср}$  – высота срезаемого растительного слоя, м.

$V_3$  – скорость резания грунта, км/ч (см. прил. 7.3);

$t_{п}$  – затраты времени на перемещение и разравнивание грунта:

$$t_{п} = l_{пер} / (1000 \times V_{пер}), \text{ ч}, \quad (47)$$

где  $V_{пер}$  – скорость при перемещении грунта, км/ч (см. прил. 7.3);

$t_{обх}$  – затраты времени на обратный ход:

$$t_{обх} = l_{пер} / (1000 \times V_{обх}), \text{ ч}, \quad (48)$$

где  $V_{обх}$  – скорость при обратном ходе, км/ч (см. прил. 7.3);

$t_{пер}$  – затраты времени на переключение передач, подъем и опускание отвала,  $t_{пер} = 0,005$  ч.

2. По производительности бульдозера подобрать скреперы с производительностью не менее требуемой (см. прил. 7.4, 7.5).

3. Произвести экономическое сравнение машин (комплектов машин) по формулам (37)-(39), см. прил. 7.6, 7.13. По результатам расчета принять наиболее экономичную машину (комплект машин).

### **Выбор экскаватора для разработки грунта**

1. Выбор емкости ковша экскаватора производится в зависимости от объема земляных работ (см. прил. 7.7). Далее выбирается экскаватор с соответствующей вместимостью ковша. Более точный подбор экскаватора – определение требуемой производительности экскаватора при заданном сроке работ. В данном курсовом проекте срок выполнения работ:  $T_{\text{дн}} = 30$  дн. Тогда определение требуемой производительности экскаватора производится по формуле:

$$P_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{зем.раб}}}{T_{\text{дн}} \cdot n_{\text{см}}}, \text{ м}^3/\text{смен}, \quad (49)$$

где  $V_{\text{зем.раб}}$  – объем земляных работ (см. формулы (18)-(20)),  $\text{м}^3$ ;

$T_{\text{дн}}$  – срок выполнения работ,  $T_{\text{дн}} = 30$  дн;

$n_{\text{см}}$  – сменность работ.

2. Подбор экскаваторов с требуемой производительностью - см. прил.7.8а, 7.8б.

3. Определить тип автотранспорта и количество машин для транспортировки грунта. Подбор марки автотранспорта производится в зависимости от вместимости (емкости) ковша экскаватора - см. прил. 7.9.

**Расчет количества машин** для транспортирования грунта на вывоз:

Определение эксплуатационной производительности экскаватора:

$$P_{\text{ЭКСПЛ}} = \frac{8\text{ч} \cdot 100\text{м}^3}{H_{\text{вр}}}, \text{ м}^3/\text{см} \quad (50)$$

где  $H_{\text{вр}}$  – норма времени работы экскаватора (в маш×час) при погрузке грунта в транспорт, (Е2-1-9).

Определение объема грунта в ковше экскаватора в плотном состоянии:

$$V_{\text{КОВШ}}^{\text{пл.с.}} = \frac{V_{\text{к}}}{1+K_{\text{п.р.}}} \text{м}^3, \quad (51)$$

где  $V_{\text{к}}$  – геометрический объем ковша экскаватора,  $\text{м}^3$ ;

$K_{\text{п.р}}$  – коэффициент первичного разрыхления (см. ЕНиР сб.2 «Земляные работы», прил. 2).

Определение веса грунта в ковше в плотном состоянии:

$$m_{гр} = V_{\text{КОВШ}}^{\text{пл.с.}} \cdot \gamma_{гр} T, \quad (52)$$

где  $\gamma_{гр}$  – объемный вес грунта т/м<sup>3</sup> (по заданию).

Определение полного числа ковшей грунта в автомобиле:

$$n_{\text{КОВШ}} = \frac{Q}{m_{гр}}, \text{ КОВШ.} \quad (53)$$

Определение грузоподъемности автосамосвала в м<sup>3</sup>:

$$Q_{\text{мз}} = V_{\text{КОВШ}}^{\text{пл.с.}} \cdot n_{\text{КОВШ}}, \text{ м}^3. \quad (54)$$

Определение коэффициента использования транспортной единицы:

$$K_1 = \frac{m_{гр} \cdot n_{\text{КОВШ}}}{Q}, \quad (55)$$

Определение сменной производительности автомобиля:

$$q = \frac{Q_{\text{мз}} \cdot T_1 \cdot K_1}{t + \frac{2 \cdot L}{V}}, \text{ м}^3, \quad (56)$$

где  $T_1$  – продолжительность смены автотранспорта,  $T_1 = 8$  ч;

$t$  – время простоя под погрузкой и разгрузкой, ч (см. прил. 7.10);

$L$  – дальность транспортировки грунта на вывоз;

$V$  – средняя техническая скорость транспорта,  $V = 18-36$  км/ч.

Определение необходимого количества машин:

$$N_{\text{маш}} = \frac{P_{\text{Экс}}^{\text{кспл}}}{q}, \text{ маш.} \quad (57)$$

Составить несколько (не менее трех) вариантов комплектов машин по разработке и транспортировке грунта.

Произвести экономическое сравнение комплектов машин по формулам (37)-(39), см. прил. 7.11, 7.12, 7.13. По результатам расчета принять наиболее экономичный комплект машин.

**Рассчитать ширину лобовой и боковых проходов.** Технологические параметры экскаваторов – см. прил. 7.8. Проектирование технологической схемы разработки грунта производить согласно выполненным расчетам (рис.3.11, 3.12).

Определение длины рабочей передвижки экскаватора:

$$l_n = 0,75 \times l_p, \text{ м.} \quad (58)$$

Определение наибольшей ширины первой торцевой проходки поверху при погрузке грунта в транспортное средство или односторонний отвал:

$$B_B = b_1 + b_2 = \sqrt{(R_{cm})^2 - l_n^2} + \left(R_B - \frac{b_K}{2} - 1\right), \text{ м.} \quad (59)$$

Определение ширины лобовой проходки понизу при односторонней выгрузке грунта:

$$B_H = B_B - 2 \times m \times H_K \text{ м;} \quad (60)$$

$l$  – безопасное расстояние (1м) от откоса до ближайшей опоры машины;

Определение радиуса резания по дну котлована при наибольшей его глубине (см. рис. 3.13):

$$a = \sqrt{(R_{cm} - b)^2 + h^2}, \text{ м;}$$

$$x = \sqrt{a^2 - (H_K + h)^2}, \text{ м;}$$

$$R_H = x + b, \text{ м.}$$

Определение ширина второй и последующих боковых проходок:

$$B = b_3 + b_4 = \left(R_B - m \times H_K - \frac{b_K}{2} - 1\right) + \sqrt{R_H^2 - l_n^2} \quad (61)$$



где  $100 \text{ м}^3$  – единица измерения работ по уплотнению грунта по ЕНиР сб.2 «Земляные работы»;

$H_{вр}$  – норма времени, маш×час по тому же ЕНиР.

2. Подобрать несколько типов (не менее трех) уплотняющих машин с производительностью не менее требуемой (см. прил. 7.14, 7.15, 7.16).

3. Произвести экономическое сравнение выбранных машин (см. формулы (37)-(39) и прил. 7.16, 7.13). Принять наиболее экономичный каток.

### 3.3.6 Расчет калькуляции трудовых затрат и машинного времени

При расчете калькуляции учитывать группу грунта в зависимости от трудности разработки и вида машин:

1. При срезке растительного слоя группа грунта определяется по ЕНиР сб. 2 «Земляные работы», табл. 1, п. 6 – для «грунта растительного слоя».

2. При разработке, перемещении грунта группа (грунта) определяется по ЕНиР сб. 2 «Земляные работы», табл. 1.

3. При обратной засыпке принимать группу ранее разрыхленного грунта в соответствии с п. 2 главы 1 ЕНиР сб. 2 «Земляные работы». Работа нормируется следующим образом: при разработке грунта экскаватором группу грунта принимать на одну группу ниже, то есть II группа нормируется как I, III группа нормируется как II и т.д. При разработке грунта скрепером, бульдозером, грейдером группа грунта принимается в соответствии с ЕНиР сб. 2 «Земляные работы», табл. 1.

4. При ручной разработке группу грунта определять по табл. 1 раздел ручные земляные работы ЕНиР сб. 2 «Земляные работы».

5. При составлении калькуляции работ по уплотнению грунта учитывать количество проходов катка по следу – см. прил. 17.

6. При составлении калькуляции работ по подаче бетонной смеси рассчитать два способа подачи: краном и автобетононасосом. Принять наиболее

эффективный способ с наименьшими трудозатратами и машинозатратами (см. пример).

Таблица 3.4 – Пример калькуляции трудовых затрат

| N               | Виды работ   | Ед.изм.            | Объем работ | Основание ЕНиР                     | Трудозаплаты ручного труда |         |        | Затраты маш-го времени |         |         | Состав звена  |      |      | Строительные машины |
|-----------------|--|--------------------|-------------|------------------------------------|----------------------------|---------|--------|------------------------|---------|---------|---------------|------|------|---------------------|
|                 |  |                    |             |                                    | Н <sub>вр</sub>            | Чел×час | Чел×см | Н <sub>вр</sub>        | Маш×час | Маш×см  | Проектировщик | Маш  | Маш  |                     |
| 1               | 2  | 3                  | 4           | 5                                  | 6                          | 7       | 8      | 9                      | 10      | 11      | 12            | 13   | 14   | 15                  |
|                 | Формула расчета  | ЕНиР               | Ве-дом-ть   | ЕНиР                               | ЕНиР                       | к.4×к.6 | к.7/8ч | ЕНиР                   | к.4×к.9 | к.10/8ч | ЕНиР          | ЕНиР | ЕНиР | Вы-бор маш.         |
| Земляные работы |  |                    |             |                                    |                            |         |        |                        |         |         |               |      |      |                     |
| 1               | Срезка растительного слоя грунта бульдозерами (I)            | 100 м <sup>2</sup> | 14,40       | Е2-1-5 (1а)                        | 0                          | 0,00    | 0,00   | 0,84                   | 12,10   | 1,51    | Маш. 6р       | 1    | 0    | Д3-8                |
| 2               | Перемещение срезанного грунта в отвал расстояние до 10 м (I) | 100 м <sup>3</sup> | 21,6        | Е2-1-22 табл.2 (2а) (к=0,85),      | 0                          | 0,00    | 0,00   | 0,55                   | 10,10   | 1,26    | Маш. 6р       | 1    | 0    | Д3-8                |
| 2а              | То же на каждые дополнительные 10 м сверх нормы (I)          | 100 м <sup>3</sup> | 21,6        | Е2-1-22 табл.2 (2г) (к=0,85, к=6), | 0                          | 0,00    | 0,00   | 0,48                   | 52,88   | 6,61    | Маш. 6р       | 1    | 0    | Д3-8                |
| 3               | Разработка грунта экскаватором с погрузкой в транспорт (I)   | 100 м <sup>3</sup> | 19,78       | Е2-1-11, табл.5,6,7 (4а)           | 0                          | 0,00    | 0,00   | 2,1                    | 41,55   | 5,19    | Маш. 6р       | 1    | 0    | ЭО-4121             |
| 4               | Разработка грунта экскаватором навывмет (отвал) (I)          | 100 м <sup>3</sup> | 322,3       | Е2-1-11, табл.5,6,7 (4ж)           | 0                          | 0,00    | 0,00   | 1,8                    | 580,9   | 72,52   | Маш. 6р       | 1    | 0    | ЭО-4121             |
| 5               | Перемещение грунта в отвал расстояние до 10 м (II)           | 100 м <sup>3</sup> | 322,3       | Е2-1-22, табл.2 (2б) (к=0,85)      | 0                          | 0,00    | 0,00   | 0,68                   | 186,5   | 23,29   | Маш. 6р       | 1    | 0    | Д3-8                |

### 3.3.7 Разработка графика производства работ

При составлении графика производства работ необходимо учитывать:

1. Директивный срок строительства или выполнения работ;
2. Технологическую последовательность выполнения работ;
3. Непрерывную и бесперебойную работу ведущих строительных машин;
4. Равномерную загруженность и распределение рабочих;
5. Соблюдение правил охраны труда и техники безопасности.

### ***Порядок разработки графика производства работ***

1. Выявление основных работ строительного процесса (планировка, разработка грунта экскаваторами, монтаж опалубки и армирования фундаментов, бетонные работы и т.д.).

Примечание: работы по планировке территории и срезке растительного слоя относятся к работам подготовительного цикла. В курсовой работе эти работы включены в состав основных работ условно для взаимосвязи работ разных циклов и выбора машин.

2. Расчет продолжительности основных работ:

2.1. Расчет продолжительности **механизированных работ**, то есть работ, где не задействованы рабочие (планировка поверхности, разработка грунта (звено: машинист без помощника), перемещение, засыпка, уплотнение грунта и т.д.):

$$P_{\text{мех}} = \frac{M}{n_{\text{см}} \cdot n_{\text{маш}}}, \text{ дн}, \quad (63)$$

где  $M$  – машиноёмкость – затраты труда машиниста, занятого обслуживанием машины, маш $\times$ см;

$n_{\text{см}}$  – сменность работ, при работе тяжелой техники  $n_{\text{см}} = 2$  смены;

$n_{\text{маш}}$  – количество машин в работе или число машинистов.

2.2. Расчет продолжительности ручных работ (подчистка дна, засыпка вручную, уплотнение трамбовками и т. д.):

$$P_{\text{руч}} = \frac{T}{n_{\text{см}} \cdot n_{\text{раб}}}, \text{ дн}, \quad (64)$$

где  $T$  – трудоемкость - затраты труда рабочих, чел $\times$ см;

$n_{см}$  – сменность работ, при ручных работах  $n_{см} = 1$  смена;

$n_{раб}$  – количество рабочих в бригаде, выполняющих данную работу в смену.

Примечание: продолжительность работ по формуле (64) производится также для работ, у которых ручные работы являются ведущими.

2.3. Расчет продолжительности работ и количество рабочих при смешанных работах (разработка грунта (звено: машинист с помощником), погрузочно-разгрузочные, монтажные, бетонные работы):

$$P_{смеш} = \frac{M}{n_{см} \cdot n_{маш}}, \text{ дн}; \quad (65)$$

$$n_{раб} = \frac{T}{n_{см} \cdot P_{смеш}}, \text{ чел}, \quad (66)$$

где  $n_{см}$  – принимать 2 смены, как для механизированных работ;

3. Определить последовательность выполнения всех основных работ.

4. Определить продолжительность вспомогательных работ и работ, ограниченных по времени из условия обеспечения бесперебойного выполнения строительных работ. Для выполнения вспомогательных работ в срок произвести подбор необходимого количества машин, рабочих.

Подбираем количество машин  $n_{маш}$  и рабочих  $n_{раб}$  для этих работ:

$$n_{маш} = \frac{M}{n_{см} \cdot P}, \text{ машин}; \quad (67)$$

$$n_{раб} = \frac{T}{n_{см} \cdot P}, \text{ чел}, \quad (68)$$

где  $P$  – заданная продолжительность работы, дни.

5. Назначить комплексные бригады с совмещением профессий. Состав бригады принимать не менее состава звена, указанного в ЕНиР. При необходимости увеличивать количество работающих по расчету для обеспечения бесперебойной работы машин и механизмов (см. формулы (66) и (68)).

Состав звена при ручных и смешанных работах – не менее 2 чел. Можно объединять работы, выполняемые одним составом исполнителей (бригадой), одним типом машин. При объединении работ принимать звено с максимальным количеством рабочих.

6. Оценка эффективности графика произвести по коэффициентам:

6.1. Коэффициент совмещения работ по времени:

$$K_{\text{сов}} = \Pi / \Pi_{\text{гр}}, \quad (69)$$

где  $\Pi$  – продолжительность строительных работ, если бы они выполнялись одна за другой, дни (см. в графике производства работ);

$\Pi_{\text{гр}}$  – продолжительность строительных работ по графику производства работ, дни (см. график производства работ).

Примечание: чем больше совмещаются процессы, тем выше коэффициент совмещения работ, и значит, продолжительность строительства сокращается.

6.2. Коэффициент механизации строительства:

$$K_{\text{мех}} = T_{\text{мех}} / \Sigma T, \quad (70)$$

где  $T_{\text{мех}}$  – суммарная трудоемкость всех работ, выполняемых с применением машин, механизмов, чел×см (см. график производства работ);

$\Sigma T$  – суммарная трудоемкость всех общестроительных работ, чел×см (см. график производства работ);

### ***Порядок разработки графика движения рабочих***

1. Определение последовательности движения бригад при производстве работ на объекте с указанием их количества на графике работ.

2. Подсчет количества рабочих в смену и сутки.

3. Изменение количества рабочих на графике движения не должно превышать 20%. Корректировка количества рабочих производится за счет выполнения разных работ (уборка, подготовка работ и т.д.).

4. Коэффициент неравномерности движения рабочих:

$$K_{\text{нер}} = N_{\text{max}} / N_{\text{ср}}, \quad (71)$$

где  $N_{\text{max}}$  – максимальное число рабочих по графику движения рабочих, чел (см. график движения рабочих);

$N_{\text{ср}}$  – среднее число рабочих:

$$N_{\text{ср}} = \Sigma T / П, \quad (72)$$

$\Sigma T$  – суммарная трудоемкость всех общестроительных работ, чел×см (см. график производства работ);

$П_{\text{гр}}$  – продолжительность строительных работ по календарному графику, дни (см. график производства работ).

Примечание: коэффициент  $K_{\text{нер}}$  не должен превышать 1,5-2,0.

Пример оформления календарного графика см. в Приложении 8.

### 3.3.8 Организация и технология строительного процесса

Описать технологию работ и мероприятия по организации работ на строительной площадке. Описать последовательность производства работ с указанием машин, механизмов. Использовать нормативную и техническую литературу (учебники справочные пособия и т.д.).

### 3.3.9 Расчет технико-экономических показателей проекта

Произвести оценку производства работ по показателям: объем работ, общая трудо- и машиноёмкость, продолжительность работ, выработка.

1. Трудоемкость на 1 м<sup>3</sup> грунта:

$$T_p = \Sigma T / V_{\text{гр}}, \text{ чел} \times \text{см} \quad (73)$$

где  $\Sigma T$  – см. формулу (72);

$V_{\text{гр}}$  – общий объем грунта, м<sup>3</sup>.

2. Выработка на одного рабочего в смену:

$$V_{\text{зем}} = V_{\text{гр}} / \Sigma T, \text{ м}^3 / \text{см}. \quad (74)$$

Пример оформления ТЭП показан в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Техничко-экономические показатели

| Наименование работ                   | Показатель |
|--------------------------------------|------------|
| Объем земляных работ, м <sup>3</sup> | 34 208,96  |
| Объем бетонных работ, м <sup>3</sup> | 1 814,40   |
| Общая трудоемкость, чел×см           | 1039       |
| Затраты машинного времени, маш×смен  | 444,50     |
| Продолжительность процесса, дн       | 42         |
| Трудоемкость работ, чел×см           | 0,57       |
| Выработка работ, м <sup>3</sup> /см  | 1,74       |

### 3.3.10 Составление ведомости материально-технических ресурсов

В ведомости указать все машины и механизмы, занятые в производстве работ, основные технические характеристики.

Пример составления ведомости материально-технических ресурсов см. табл. 3.6

Таблица 3.6 – Ведомость материально – технических ресурсов

| Наименование машин                         | Марка        | Техническая характеристика  | Количество |
|--|--------------|---|------------|
| 1  | 2            | 3   | 4          |
| Бульдозер                                  | ДЗ-8         | База трактор Т-100  | 2          |
| Экскаватор одноковшовый на гусеничном ходу | ЭО-4121А     | Универсальное оборудование. Вместимость ковша 0,65 м <sup>3</sup>                   | 2          |
| Кран гусеничный                            | МКГ-25       | Грузоподъемность 3,0 т, длина стрелы 22,5 м, вылет крюка 12 м, высота подъема 18 м. | 6          |
| Каток самоходный                           | ДУ-29        | Мощность двигателя 96 кВт.  | 1          |
| Автомобиль-самосвал                        | Зил-ММЗ-4506 | Грузоподъемность 7 т  | 11         |

### 3.3.11 Контроль качества и приемка работ

Указать виды контроля, измерительные инструменты, допуски и отклонения при производстве работ (см. пример табл. 3.7, СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»).

Таблица 3.7 - Допуски и отклонения

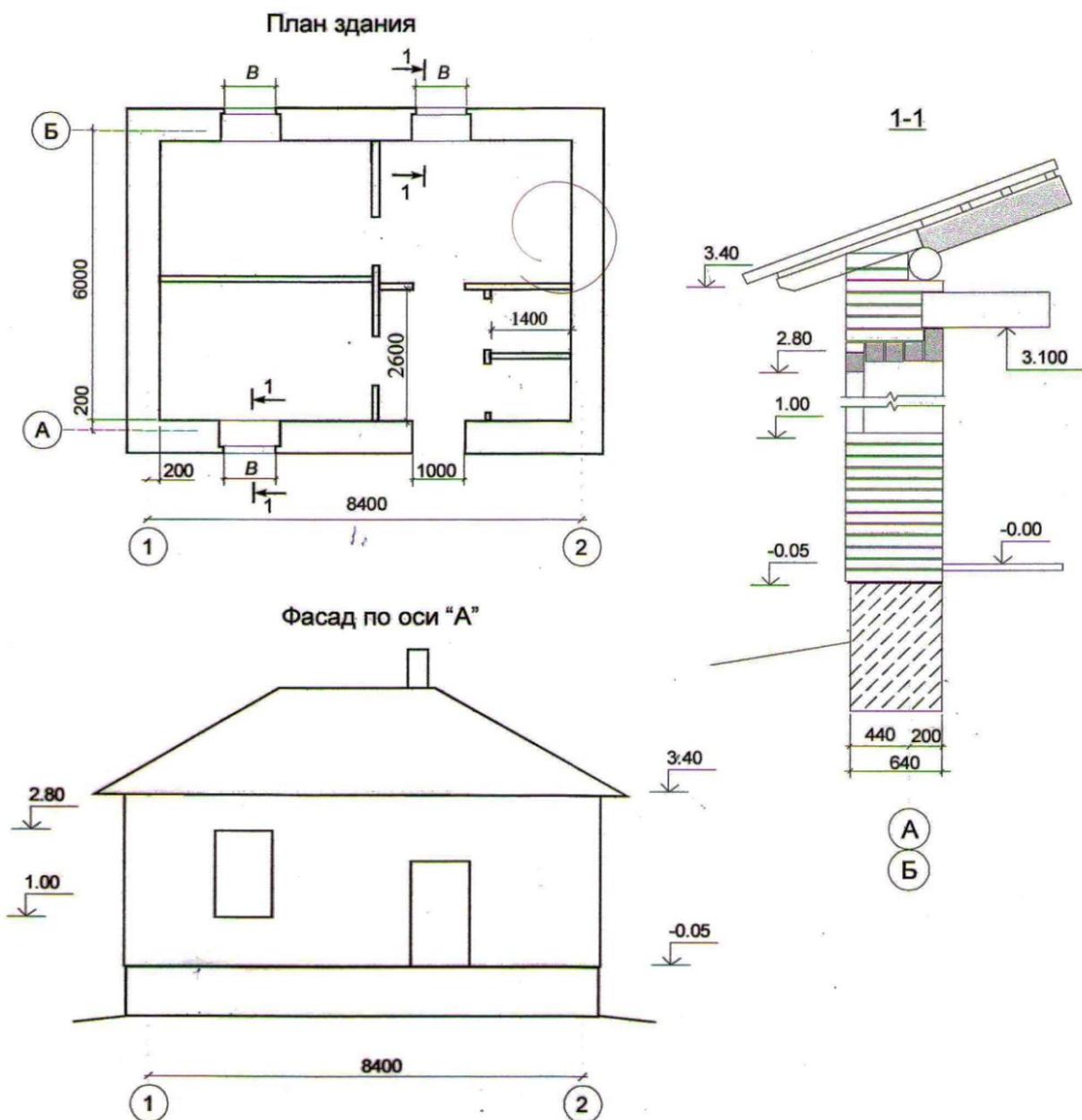
| Наименование операций                                     | Предельное отклонение            | Способы контроля | Время контроля    | Кто контролирует  |
|---|----------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 1   | 2                                | 3                | 4                 | 5                 |
| Отклонение отметок дна котлована при черновой разработке  | +10 см                           | Измерительный    | В ходе разработки | Прораб, геодезист |
| То же планировочных отметок дна котлована                 | недоборы 10 см<br>переборы 20 см | Измерительный    | В ходе разработки | Прораб, геодезист |
| Отклонение отметок дна котлована после доработки недобора | ±5 см                            | Измерительный    | В ходе разработки | Прораб, геодезист |
| Размеры котлована по дну                                  | Не менее проектных               | Измерительный    | В ходе разработки | Прораб            |

### 3.3.12 Техника безопасности при производстве работ

Указать требования по технике безопасности, мероприятия на строительной площадке по обеспечению безопасных условий строительства (см. СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве»).

Примечания: Примеры технологических схем и разрезов представлены в Приложении 8.

Приложение 1 – Задание к практической работе №1 «Технология каменной кладки»

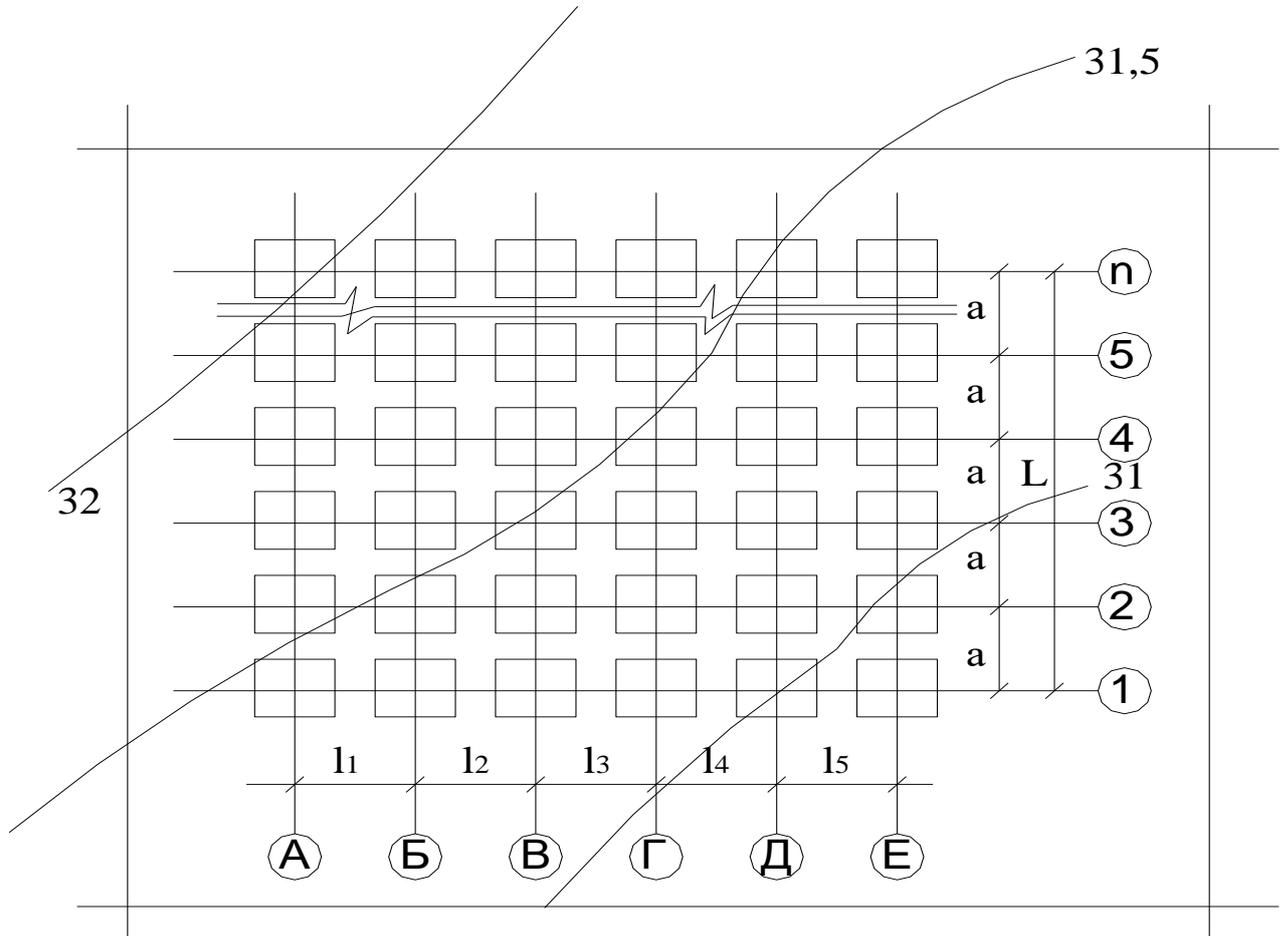


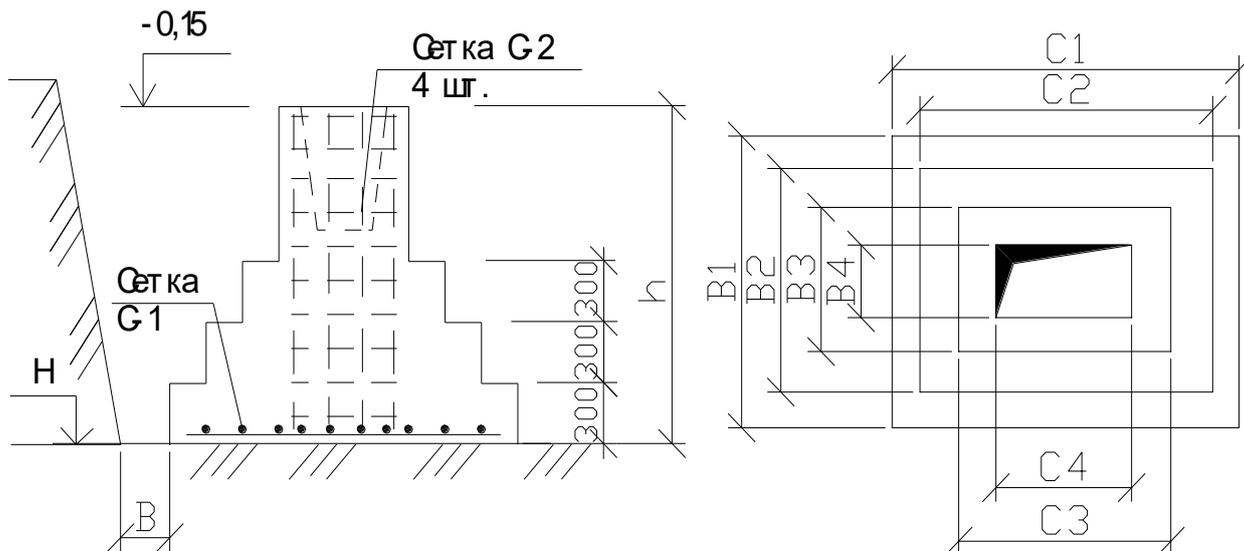
Примечание: толщину кирпичных перегородок принять равной 120 мм, а площадь дверных проемов – 2 м<sup>2</sup>.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

| Материалы | Толщина наружных стен, м |        |        |        |        |      |        |        |
|-----------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|
|           | 0,38                     |        | 0,51   |        | 0,64   |      | 0,77   |        |
| Кирпич    | B=1м                     | B=1,2м | B=1,4м | B=1,6м | B=1,8м | B=2м | B=2,2м | B=2,4м |
| Обычный   | 1                        | 2      | 3      | 4      | 5      | 6    | 7      | 8      |
| Модульный | 9                        | 10     | 11     | 12     | 13     | 14   | 15     | 16     |
| Обычный   | 17                       | 18     | 19     | 20     | 21     | 22   | 23     | 24     |

Приложение 2 – Задание к практической работе №2 Технология устройства монолитных железобетонных фундаментов зданий и сооружений  
План строительной площадки





Размеры сооружения, м

Таблица 2.1

| Вариант | a  | L  |
|---------|----|----|
| 1       | 6  | 36 |
| 2       | 6  | 42 |
| 3       | 6  | 48 |
| 4       | 6  | 54 |
| 5       | 6  | 60 |
| 6       | 6  | 66 |
| 7       | 6  | 72 |
| 8       | 6  | 78 |
| 9       | 6  | 84 |
| 10      | 6  | 96 |
| 11      | 6  | 90 |
| 12      | 6  | 78 |
| 13      | 6  | 84 |
| 14      | 12 | 36 |
| 15      | 12 | 48 |
| 16      | 12 | 48 |
| 17      | 12 | 60 |
| 18      | 12 | 60 |
| 19      | 12 | 72 |
| 20      | 12 | 72 |
| 21      | 12 | 72 |
| 22      | 12 | 84 |
| 23      | 12 | 84 |
| 24      | 12 | 96 |

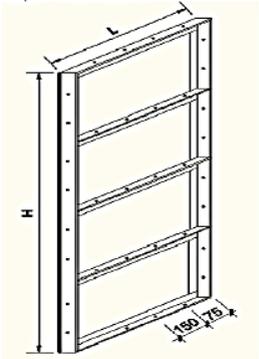
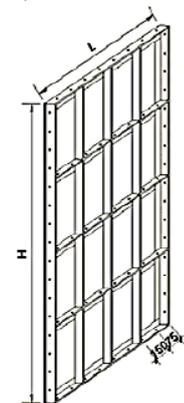
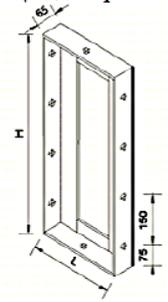
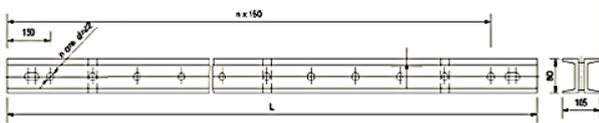
Таблица 2.2

| Вариант | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> | l <sub>3</sub> | l <sub>4</sub> | l <sub>5</sub> |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1       | 6              | 6              | -              | -              | -              |
| 2       | 6              | 6              | 6              | -              | -              |
| 3       | 6              | 6              | 6              | 6              | -              |
| 4       | 6              | 6              | 6              | 6              | 6              |
| 5       | 12             | 12             | 12             | 12             | 12             |
| 6       | 18             | 18             | 18             | 18             | 18             |
| 7       | 24             | 6              | 6              | 6              | 6              |
| 8       | 6              | 6              | 6              | 6              | 12             |
| 9       | 6              | 6              | 12             | 24             | 18             |
| 10      | 6              | 12             | 6              | 12             | 12             |
| 11      | 24             | 6              | 6              | 12             | 24             |
| 12      | 18             | 6              | 12             | 18             | -              |
| 13      | 12             | 6              | 6              | 6              | 12             |
| 14      | 18             | 18             | 24             | 6              | 12             |
| 15      | 24             | 12             | 18             | 24             | -              |
| 16      | 18             | 6              | 6              | 12             | 18             |
| 17      | 6              | 12             | 6              | 6              | 12             |
| 18      | 6              | 18             | 12             | 18             | 6              |
| 19      | 24             | 24             | -              | -              | -              |
| 20      | 6              | 6              | 12             | 18             | 24             |
| 21      | 24             | 6              | 18             | 12             | 12             |
| 22      | 6              | 18             | 6              | 6              | 12             |
| 23      | 12             | 6              | 6              | 18             | 24             |
| 24      | 18             | 12             | 6              | 6              | 12             |

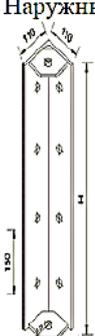
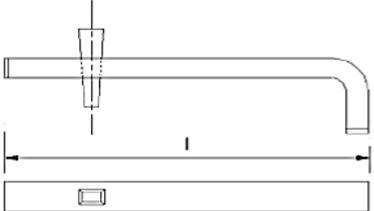
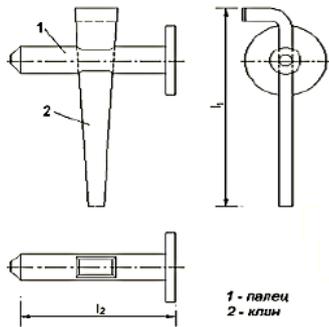
Таблица 2.3

| Размеры фундаментов, м |                |                |                |                |                |                |                |                |     |      |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|------|
| № вар.                 | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> | h   | H    |
| 1                      | 3,6            | 3,0            | -              | 1,8            | 2,4            | 2,1            | -              | 2,1            | 1,8 | 29,7 |
| 2                      | 3,6            | 3,0            | -              | 1,8            | 2,4            | 2,1            | -              | 2,1            | 2,4 | 29,1 |
| 3                      | 3,6            | 3,0            | -              | 1,8            | 2,4            | 2,1            | -              | 2,1            | 3,0 | 28,5 |
| 4                      | 3,6            | 3,0            | -              | 1,8            | 2,4            | 2,1            | -              | 2,1            | 3,6 | 27,9 |
| 5                      | 4,2            | 3,6            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,7            | -              | 2,1            | 1,8 | 29,7 |
| 6                      | 4,2            | 3,6            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,7            | -              | 2,1            | 2,4 | 29,1 |
| 7                      | 4,2            | 3,6            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,7            | -              | 2,1            | 3,0 | 28,5 |
| 8                      | 4,2            | 3,6            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,7            | -              | 2,1            | 3,6 | 27,9 |
| 9                      | 4,2            | 3,0            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,1            | -              | 2,1            | 1,8 | 29,7 |
| 10                     | 4,2            | 3,0            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,1            | -              | 2,1            | 2,4 | 29,1 |
| 11                     | 4,2            | 3,0            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,1            | -              | 2,1            | 3,0 | 28,5 |
| 12                     | 4,2            | 3,0            | -              | 1,8            | 3,0            | 2,1            | -              | 2,1            | 3,6 | 27,9 |
| 13                     | 4,2            | 3,3            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 1,8 | 29,7 |
| 14                     | 4,2            | 3,3            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 2,4 | 29,1 |
| 15                     | 4,2            | 3,3            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 3,0 | 28,5 |
| 16                     | 4,2            | 3,3            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 3,6 | 27,9 |
| 17                     | 4,8            | 3,6            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 1,8 | 29,7 |
| 18                     | 4,8            | 3,6            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 2,4 | 29,1 |
| 19                     | 4,8            | 3,6            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 3,0 | 28,5 |
| 20                     | 4,8            | 3,6            | 2,7            | 2,1            | 3,6            | 2,7            | 1,8            | 1,2            | 3,6 | 27,9 |
| 21                     | 5,4            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 2,1            | 1,8 | 29,7 |
| 22                     | 5,4            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 2,1            | 2,4 | 29,1 |
| 23                     | 5,4            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 2,1            | 3,0 | 28,5 |
| 24                     | 5,4            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 4,2            | 3,0            | 2,1            | 2,1            | 3,6 | 27,9 |

Таблица 2.4 – Каталог основных конструктивных элементов мелкощитовой опалубки ЦНИИОМПП

| Наименование элемента и эскиз   | Марка элемента и габариты (НхL)  | Масса элемента, кг   | Примечание   |
|---|--|--|--|
| Щит основной<br>   | ЩМ-1,8х0,6<br>ЩМ-1,8х0,3<br>ЩМ-1,5х0,6<br>ЩМ-1,5х0,3<br>ЩМ-1,2х0,6<br>ЩМ-1,2х0,3<br>ЩМ-0,9х0,3<br>ЩМ-0,9х0,6 | 54,3<br>29,6<br>46,8<br>24,6<br>37,4<br>20,0<br>15,3<br>24,9 | Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций.<br><br>Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций. |
| Щит основной<br>  | ЩМ-2,4х1,2<br>ЩМ-2,4х0,9<br>ЩМ-2,4х0,6   | 72,8<br>58,8<br>39,6   | Формообразующие элементы – щиты для бетонирования монолитных конструкций.  |
| Щит доборный<br> | ЩМ 0,6х0,15  | 3,6  | Формообразующий доборный элемент   |
| Схватка<br>      | Сх-1,2<br>Сх-1,8<br>Сх-2,4<br>Сх-3,0<br>Сх-3,6   | 10,5<br>14,3<br>18,2<br>22,2<br>26,2                         | Несущие элементы, предназначенные для восприятия нагрузок, действующих на опалубку, а также для объединения щитов в панели и блоки.                        |

Продолжение табл. 2.4

| Наименование элемента и эскиз   | Марка элемента и габариты (НхL) | Масса элемента, кг  | Примечание  |
|---|---------------------------------|---------------------|---|
| Наружный угловой элемент<br> | УМО-0,6х0,3<br>УМО-0,3х0,3      | 1,5<br>0,8          | Элемент, предназначенный для соединения углов опалубки ступенчатого фундамента                              |
| Крюк натяжной с клином<br>   |                                 | 0,21                | Предназначен для крепления схваток к щитам, а также схваток между собой                                     |
| Замок клиновой<br>         |                                 | 0,25                | Предназначен для крепления щитов между собой, а также угловых элементов к щитам                             |
| Стяжка (шпилька) винтовая со специальной гайкой   |                                 | масса 1 п. м. - 0,4 | Применяется для крепления противостоящих опалубочных щитов и восприятия нагрузок от давления бетонной смеси |
| Стаканообразователь   |                                 | 81,0                | Предназначен для образования стакана под колонну  |

Продолжение табл. 2.4

| Наименование элемента и эскиз                    | Марка элемента и габариты (НхL) | Масса элемента, кг | Примечание                                     |
|--|---------------------------------|--------------------|--|
| <p>Кронштейн с настилом и навесной лестницей</p> |                                 | 96,5               | Предназначен для нахождения рабочих-бетонщиков |

Приложение 3 - .Задание для практического занятия №3 Технология монтажа железобетонного каркаса одноэтажного промышленного здания

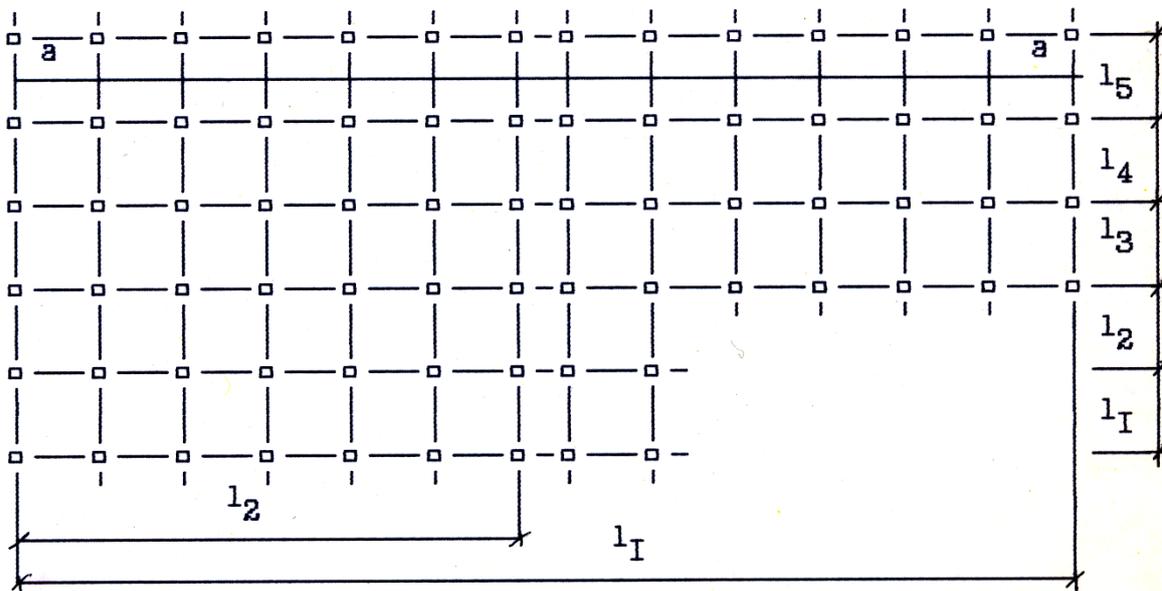


Таблица 3.1 – Варианты заданий

| № варианта | Размеры здания, м |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | $l_1$             | $l_2$ | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $l_4$ | $l_5$ |
| 01         | 96                | 48    | 12    | 12    | 12    |       | 12    |
| 02         | 108               | 108   | 12    | 12    | 18    | 12    | 12    |
| 03         | 144               | 144   | 18    | 18    | 12    | 12    | 12    |
| 04         | 84                | 84    |       | 12    | 18    | 18    | 18    |
| 05         | 96                | 48    | 18    | 18    | 18    | 12    |       |
| 06         | 108               | 54    | 12    | 12    | 12    | 12    | 12    |
| 07         | 120               | 120   | 18    | 12    | 12    | 12    | 12    |
| 08         | 96                | 96    |       | 18    | 12    | 18    | 12    |
| 09         | 120               | 72    | 12    | 12    | 18    | 18    |       |
| 10         | 96                | 48    | 18    | 18    | 12    | 12    | 12    |
| 11         | 72                | 72    | 12    | 12    | 18    | 18    |       |
| 12         | 72                | 72    |       | 12    | 18    | 18    | 12    |
| 13         | 120               | 60    | 18    | 18    | 12    | 18    |       |
| 14         | 144               | 144   | 18    | 18    | 18    | 12    | 12    |
| 15         | 72                | 72    | 12    | 18    | 18    | 12    |       |
| 16         | 84                | 84    |       | 12    | 18    | 12    | 12    |
| 17         | 108               | 60    | 12    | 18    | 12    | 18    |       |
| 18         | 96                | 48    | 12    | 12    | 12    | 18    | 12    |
| 19         | 120               | 120   | 12    | 18    | 12    | 12    | 12    |
| 20         | 84                | 84    |       | 18    | 12    | 12    | 12    |
| 21         | 108               | 54    | 12    | 12    | 12    | 18    |       |
| 22         | 96                | 96    | 12    | 12    | 18    | 12    | 12    |
| 23         | 84                | 84    | 12    | 12    | 18    | 12    |       |
| 24         | 72                | 72    |       | 18    | 18    | 18    | 18    |

$a = 12$  м – в вариантах заданий: № 01 - № 12,  $a = 6$  м. – в вариантах заданий: № 13 - № 24.

Таблица 3.2 - Колонны (размеры даны в м)

| № п/п | Эскиз | Тип                             | Марка  | № варианта | $H_k$ | Геометрические размеры |       |       |       | Масса, т |
|-------|-------|---------------------------------|--------|------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|----------|
|       |       |                                 |        |            |       | $h_1$                  | $h_2$ | $b_1$ | $b_2$ |          |
| 1     | 2     | 3                               | 4      | 5          | 6     | 7                      | 8     | 9     | 10    | 11       |
| 1.    |       | к<br>р<br>а<br>й<br>н<br>и<br>е | КП1-1  | 1 - 2      | 9,6   | 3,2                    | 1,0   | 0,4   | 0,6   | 4,0      |
|       |       |                                 | КД2-1  | 3 - 4      | 10,8  | 3,8                    | 1,1   | 0,4   | 0,8   | 5,3      |
|       |       |                                 | КД2-27 | 5 - 6      | 12,6  | 3,8                    | 1,2   | 0,5   | 1,0   | 9,0      |
|       |       |                                 | КД2-1  | 7 - 8      | 14,4  | 4,2                    | 1,2   | 0,5   | 1,4   | 11,6     |
|       |       |                                 | КД2-37 | 9 - 0      | 16,2  | 4,2                    | 1,3   | 0,5   | 1,4   | 12,5     |
| 2.    |       | с<br>р<br>е<br>д<br>н<br>и<br>е | КП1-3  | 1 - 2      | 9,6   | 3,2                    | 1,0   | 0,4   | 0,6   | 7,5      |
|       |       |                                 | КП1-13 | 3 - 4      | 10,8  | 3,8                    | 1,1   | 0,4   | 0,8   | 10,1     |
|       |       |                                 | КП1-18 | 5 - 6      | 12,6  | 3,8                    | 1,2   | 0,5   | 1,0   | 11,8     |
|       |       |                                 | КД2-39 | 7 - 8      | 14,4  | 4,2                    | 1,2   | 0,5   | 1,4   | 13,3     |
|       |       |                                 | КД2-3  | 9 - 0      | 16,2  | 4,2                    | 1,3   | 0,5   | 1,4   | 18,5     |

Таблица 3.3 – Балки и фермы (размеры даны в м)

| № п/п | Эскиз | № варианта | Марка      | $l$  | $h_1$ | $h_2$ | $b$  | Масса, т |
|-------|-------|------------|------------|------|-------|-------|------|----------|
| 1     |       | любая      | 1ВДР12 - 1 | 12,0 | 1,39  | 0,9   | 0,2  | 4,7      |
| 2     |       | 1 - 3      | 2ВДР18 - 2 | 18,0 | 1,64  | -     | 0,24 | 10,4     |
| 3     |       | 4 - 6      | ФБ18 - 1   | 18,0 | 3,0   | -     | 0,24 | 6,5      |
| 4     |       | 7 - 8      | ФБ18 - 2   | 18,0 | 3,0   | -     | 0,28 | 7,7      |
| 5     |       | 9 - 0      | ФБ18 - 4   | 18,0 | 3,0   | -     | 0,39 | 10,5     |
| 6     |       | 1 - 3      | ФПП624 - 3 | 24,0 | 2,4   | 2,4   | 0,24 | 13,4     |
| 7     |       | 4 - 6      | ФБ24 - 1   | 24,0 | 3,3   | 0,9   | 0,28 | 9,2      |
| 8     |       | 7 - 8      | 1ФС24 - 4  | 24,0 | 3,3   | -     | 0,24 | 9,2      |
| 9     |       | 9 - 0      | 2ФС24 - 6  | 24,0 | 3,3   | -     | 0,25 | 11,2     |

Таблица 3.4 – Плиты покрытия (размеры даны в м)

| № п/п | Эскиз | Марка                  | l     | b    | h    | Масса, т |
|-------|-------|------------------------|-------|------|------|----------|
| 1     |       | П /3х6 - 1<br>рядовая  | 5,97  | 2,98 | 0,3  | 2,6      |
| 2     |       | П /1, 5х6 - 1          | 5,97  | 1,49 | 0,3  | 1,5      |
| 3     |       | П /3х12 - 1<br>рядовая | 11,96 | 2,98 | 0,45 | 5,7      |
| 4     |       | П /1, 5х12 - 1         | 11,96 | 1,48 | 0,45 | 5,1      |

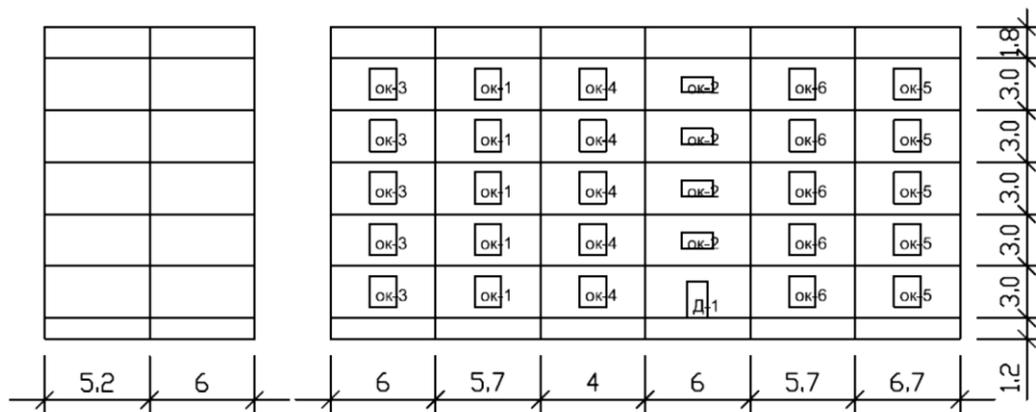
Примечание: длина плит принимается в зависимости от размера «а»

Таблица 3.5 – Подкрановые балки

| № п/п | Эскиз | Марка                         | Масса, т   |     |      |      |     |
|-------|-------|-------------------------------|------------|-----|------|------|-----|
|       |       |                               | № варианта |     |      |      |     |
|       |       |                               | 1-2        | 3-4 | 5-6  | 7-8  | 9-0 |
| 1     |       | БКН6-6С<br>(шаг колонн 6 м)   | 2,9        | 3,2 | 4,2  | 5,5  | 6,5 |
| 2     |       | БКН12-2С<br>(шаг колонн 12 м) | 4,7        | 7,8 | 10,7 | 11,5 | 13  |

## Приложение 4 – Задание для практического занятия №4: Технология устройства утепления фасадных поверхностей

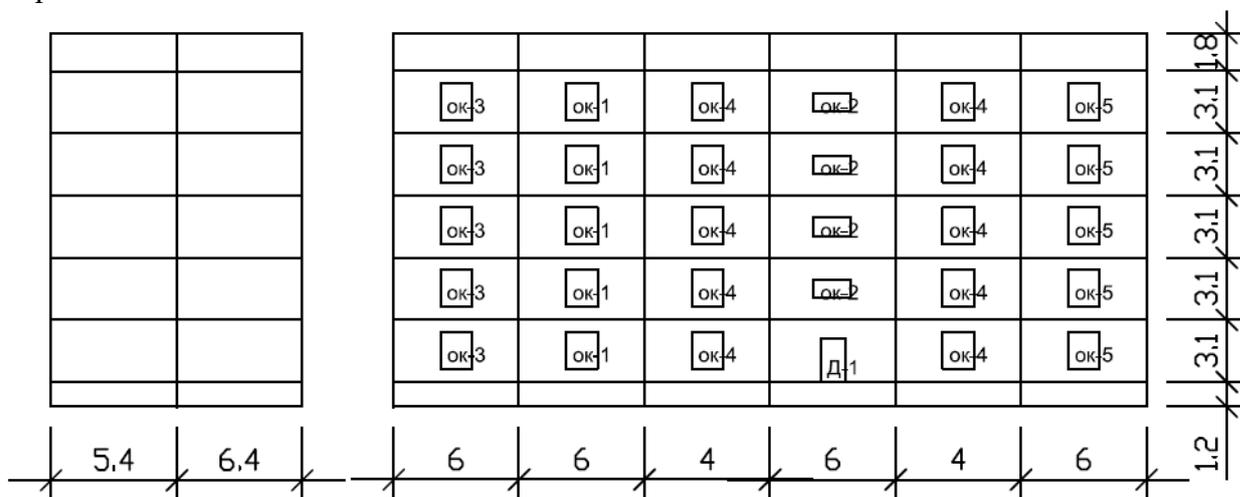
Вариант 1

 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)


| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой линейными металлическим панелями и панелями-кассетами

Вариант 2


 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой металлическим сайдингом

## Вариант 3

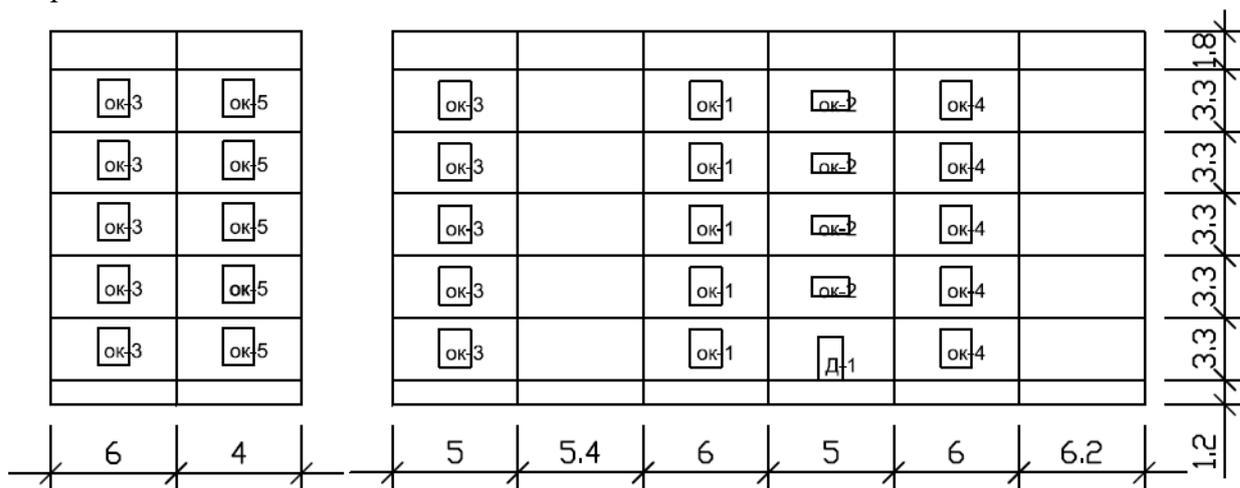


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой плитами из керамического гранита, натурального гранита и композита

## Вариант 4

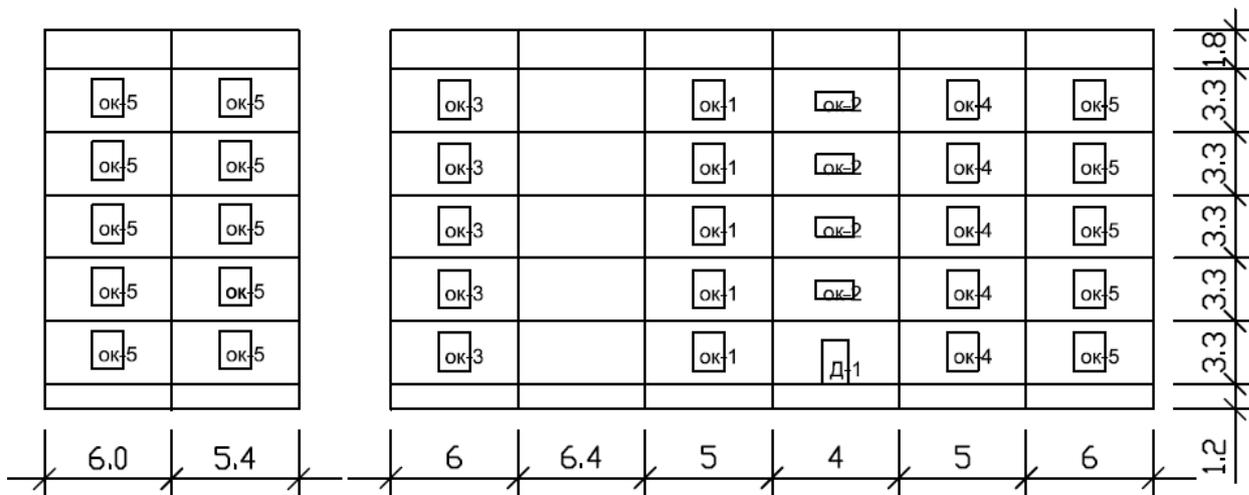
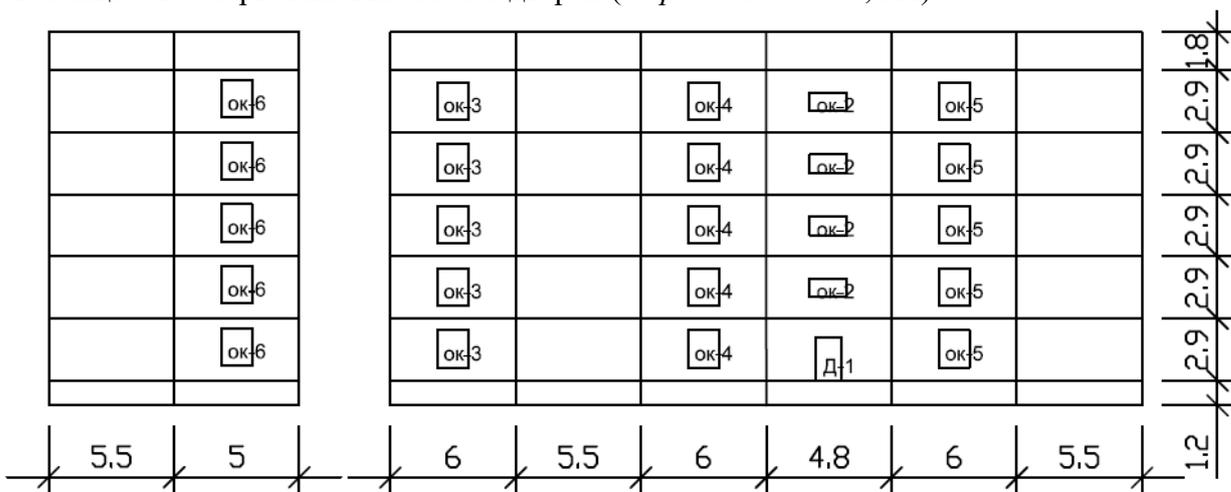


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой плитами из керамического гранита, натурального гранита и композита

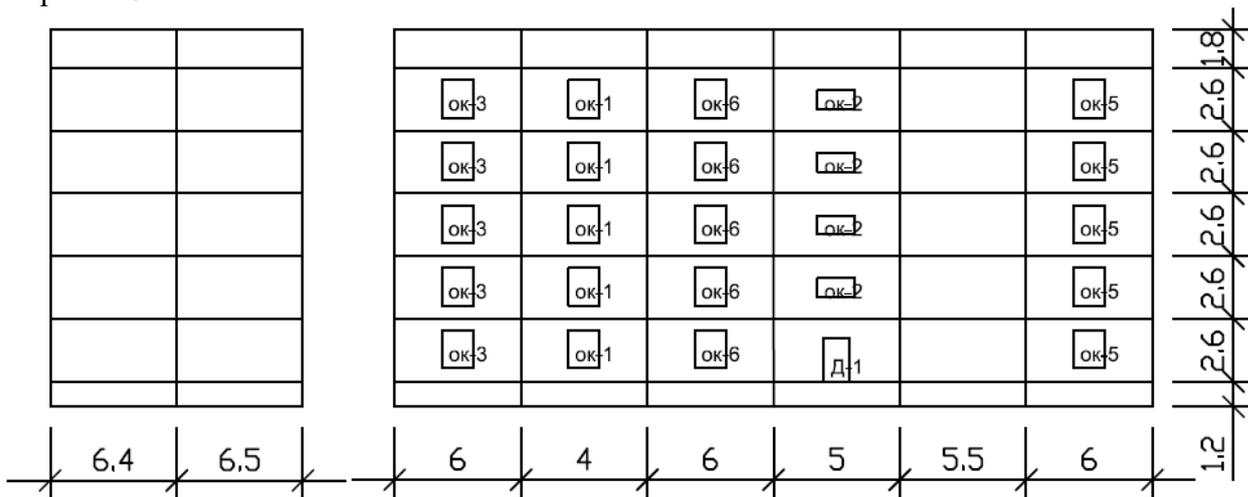
## Вариант 5

 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)


| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой металлическим сайдингом

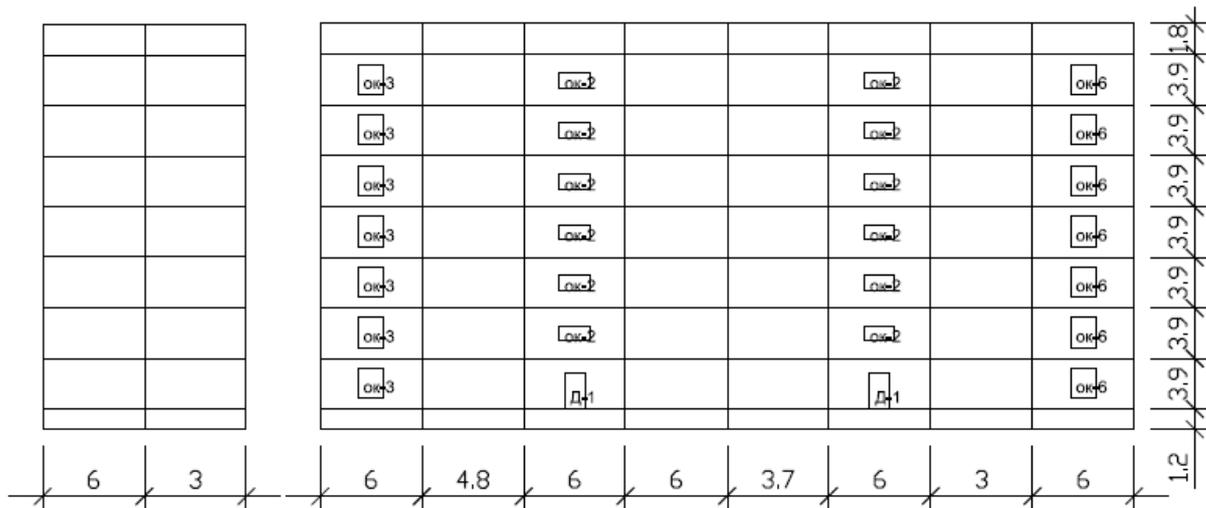
## Вариант 6


 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой линейными металлическим панелями и панелями-кассетами

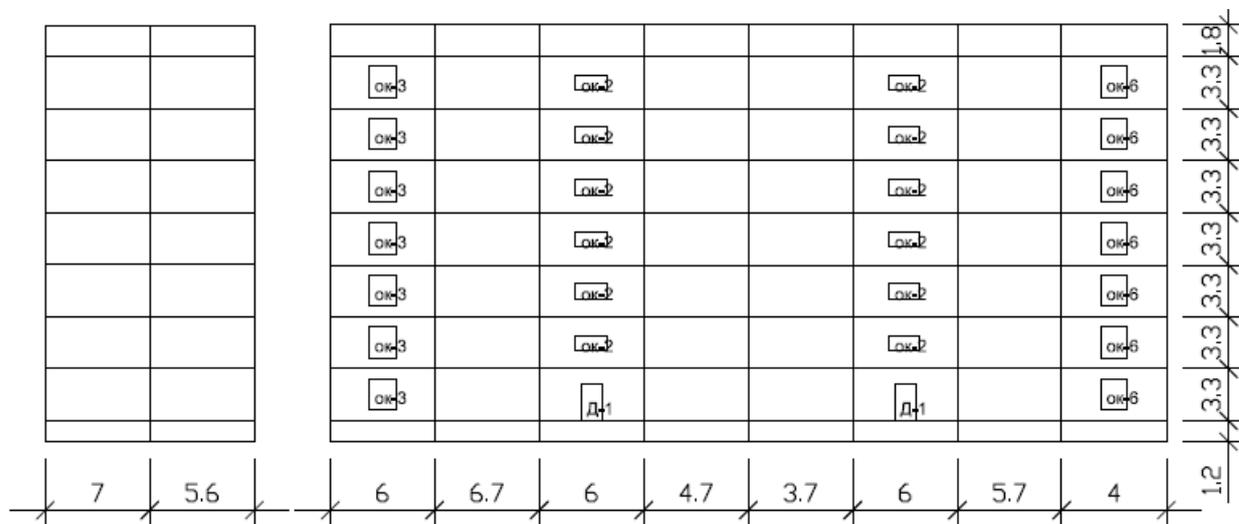
## Вариант 7

 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)


| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| OK-1      | OK-2     | OK-3      | OK-4      | OK-5      | OK-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой линейными металлическим панелями и панелями-кассетами

## Вариант 8


 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| OK-1      | OK-2     | OK-3      | OK-4      | OK-5      | OK-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой металлическим сайдингом

## Вариант 9

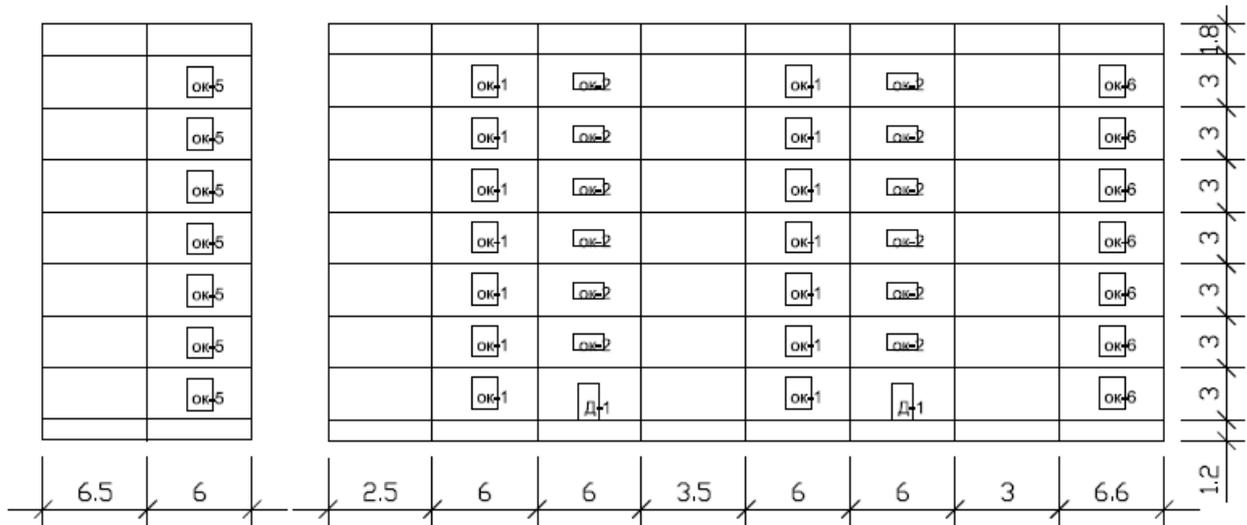


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой металлическим сайдингом

Вариант 10

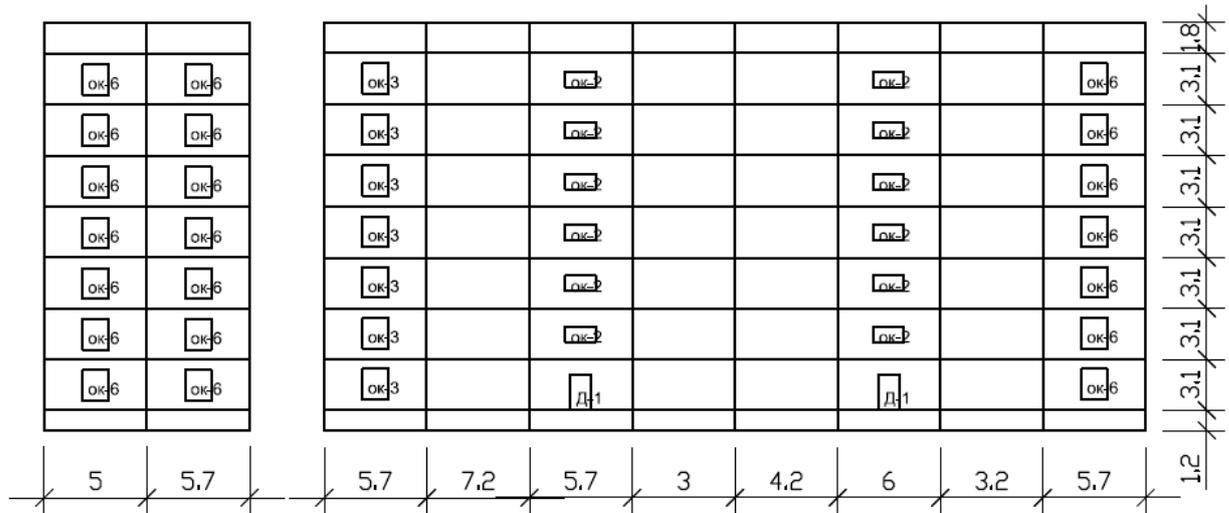
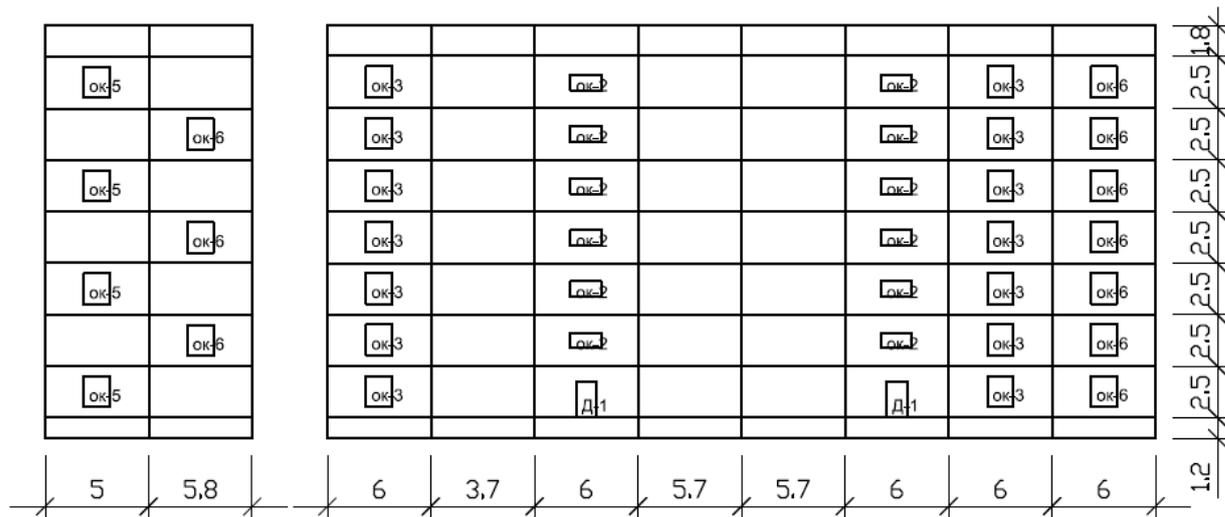


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой плитами из керамического гранита, натурального гранита и композита

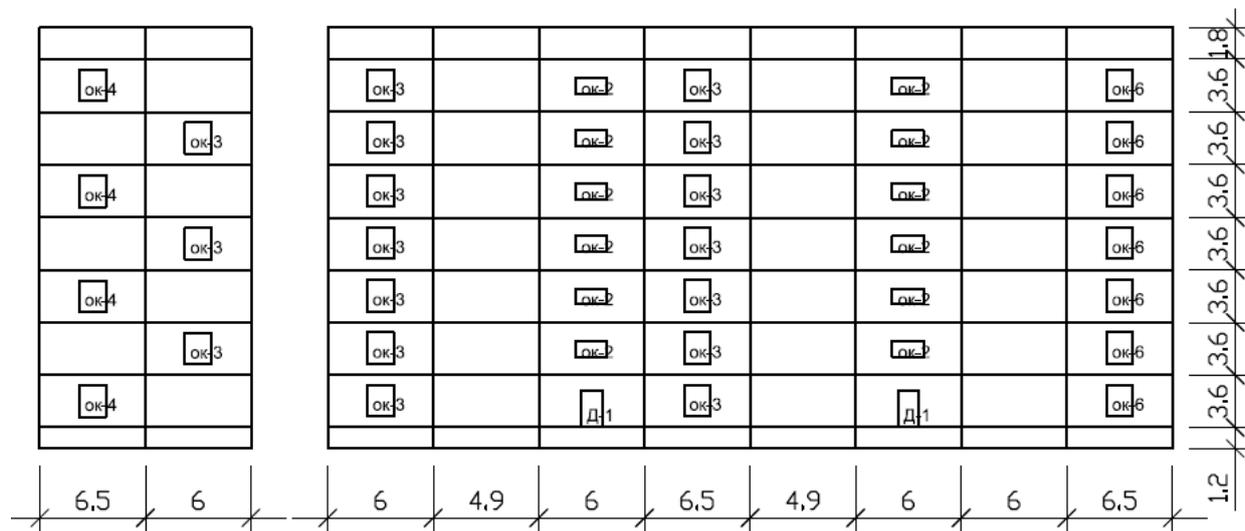
## Вариант 11


 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой плитами из керамического гранита, натурального гранита и композита

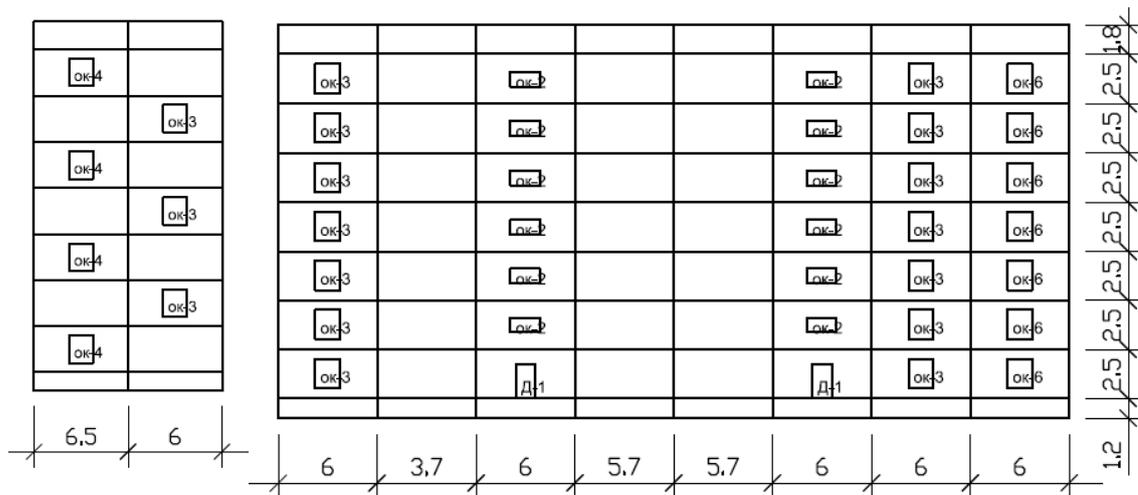
## Вариант 12

 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)


| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой металлическим сайдингом

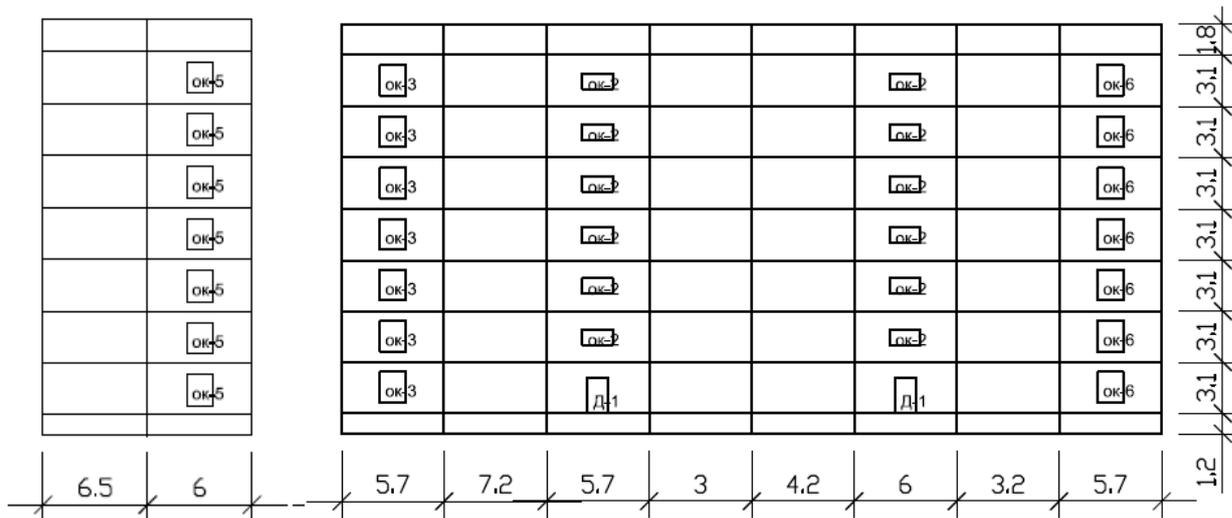
## Вариант 13

 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)


| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой линейными металлическим панелями и панелями-кассетами

## Вариант 14


 Таблица - Размеры типовых окон и дверей (*ширина x высота, мм*)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой линейными металлическим панелями и панелями-кассетами

## Вариант 15

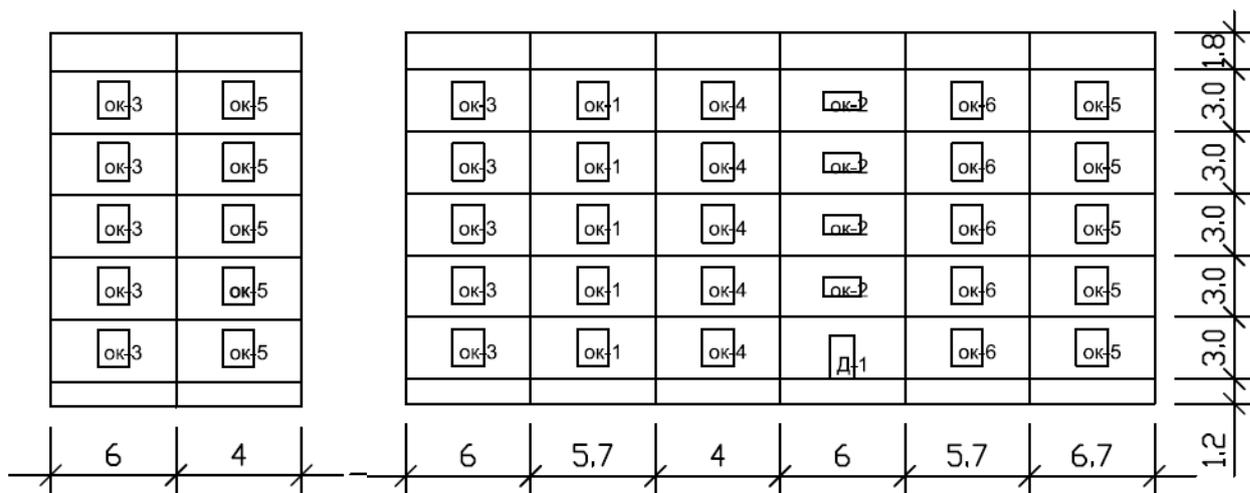


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой металлическим сайдингом

## Вариант 16

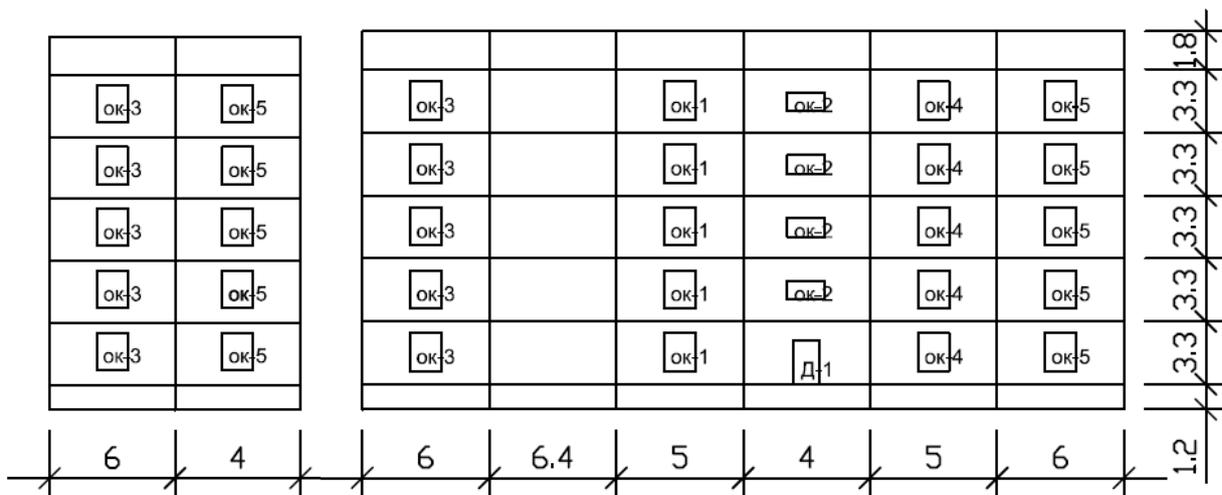


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой плитами из керамического гранита, натурального гранита и композита

Вариант 17

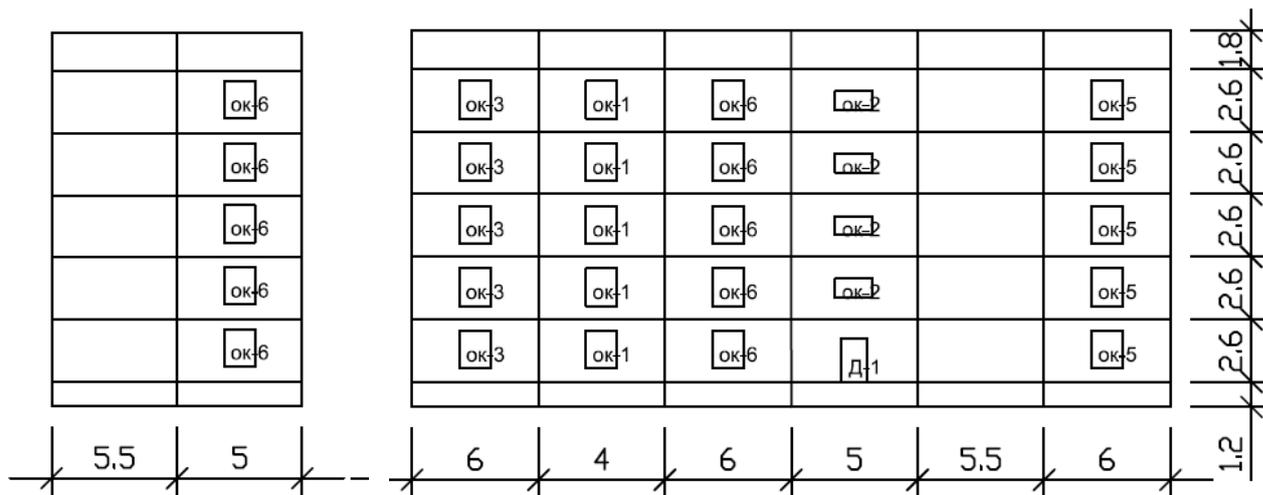


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой плитами из керамического гранита, натурального гранита и композита

Вариант 18

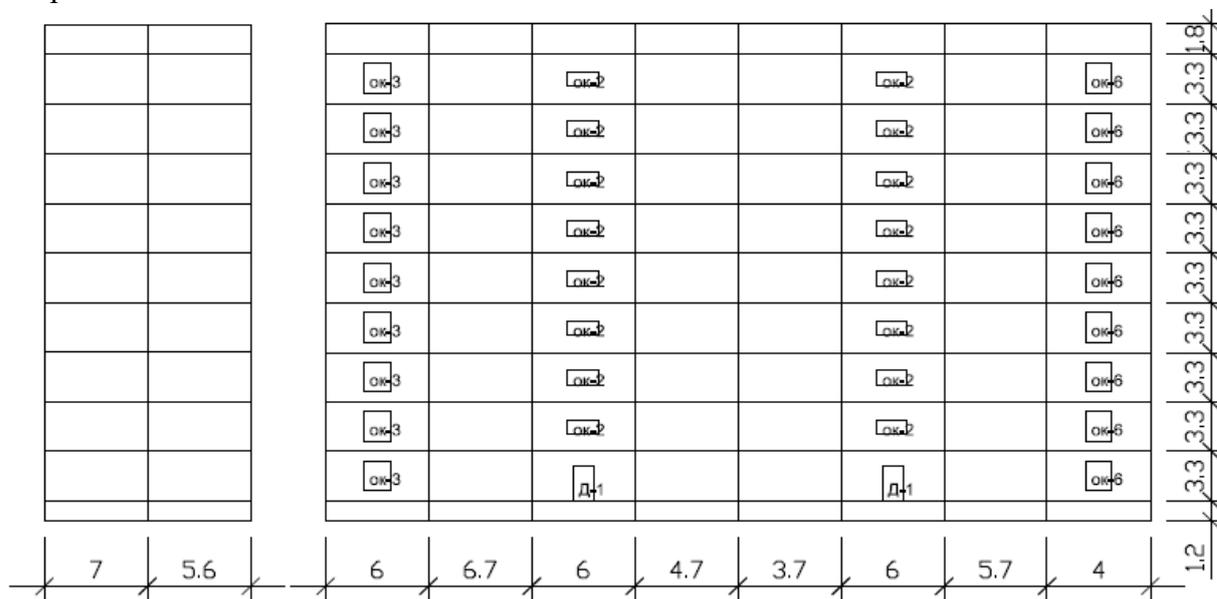


Таблица - Размеры типовых окон и дверей (ширина x высота, мм)

| Окна      |          |           |           |           |           | Двери     |
|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ОК-1      | ОК-2     | ОК-3      | ОК-4      | ОК-5      | ОК-6      | Д-1       |
| 1800x1200 | 1200x600 | 1100x1200 | 1200x1500 | 1200x1400 | 1300x1400 | 1200x2200 |

Вентилируемая фасадная система с облицовкой плитами из керамического гранита, натурального гранита и композита

## Приложение 5 – Задание к практическому занятию №5: Технология устройства монолитной штукатурки

Таблица 5.1 - Варианты заданий

| В-т | Вид оштукатуриваемой поверхности | Тип штукатурки     | Вид раствора  |
|-----|----------------------------------|--------------------|---|
| 1   | Фасад                            | Высококачественная | Цементно-известковый, с отделкой мраморной крошкой  |
| 2   | Внутр.стены и перегородки        | Простая            | Цементный   |
| 3   | Фасад                            | Улучшенная         | Декоративный  |
| 4   | Внутр.стены и потолок            | Высококачественная | Цементно-перезитовый                                |
| 5   | Фасад                            | Улучшенная         | Декоративный  |
| 6   | Внутр.стены                      | Простая            | Известковый   |
| 7   | Фасад                            | Высококачественная | Цементно-известковый, с отделкой стеклянной крошкой |
| 8   | Внутр.стены и перегородки        | Улучшенная         | Цементно-известковый                                |
| 9   | Фасад                            | Высококачественная | Декоративный, цементный                             |
| 10  | Внутр.стены и потолок            | Высококачественная | Известковый   |
| 11  | Фасад                            | Простая            | Декоративный  |
| 12  | Внутр.стены                      | Улучшенная         | Цементно-перезитовый                                |
| 13  | Фасад                            | Высококачественная | Декоративный  |
| 14  | Внутр.стены и перегородки        | Улучшенная         | Цементный   |
| 15  | Фасад                            | Простая            | Декоративный  |
| 16  | Внутр.стены и потолок            | Высококачественная | Известково-цементный                                |
| 17  | Фасад                            | Простая            | Цементно-известковый, с отделкой мраморной крошкой  |
| 18  | Внутр.стены                      | Улучшенная         | Известково-цементный                                |
| 19  | Фасад                            | Высококачественная | Декоративный  |
| 20  | Внутр. стены и перегородки       | Улучшенная         | Цементно-перезитовый                                |
| 21  | Фасад                            | Простая            | Декоративный  |
| 22  | Внутр. стены и потолок           | Простая            | Известковый   |

|    |              |                    |  |
|----|--------------|--------------------|--|
| 23 | Фасад        | Улучшенная         | Цементно-известковый, с отделкой мраморной крошкой |
| 24 | Внутр. стены | Высококачественная | Цементный  |

Приложение 6 - Исходные данные для выполнения курсовой работы «Разработка технологической карты на земляные работы»

Длина здания **L<sub>зд</sub>**

Номер варианта соответствует последней цифре в номере зачетной книжки (далее - ЗК)

| № вар                    | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>L<sub>зд</sub>, м</b> | 140 | 120 | 150 | 180 | 170 | 190 | 200 | 210 | 160 | 210 |

Ширина здания **V<sub>зд</sub>**

Номер варианта соответствует предпоследней цифре в номере ЗК

| № вар                    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  | 9  |
|--------------------------|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| <b>V<sub>зд</sub>, м</b> | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 50 | 60 | 70 | 80 |

Ширина пролета **V<sub>пр</sub>**

Номер варианта соответствует третьей цифре с конца в номере ЗК

| № вар                    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>V<sub>пр</sub>, м</b> | 15 | 18 | 20 | 24 | 12 | 30 | 15 | 24 | 36 | 10 |

Шаг колонн **V<sub>ш</sub>**

Номер варианта соответствует четвертой цифре с конца в номере ЗК

| № вар                   | 0 | 1 | 2 | 3  | 4  | 5 | 6 | 7  | 8  | 9  |
|-------------------------|---|---|---|----|----|---|---|----|----|----|
| <b>V<sub>ш</sub>, м</b> | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 9 | 6 | 10 | 10 | 12 |

Примечание: При необходимости значения общих габаритов здания  $L_{зд}$  и  $V_{зд}$  следует округлять до значения при котором числа, соответственно,  $V_{пр}$  и  $V_{ш}$ , т. е. должны выполняться условие:  $L_{зд} = V_{ш} \cdot a$ ;  $V_{зд} = V_{пр} \cdot b$ , где  $a$  и  $b$  – целые числа.

Высота подколонной части фундамента **h<sub>и</sub>** (см. рис. 3.3)

Номер варианта соответствует первой букве в фамилии студента по следующей зависимости:

1 вариант – буквы А, Б, В, Г, Д;

2 вариант – буквы Е, Ё, Ж, З, И;

3 вариант – буквы Й, К, Л, М, Н;

4 вариант – буквы О, П, Р, С, Т;

5 вариант – буквы У, Ф, Х, Ц, Ч;

6 вариант – буквы Ш, Щ, Э, Ю, Я

| № вар        | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>hi, м</b> | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 |

Количество ступеней фундамента  $n_{ст}$  принять в соответствии с первой буквой в фамилии студента, согласно следующей зависимости:

1 вариант – буква гласная;

2 вариант – буква согласная.

| № вар                    | 1 | 2 |
|--------------------------|---|---|
| <b>n<sub>ст</sub>, м</b> | 3 | 4 |

Примечание: Большей стороной фундамент следует ориентировать вдоль пролетов здания.

Габариты подколонной части фундамента  $L_{\phi i}$  и  $B_{\phi i}$  (см. рис. 3.3)

Номер варианта принять в соответствии с первой буквой в имени студента (принимается полное имя) по следующей зависимости:

1 вариант – буквы А, Б, В, Г, Д;

2 вариант – буквы Е, Ё, Ж, З, И;

3 вариант – буквы Й, К, Л, М, Н;

4 вариант – буквы О, П, Р, С, Т;

5 вариант – буквы У, Ф, Х, Ц, Ч;

6 вариант – буквы Ш, Щ, Э, Ю, Я.

| № вар                    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>L<sub>φi</sub>, м</b> | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| <b>B<sub>φi</sub>, м</b> | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,0 |

Высота ступени  $h_1$  (2, 3) принимается равной 0,2 или 0,3 м (выбрать самостоятельно).

Габариты ступени фундамента (ширина ступени)  $l_1$  (2, 3) и  $b_1$  (2, 3)

Номер варианта принять в зависимости от количества букв в фамилии студента по следующей зависимости:

1 вариант –  $N_{\text{букв}} \leq 5$ ;

2 вариант –  $6 \leq N_{\text{букв}} \leq 7$ ;

3 вариант –  $N_{\text{букв}} \geq 8$ .

| № вар           | 1   | 2    | 3    |
|-----------------|-----|------|------|
| $l_1$ (2, 3), м | 0,3 | 0,45 | 0,5  |
| $b_1$ (2, 3), м | 0,2 | 0,3  | 0,45 |

Размеры подошвы фундамента  $L_{\text{ф}}$  и  $B_{\text{ф}}$  определить самостоятельно, согласно полученным ранее сведениям о размерах элементов фундамента.

Высоту фундамента  $H_{\text{ф}}$  определить самостоятельно.

Температура наружного воздуха  $t_{\text{н.в.}}$ .

Температуру наружного воздуха определить по формуле

$$t_{\text{н.в.}} = (N_1/5) - 10 - (N_2/3), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $N_1$  – количество букв в имени студента;

$N_2$  – количество букв в фамилии студента

Растительный слой грунта

Номер варианта принять в зависимости от количества букв в отчестве студента по следующей зависимости:

1 вариант –  $N_{\text{букв}} \leq 9$ ; 2 вариант –  $10 \leq N_{\text{букв}} \leq 12$ ;

3 вариант –  $N_{\text{букв}} \geq 13$ .

|                     |                       |                                  |   |
|---------------------|-----------------------|----------------------------------|---|
| № вар               | 1                     | 2                                | 3   |
| Наименование грунта | без корней и примесей | с корнями кустарников и деревьев | С примесью щебня, гравия или строительного мусора |

Грунт

Номер варианта соответствует последней цифре в номере ЗК

|   |                 |   |  |   |                     |  |   |                          |              |   |
|---|-----------------|---|--|---|---------------------|--|---|--------------------------|--------------|---|
| № вар   | 0               | 1   | 2  | 3   | 4                   | 5  | 6   | 7                        | 8            | 9   |
| Наименование грунта   | Суглинок легкий | Суглинок легкий с примесью щебня до 10% по объему | Суглинок легкий с примесью щебня свыше 10% по объему | Суглинок тяжелый с примесью щебня свыше 10% по объему | Супесь без примесей | Супесь с примесью щебня до 10% по объему | Супесь с примесью щебня свыше 10% по объему | Лесс мягкий без примесей | Глина жирная | Глина жирная с примесью гравия >10% по объему |
| Средняя плотность в естественном состоянии, кг/м <sup>3</sup> | 1700            | 1700  | 1750   | 1750  | 1650                | 1850                                     | 1850  | 1600                     | 1800         | 1900  |

Расстояние транспортировки грунта на вывоз  $L$  рассчитать по формуле

$$L = N_1 + 3, \text{ км,}$$

где  $N_1$  – количество букв в имени студента (принимается полное имя).

Срок планировочных работ принять равным 2 или 3 дням (по выбору студента).

Срок выполнения земляных работ  $N_{дн}$  принять в указанном диапазоне в зависимости от общего количества фундаментов  $N_{фунд}$  по следующей зависимости:

$$N_{фунд} \leq 150; 25 \leq N_{дн} \leq 30 \text{ суток;}$$

$151 \leq N_{\text{букв}} \leq 200 \quad 35 \leq N_{\text{дн}} \leq 40 \text{ суток};$ 
 $N_{\text{букв}} \geq 201 \quad 40 \leq N_{\text{дн}} \leq 45 \text{ суток}.$ 

Приложение 7 – Справочные данные для выполнения курсовой работы

## Приложение 7.1

 Коэффициент откосов « $m$ » для временных сооружений

| Вид грунта                    | Глубина выемки |        |          |        |          |        |
|-------------------------------|----------------|--------|----------|--------|----------|--------|
|                               | до 1,5 м       |        | до 3 м   |        | до 5 м   |        |
|                               | $\alpha$       | 1 : m  | $\alpha$ | 1 : m  | $\alpha$ | 1 : m  |
| Насыпные                      | 56             | 1:0,67 | 45       | 1:1    | 38       | 1:1,85 |
| Песчаные                      | 63             | 1:0,5  | 45       | 1:1    | 45       | 1:1    |
| Супесь                        | 76             | 1:0,25 | 56       | 1:0,67 | 50       | 1:0,85 |
| Суглинок                      | 90             | 1:0    | 63       | 1:0,5  | 53       | 1:0,75 |
| Глина                         | 90             | 1:0    | 76       | 1:0,25 | 63       | 1:0,5  |
| Лесс                          | 90             | 1:0    | 63       | 1:0,5  | 63       | 1:0,5  |
| Моренные песчаные, супесчаные | 78             | 1:0,2  | 63       | 1:0,5  | 57       | 1:0,65 |

 Примечание:  $\alpha$  - угол между направлением откоса и горизонталью, град;

## Приложение 7.2

Показатели разрыхления грунтов

| № п/п | Грунты  | Первичное разрыхление грунта после разработки, $K_p$ , % | Остаточное разрыхление грунта, % |
|-------|---|--|----------------------------------|
| 1     | Глина:<br>ломовая и сланцевая<br>мягкая и жирная        | 28-32  | 6-9                              |
|       |   | 24-30  | 4-7                              |
| 2     | Грунт:<br>гравийно-галечный<br>растительный<br>скальный | 16-20  | 5-8                              |
|       |   | 20-25  | 3-4                              |
|       |   | 45-50  | 20-30                            |
| 3     | Лесс:<br>мягкий<br>отвердевший                          | 18-34  | 3-6                              |
|       |   | 24-30  | 4-7                              |
| 4     | Песок   | 10-15  | 2-5                              |
| 5     | Суглинок<br>легкий и лессовидный<br>тяжелый             | 18-24  | 3-6                              |
|       |   | 24-30  | 5-8                              |
| 6     | Супесь  | 12-17  | 3-5                              |
| 7     | Чернозем и каштановый грунт                             | 22-28  | 5-7                              |

Технические характеристики бульдозеров Приложение 7.3

| Марка бульдозера |        | Мо-<br>шно-<br>сть,<br>кВт | Мас-<br>са, т | Размеры от-<br>вала дли-<br>на×высота<br>( $b \times h$ ), м | Глуби-<br>на раз-<br>работ-<br>ки, м | Габариты:<br>дли-<br>на/ширина/<br>высота, м | Техниче-<br>ская ско-<br>рость, км/ч |
|------------------|--------|----------------------------|---------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| старая           | новая  |                            |               |  |                                      |  |                                      |
| Д-159Б           | ДЗ-4   | 40                         |               | 2,8×0,8  | 0,15                                 | 4,3/2,8/2,3                                  | 2,2/4,3/6,0                          |
| Д-579            | ДЗ-37  | 41                         | 3,8           | 2,0×0,7  | 0,15                                 | 6,2/2,3/3,3                                  | 2,3/4,5/6,0                          |
| Д-606            | ДЗ-42  | 59                         | 7,3           | 2,6×0,8  | 0,3                                  | 4,8/2,6/2,7                                  | 2,5/4,9/6,0                          |
| Д-492А           | ДЗ-17  | 79                         | 14,0          | 3,9×1,0  | 0,5                                  | 5,5/3,2/3,1                                  | 2,9/5,8/7,9                          |
| Д-271А           | ДЗ-8   | 79                         | 13,6          | 3,2×1,2  | 1,0                                  | 5,3/3,2/3,1                                  | 2,9/5,8/7,9                          |
| Д-667А           | ДЗ-53  | 79                         | 14,1          | 3,2×1,2  | 1,0                                  | 5,1/3,2/3,1                                  | 3,8/6,5/10                           |
| Д-694А           | ДЗ-54С | 79                         | 13,7          | 3,2×1,2  | 0,4                                  | 5,1/3,2/3,1                                  | 3,8/6,5/10                           |
| ДЗ-521           | ДЗ-27С | 118                        | 13,4          | 3,2×1,3  | 0,5                                  | 6,5/3,9/2,8                                  | 4,4/8,9/12                           |
| Д-290            | -      | 132                        | 18,5          | 4,6×1,3  | 0,5                                  | 8,2/3,4/2,8                                  | 4,4/8,9/12                           |
| Д-521А           | ДЗ-24А | 132                        | 18,2          | 3,4×1,1  | 1,0                                  | 7,0/4,4/2,8                                  | 5,1/9,5/13                           |
| Д-522А           | ДЗ-25  | 132                        | 17,9          | 4,4×1,2  | 0,5                                  | 7,0/4,4/2,8                                  | 5,1/9,5/13                           |
| Д-384А           | -      | 221                        | 31,8          | 4,5×1,4  | 0,3                                  | 6,9/4,5/3,2                                  | 6,5/10/15                            |
| Д-572С           | ДЗ-34С | 221                        | 31,4          | 4,5×1,6  | 0,4                                  | 6,9/3,8/3,2                                  | 6,5/10/15                            |

Примечание: техническая скорость приведена в следующем порядке: скорость резания грунта ( $V_3$ ) / скорость при перемещении грунта ( $V_{пер}$ ) / скорость при обратном ходе ( $V_{обх}$ ), км/ч

Приложение 4

Производительность прицепных скреперов за 8-часовую смену при разработке и перемещении нескального грунта, м<sup>3</sup>

| Тип трак-<br>тора | Вмести-<br>мость,<br>м <sup>3</sup> | Группа грунта и дальность перемещения, м |     |     |     |      |     |     |     |     |      |
|-------------------|-------------------------------------|--|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
|                   |                                     | I  |     |     |     |      | II  |     |     |     |      |
|                   |                                     | 100                                      | 250 | 350 | 550 | 1000 | 100 | 250 | 350 | 550 | 1000 |
| С-100             | 6-6,5                               | 533                                      | 273 | 207 | -   | -    | 470 | 250 | 190 | -   | -    |
| С-100             | 8                                   | 593                                      | 319 | 244 | 166 | -    | 516 | 287 | 222 | 153 | -    |
| Т-140             | 10                                  | 696                                      | 388 | 299 | 205 | -    | 593 | 343 | 268 | 187 | -    |
| ДЭТ-250           | 15                                  | 1013                                     | 576 | 447 | 223 | 182  | 860 | 506 | 398 | 279 | 167  |

Примечание: группу грунта – см. п. 6 табл. 1 ЕНиР сб. 2 «Земляные работы».

Приложение 7.5

Производительность самоходных скреперов за 8-часовую смену при разработке и перемещении нескального грунта, м<sup>3</sup>

| Вместимость<br>ковша, м <sup>3</sup> | Группа грунта и дальность перемещения, м |      |      |      |     |      |      |      |
|--------------------------------------|--|------|------|------|-----|------|------|------|
|                                      | I  |      |      |      | II  |      |      |      |
|                                      | 500                                      | 1500 | 2500 | 5000 | 500 | 1500 | 2500 | 5000 |
| 6                                    | 143                                      | 51   | -    | -    | 131 | 48   | -    | -    |
| 8                                    | 240                                      | 114  | -    | -    | 220 | 106  | -    | -    |
| 9                                    | 250                                      | 119  | 73   |      | 226 | 110  | 73   |      |
| 15                                   | 533                                      | 267  | 167  | 97   | 465 | 240  | 163  | 90   |

Примечание: Рекомендуемая дальность перевозки грунта для самоходных скреперов с ковшем вместимостью 6-8 м<sup>3</sup> составляет до 1500 м, 10 м<sup>3</sup> - до 2500 м и 15 м<sup>3</sup> - до 5000 м.

## Приложение 7.6

Расчетная стоимость машин и себестоимость машино×смен механизмов для производства земляных работ

| Наименование машины |        | Марка трактора | Емкость ковша, м <sup>3</sup> | Инвентарно-расчетная стоимость машины, С <sub>пр</sub> , тыс. руб. | Средняя стоимость машино×смены, С <sub>смм</sub> , руб. |
|---------------------|--------|----------------|-------------------------------|--|---|
| Старое              | Новое  |                |                               |  |   |
| 1                   | 2      | 3              | 4                             | 5  | 6   |
| <b>Скреперы</b>     |        |                |                               |  |   |
| Д-222               | –      | С-80           | 6,5                           | 430  | 2270  |
| Д-374               | –      | С-80           | 6                             | 400  | 2250  |
| Д-374А              | ДЗ-12А | С-100          | 6                             | 450  | 2300  |
| Д-498               | ДЗ-20  | С-100          | 7                             | 510  | 2471  |
| Д-498А              | –      | С-100          | 8                             | 560  | 2560  |
| Д-147               | –      | С-80           | 8                             | 540  | 2350  |
| Д-357М              | ДЗ-11П | МАЗ-529        | 8                             | 620  | 2690  |
| Д-357Г              | –      | МАЗ-529        | 9                             | 625  | 2729  |
| Д-523               | –      | Т-140          | 10                            | 620  | 3145  |
| Д-213А              | ДЗ-5   | Т-140          | 10                            | 620  | 3150  |
| Д-523А              | –      | Т-180          | 10                            | 650  | 3500  |
| Д-392               | ДЗ-13  | БелАЗ-531      | 15                            | 700  | 3627  |
| Д-511               | –      | ДЭТ-250        | 15                            | 685  | 3593  |
| <b>Бульдозеры</b>   |        |                |                               |  |   |
| Д-159Б              | ДЗ-4   | ДТ-54          |                               | 250  | 1105  |
| Д-579               | ДЗ-37  | «Беларусь»     |                               | 330  | 1115  |
| Д-606               | ДЗ-42А | ДТ-75          |                               | 380  | 1120  |
| Д-157А              | ДЗ-17  | С-100          |                               | 420  | 1250  |
| Д-271А              | ДЗ-8   | С-100          |                               | 530  | 1450  |
| Д-492А              | ДЗ-17А | Т-100          |                               | 610  | 1669  |
| Д-667А              | ДЗ-53  | Т-100          |                               | 650  | 1700  |
| Д-694А              | ДЗ-54С | Т-100          |                               | 697  | 1796  |
| Д-521               | ДЗ-27С | Т-140          |                               | 725  | 2049  |
| Д-290               | –      | Т-140          |                               | 750  | 2150  |
| Д-521А              | ДЗ-24А | Т-180          |                               | 865  | 2378  |
| Д-522А              | ДЗ-25  | Т-180          |                               | 890  | 2413  |
| Д-384А              | –      | ДЭТ-250        |                               | 1050   | 2800  |
| Д-572               | ДЗ-34С | ДЭТ-252        |                               | 1300   | 3706  |

## Приложение 7.7

Зависимость емкости ковша экскаватора от объемов земляных масс:

| Объем земляных масс, м <sup>3</sup> | До 500 | 500-1500  | 1500-2000 | 2000-6000 | 6000-11000 | 11000-13000 | 13000-15000 | Более 15000 |
|-------------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Емкость ковша, м <sup>3</sup>       | 0,15   | 0,25-0,30 | 0,5       | 0,65      | 0,8        | 1,0         | 1,25        | 1,5         |

Примечание: объем земляных масс – объем одного земляного сооружения (одного котлована, траншеи, отдельного котлована под фундамент и т.д.).

## Приложение 7.8

Технологические характеристики экскаваторов

| Марка экскаватора                                | ЭО-331Б            | Э-652Б             | ЭО-4121А            | ЭО-5115            | Э-10011Е           | ЭО-511А            | ЭО-5122             | Э-2503В            |
|--|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Емкость ковша, м <sup>3</sup>                    | 0,4                | 0,65               | 0,65                | 1,0                | 1,0                | 1,1                | 1,6                 | 2,5                |
| Тип оборудования                                 | у                  | у                  | у                   | у                  | п                  | у                  | у                   | п, др              |
| Продолжительность рабочего цикла, сек            | 15                 | 21                 | 20                  | 23                 | 17                 | 23                 | 26                  | 22                 |
| Наибольший радиус резания на уровне стоянки, м   | 3,00               | 4,70               | 9,2                 | 10,5               | 5,0                | 9,2                | 6,0                 | 5,0                |
| Длина рукояти, м                                 | 2,30               | 4,5                | 2,99                | 4,98               | 4,91               | 4,9                | 2,97                | 6,1                |
| Наибольший радиус выгрузки грунта в транспорт, м | 5,4                | 7,1                | 6,7                 | 5,9                | 7,4                | 8,3                | 9,4                 | 10,8               |
| Расстояние от оси пяты до оси вращения, м        | 0,8                | 1,0                | 0,52                | 0,65               | 1,15               | 1,15               | 0,65                | 1,6                |
| Наибольший радиус резания, м                     | 5,9                | 7,80               | 7,20                | 7,2                | 8,4                | 9,2                | 9,6                 | 12,00              |
| Высота до оси пяты стрелы, м                     | 1,93               | 1,5                | 2,02                | 2,02               | 1,57               | 1,57               | 2,02                | 2,06               |
| Высота выгрузки, м                               | 4,3                | 3,2                | 6,0                 | 4,2                | 6,0                | 5,1                | 5,0                 | 7,0                |
| Габариты, м: длина / ширина / высота             | 3,13 / 2,64 / 4,15 | 7,80 / 3,00 / 3,20 | 10,40 / 3,00 / 3,20 | 5,49 / 3,10 / 3,42 | 5,81 / 3,10 / 3,60 | 5,49 / 3,10 / 3,42 | 13,61 / 3,15 / 4,90 | 7,50 / 4,29 / 6,30 |

Примечание: п - прямая лопата, о – обратная лопата, др - драглайн, у – универсальное оборудование.

## Приложение 7.8а

## Технические характеристики зарубежных одноковшовых экскаваторов с обратной лопатой

| Марка экскаватора  | «Поклен» 75 РВ | «Поклен» 75 СК | Liebherr R 900 С | Liebherr А 922 С | «Поклен» 90Р | «Хитачи» ИН-123 |
|--|----------------|----------------|------------------|------------------|--------------|-----------------|
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup>                            | 0,77           | 0,77           | 0,6              | 1                | 1,15         | 1               |
| Радиус копания, м  | 7,9            | 7,9            | 8,8              | 9                | 9,2          | 10,52           |
| Глубина копания, м   | 4,6            | 4,85           | 6,2              | 5,83             | 5,65         | 7,2             |
| Высота выгрузки, м   | 6,2            | 5,95           | 5,5              | 6                | 6,75         | 7,02            |
| Мощность, кВт  | 79,5           | 58,1           | 50               | 100              | 77,3         | 121             |
| Масса, т   | 14,4           | 15,4           | 15,9             | 20,9             | 19           | 26              |
| Производительность, м <sup>3</sup> /час                      | 50             | 50             | 40               | 50               | 60           | 60              |
| Стоимость эксплуатации машино×смены, С <sub>мсм</sub> , руб. | 10000          | 10000          | 10000            | 11000            | 12000        | 11000           |

## Приложение 7.8б

## Технические характеристики одноковшовых экскаваторов

| Тип машины              | Мощность двигателя, кВт | Скорость, км/ч | Масса, т | Производительность с погрузкой грунта в транспорт, м <sup>3</sup> /ч |     |     |
|-------------------------|-------------------------|----------------|----------|--|-----|-----|
|                         |                         |                |          | Группа грунтов   |     |     |
|                         |                         |                |          | I  | II  | III |
| 1                       | 2                       | 3              | 4        | 5  | 6   | 7   |
| На пневмоколесном ходу: |                         |                |          |  |     |     |
| ЭО-3311Г                | 37                      | 15,4           | 11,7     | 28   | 22  | 16  |
| Э-2621А                 | 45                      | 19,0           | 5,7      | 22   | 18  | 13  |
| ЭО-3322Б                | 55,5                    | 19,7           | 14       | 54   | 44  | 34  |
| ЭО-4321                 | 59,0                    | 19,5           | 18,5     | 80   | 62  | 51  |
| На гусеничном ходу:     |                         |                |          |  |     |     |
| Э-304Г                  | 37                      | 2,92           | 13,0     | 28   | 22  | 16  |
| Э-652Б                  | 60                      | 3,0            | 21,2     | 54   | 44  | 34  |
| Э-10011Е                | 80                      | 2,0            | 33,0     | 87   | 71  | 57  |
| Э-1251Б                 | 90                      | 1,5            | 41,0     | 110  | 87  | 74  |
| Э-2503                  | 160                     | 1,28           | 94,0     | 171  | 142 | 114 |
| Э-5015А                 | 55,5                    | 2,0            | 11,65    | 43   | 35  | 28  |
| ЭО-4221                 | 96                      | 2,5            | 22,7     | 87   | 71  | 57  |
| ЭО-4121А                | 96                      | 2,8            | 20,9     | 87   | 71  | 57  |
| ЭО-5122                 | 126                     | 2,4            | 36,8     | 154  | 128 | 102 |
| ЭО-6122                 | 2x75                    | 1,5            | 56,0     | 171  | 142 | 114 |

## Приложение 7.9

 Предварительный выбор **транспортных средств** для перевозки грунта

| Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup> | Грузоподъемность автосамосвала, т | Грузоподъемность транспортных прицепов, т |
|---|-----------------------------------|---|
| 0,25-0,4                                      | 2,25                              | -   |
| 0,5-0,8                                       | 3,5-7,0                           | 5   |
| 0,8-1,0                                       | 7-10                              | 10-15                                     |
| 2   | 10-25                             | 15-25                                     |
| 3 и более                                     | 25-40                             | 25-40                                     |

## Приложение 7.10

## Время простоя под погрузкой и разгрузкой авто, ч

| Грузоподъемность транспортной единицы, т | Вид груза |        |                  |        |        |
|--|-----------|--------|------------------|--------|--------|
|  | Навал     | Вязкий | Штучные весом, т |        |        |
|  |           |        | до 1 т           | до 3 т | до 5 т |
| до 2,5                                   | 0,17      | 0,53   | 0,53             | 0,31   | -      |
| 4  | 0,21      | 0,75   | 0,75             | 0,34   | 0,26   |
| 5  | 0,23      | 0,87   | 1,19             | 0,52   | 0,34   |
| 10                                       | 0,26      | 1,04   | 1,52             | 0,74   | 0,43   |
| 12 и более                               | 0,27      | 1,2    | 2,2              | 1,04   | 0,57   |

## Приложение 7.11

## Расчетная стоимость машин и машино×смен экскаваторов

| Наименование                                 | ЭО-1514 | Э-331Г | ЭО-311Б | ЭО-3322А | ЭО-411Б | Э-656 | ЭО-4121А | ЭО-4321 | Э-1001Е | ЭО-5122 | ЭО-611Б | ЭО-7111 | ЭО-6122 |
|--|---------|--------|---------|----------|---------|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $V_{\text{ковш, м}}$                         | 0,15    | 0,4    | 0,4     | 0,5      | 0,65    | 0,65  | 0,65     | 0,65    | 1,0     | 1,0     | 1,25    | 2,5     | 2,5     |
| <b>Инвентарно-расчетная стоимость машины</b> |         |        |         |          |         |       |          |         |         |         |         |         |         |
| $C_{\text{пр, т. руб.}}$                     | 400     | 560    | 600     | 720      | 800     | 805   | 810      | 820     | 1005    | 1780    | 2480    | 2600    | 2650    |
| <b>Средняя стоимость машино×смены</b>        |         |        |         |          |         |       |          |         |         |         |         |         |         |
| $C_{\text{см, руб}}$                         | 881     | 1220   | 1262    | 1484     | 1600    | 1973  | 1688     | 1700    | 1982    | 2748    | 3594    | 4200    | 4250    |

## Приложение 7.12

Расчетная стоимость машин и себестоимость машино×смен машин для производства земляных работ

| Марка машины            | Грузо-подъемность, $Q$ , т | Ширина, $b_{к,м}$ | Инвентарно-расчетная стоимость машины, $C_{ин}$ , тыс. руб. | Средняя стоимость машино×смены, $C_{МСМ}$ , руб. |
|-------------------------|----------------------------|-------------------|---|--|
| 1                       | 2                          | 3                 | 4   | 5  |
| ГАЗ-93Б                 | 2,55                       | 2,1               | 110   | 820  |
| ГАЗ-САЗ-2505            | 3,0                        | 2,49              | 110   | 821  |
| ГАЗ-53Б                 | 3,5                        | 1,7               | 130   | 841  |
| ЗиЛ-555                 | 4,5                        | 2,4               | 160   | 872  |
| ЗиЛ-ММЗ-450650          | 5,0                        | 2,5               | 263   | 860  |
| ЗиЛ-ММЗ-450650          | 5,5                        | 2,5               | 287   | 916  |
| КамАЗ-5510              | 7                          | 2,5               | 310   | 1000   |
| Урал 45289              | 9,6                        | 2,5               | 670   | 1370   |
| КрАЗ-256                | 10                         | 2,5               | 400   | 1141   |
| КрАЗ-256Б               | 12                         | 2,5               | 560   | 1690   |
| КамАЗ-452880            | 13,3                       | 2,5               | 665   | 1788   |
| КамАЗ-4528-10           | 14                         | 2,5               | 670   | 1790   |
| КрАЗ-6510               | 15                         | 2,5               | 856   | 1958   |
| КрАЗ-45283-10           | 16                         | 2,5               | 995   | 2069   |
| КрАЗ-255Б               | 17                         | 2,5               | 963   | 2035   |
| КамАЗ-6551              | 19                         | 2,5               | 1188  | 2269   |
| КрАЗ-45283-20           | 20                         | 2,5               | 1296  | 2362   |
| Урал 65514-10           | 20,15                      | 2,5               | 1300  | 2400   |
| КамАЗ-65511             | 24,8                       | 2,5               | 1500  | 2600   |
| БелАЗ-540               | 27                         | 3,48              | 1700  | 2800   |
| <i>Ford Carqo 3430D</i> | 20,55                      | 2,55              | 5450  | 5100   |
| <i>Iveco AD380T38</i>   | 26                         | 2,5               | 6100  | 5500   |
| <i>Iveco AD410T38</i>   | 30                         | 2,5               | 6500  | 6000   |

## Приложение 7.13

 Число смен работы в году машин и инструментов,  $t_T$ 

| Наименование машин                                       | Число рабочих смен |
|--|--------------------|
| Бульдозеры   | 306                |
| Скреперы прицепные с $V_{ковш} \leq$ до $8 \text{ м}^3$  | 172                |
| То же с $V_{ковш} > 8 \text{ м}^3$ и самоходные скреперы | 300                |
| Экскаваторы одноковшовые с $V_{ковш} = 0,15 \text{ м}^3$ | 256                |
| То же с $V_{ковш} 0,4 \text{ м}^3$                       | 300                |
| То же с $V_{ковш}$ от $0,5$ до $2 \text{ м}^3$           | 384                |
| То же с $V_{ковш}$ от $2$ до $3 \text{ м}^3$             | 425                |
| Автомобили-самосвалы $Q \leq 12$ т                       | 343                |
| То же грузоподъемностью более 12 т                       | 425                |
| Катки строительные                                       | 306                |
| Автобетоносмесители, автобетононасосы, вибраторы         | 343                |

## Приложение 7.14

 Обобщенные технологические параметры **машин** для уплотнения грунтов

| Характеристика                   | ДУ-31А      | ДУ-29       | ДУ-98        | ДУ-47Б       | ДУ-96       | ДУ-85       | ДУ-99          | ДУ-100      | ДУ-101      |
|----------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|
| Тип                              | Самоходные  |             |              | Вибрационные |             |             | Пневмоколесные |             |             |
| Масса, т                         | 16          | 30          | 11,5         | 7,0          | 7,8         | 13          | 11             | 14          | 16          |
| Ширина полосы, м                 | 1,9         | 2,22        | 1,7          | 1,4          | 1,5         | 2,0         | 1,7            | 2,0         | 2,0         |
| Толщина уплотняемого слоя, м     | 0,2-0,4     | 0,2-0,4     | 0,2-0,6      | 0,15-0,5     | 0,15-0,5    | 0,3-0,8     | 0,2-0,6        | 0,3-0,8     | 0,3-0,8     |
| Габариты, м: длина/ширина/высота | 6,4/2,4/3,2 | 6,4/2,6/3,2 | 3,92/2,2/3,5 | 4,8/1,8/3,3  | 4,1/1,9/3,5 | 6,0/2,4/3,2 | 3,9/2,2/3,5    | 4,8/2,2/3,5 | 6,4/2,4/3,2 |

## Приложение 7.15

 Обобщенные технологические параметры **виброкатков** для уплотнения грунтов

| Масса катка, т                                     | Толщина уплотняемого слоя, м |          |          | Производительность м <sup>3</sup> /ч |           |          |
|--|------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|-----------|----------|
|  | песок                        | супесь   | суглинок | песок                                | на супесь | суглинок |
| Самоходные катки                                   |                              |          |          |                                      |           |          |
| 16   | 0,15                         | 0,15     | 0,15     | 900                                  | 1000      | 1100     |
| 30   | 0,15                         | 0,15     | 0,15     | 1700                                 | 1800      | 1900     |
| Самоходные виброкатки гладковальцевые и кулачковые |                              |          |          |                                      |           |          |
| 2,5-3,0  | 0,2-0,25                     | 0,15-0,2 | 0,07-0,1 | 150-200                              | 100-150   | 50-75    |
| 4,0-5,0  | 0,3-0,4                      | 0,25-0,3 | 0,1-0,15 | 200-300                              | 150-200   | 75-100   |
| 6,0-8,0  | 0,4-0,5                      | 0,3-0,4  | 0,15-0,2 | 300-400                              | 200-250   | 100-160  |
| 10,0-13,0  | 0,5-0,6                      | 0,4-0,5  | 0,2-0,25 | 400-600                              | 250-300   | 160-200  |
| 14,0-17,0  | 0,6-0,8                      | 0,5-0,6  | 0,25-0,3 | 600-800                              | 300-500   | 200-300  |
| 19,0-20,0  | 0,9-1,1                      | 0,7-0,8  | 0,3-0,35 | 900-1100                             | 600-800   | 350-450  |
| 24,0-25,0  | 1,3-1,5                      | 0,9-1,0  | 0,4-0,5  | 1200-1500                            | 900-1200  | 500-700  |
| Прицепные виброкатки гладковальцевые               |                              |          |          |                                      |           |          |
| 6,0-7,0  | 0,5-0,6                      | 0,4-0,5  | 0,2-0,25 | 300-500                              | 200-250   | 100-160  |
| 7,5-8,5  | 0,6-0,7                      | 0,5-0,6  | 0,25-0,3 | 500-600                              | 250-400   | 160-200  |

## Приложение 7.16

Расчетная стоимость машин и себестоимость машино×смен катков

| Марка машины | Масса, т            | Марка трактора | Характеристика | Инвентарно-расчетная стоимость машины, С <sub>инд</sub> , тыс. руб. | Средняя стоимость машино×смены, С <sub>мсм</sub> , руб |      |
|--------------|---------------------|----------------|----------------|---|--|------|
| Прицепные    | ДУ-26               | 9              | Т-75           | Кулачковый  | 430  | 1210 |
|              | ДУ-32               | 18             | Т-100          | –    –  | 510  | 1250 |
|              | ДУ-3                | 28             | Т-180          | –    –  | 580  | 1400 |
|              | Д-219               | 25             | ДТ-54          | Пневмошины  | 550  | 1350 |
|              | ДУ-4                | 25             | С-100          | –    –  | 560  | 1430 |
|              | ДУ-39               | 25             | Т-100          | –    –  | 570  | 1478 |
| Самоходные   | ДУ-11               | 6,4            | –              | Гладкий   | 420  | 1137 |
|              | ДУ-1                | 10             | –              | –    –  | 530  | 1200 |
|              | ДУ-88               | 10             | –              | –    –  | 540  | 1250 |
|              | ДУ-18               | 10             | –              | –    –  | 550  | 1300 |
|              | ДУ-9А               | 10,3           | –              | –    –  | 570  | 1480 |
|              | ДУ-31               | 16             | –              | Пневмо-машина   | 860  | 2627 |
|              | ДУ-29               | 30             | –              | –    –  | 1100   | 3279 |
|              | ДУ-10А              | 1,7            | –              | Виброкаток  | 350  | 1100 |
|              | ДУ-25А              | 4,3            | –              | –    –  | 360  | 1210 |
|              | ДУ-47А              | 8              | –              | –    –  | 385  | 1330 |
|              | ДУ-85               | 13             | –              | –    –  | 410  | 1420 |
|              | ВК-24               | 24             | –              | –    –  | 530  | 1520 |
|              | Машина трамбовочная |                |                |   |  |      |
| ДУ-12Б       | 1,3 т               | Т-100          | –              | 380   | 1220   |      |

Примечание: стоимость машино×смен и инвентарную стоимость машин, которые не указаны в таблицах принимать для машин подобных по массе.

## Приложение 7.17

Технические параметры послойного уплотнения грунта в зависимости от применяемого оборудования

| Тип уплотняющей машины                 | Масса, т | Толщина слоев, см | Число проходок (ударов) по одному следу |          |        |       |
|--|----------|-------------------|---|----------|--------|-------|
|  |          |                   | глина                                   | суглинок | супесь | песок |
| Катки                                  |          |                   |   |          |        |       |
| Прицепной                              | 5        | 15-30             | 12                                      | 9        | 6      | 6     |
| Гладкий                                | 25       | 25                | 12                                      | 10       | 8      | 6     |
| пневмомашины                           | 30       | 20-30             | 10                                      | 8        | 6      | 4     |
| На пневмошинах                         | 40       | 30                | 10                                      | 8        | 6      | 4     |
| Виброкаток                             | 3        | 50                | -                                       | 6        | 5      | 4     |
| Трамбовочная машина                    |          |                   |   |          |        |       |
| С падающей плитой (высота падения 1 м) | 1,5      | 65                | 6                                       | 5        | 4      | 3     |

Приложение 7.18

Технические характеристики трамбовок

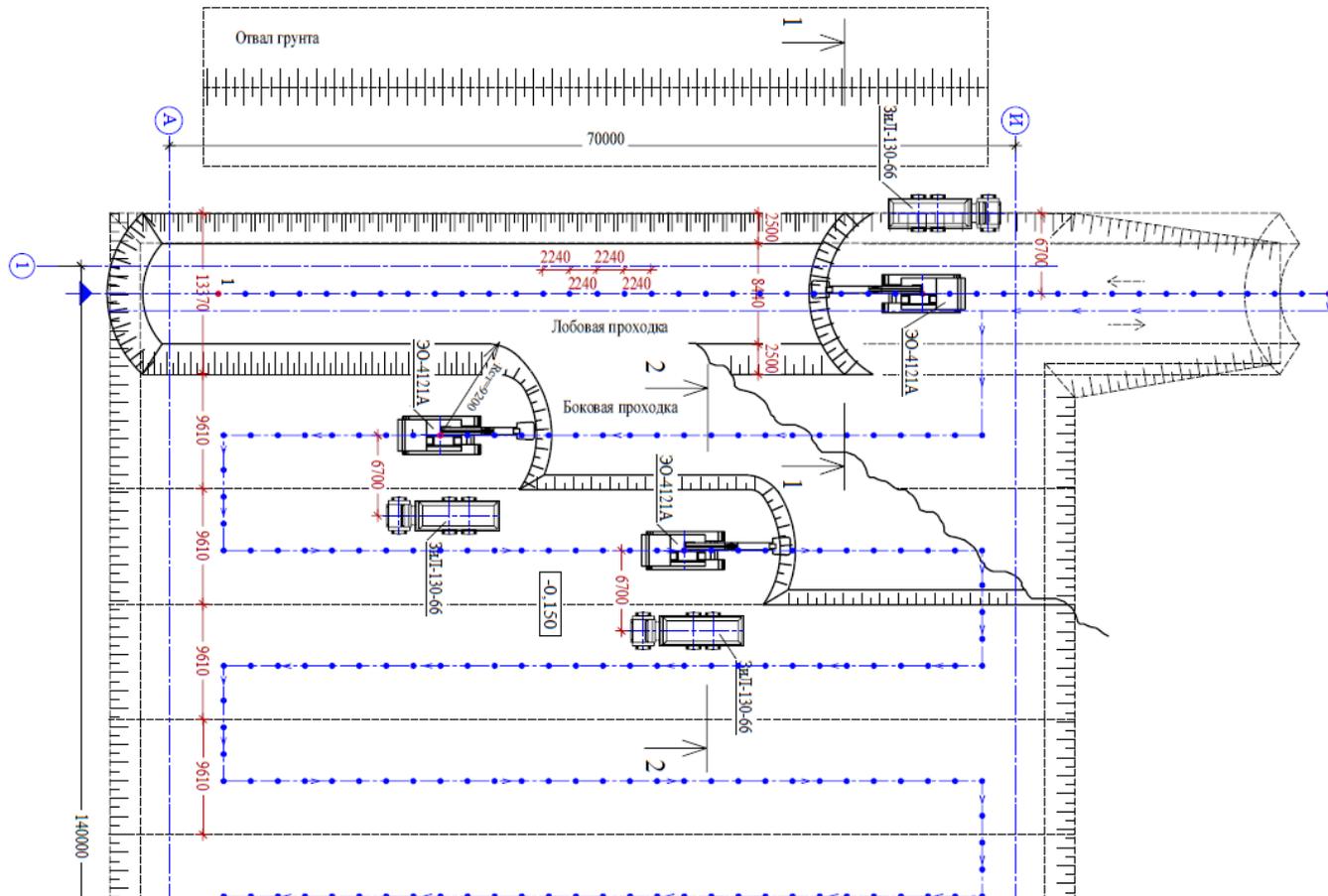
| Показатель                           | Электрические трамбовки |                     |                  | Пневматическая трамбовка Тр-6 |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
|                                      | ИЭ-4505                 | ИЭ-4502             | ИЭ-4504          |                               |
| Глубина уплотнения, м                | 0,2                     | 0,4                 | 0,6              | 0,2-0,3                       |
| Масса механизма, кг                  | 27                      | 75                  | 155              | 10                            |
| Габариты, мм:<br>длина/ширина/высота | 255/<br>440/<br>785     | 970/<br>475/<br>950 | 1010/<br>520/900 | 80/<br>80/<br>1070            |
| Размеры трамбуемой части             | 200×200                 | 350×450             | 500×480          | –                             |

График производства работ

| N | Наименование строительных процессов   | Ед. изм.           | Объем работ | Продуманность работ, чел.см | Мощность машин, мп.см | Наименование марки машин | Кол-во машин | Состав бригады, номер | Кол-во рабочих, чел | Сменность | Продолжительность, дни | Рабочие смены |   |   |   |   |   |   |
|---|---|--------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|---------------------|-----------|------------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|
|   |   |                    |             |                             |                       |                          |              |                       |                     |           |                        | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |   |
| 1 | 1   | 3                  | 4           | 5                           | 6                     | 7                        | 8            | 9                     | 10                  | 11        | 12                     | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |   |
| 1 | Срезка и перемещение растительного слоя грунта бульдозером                                    | 100 м <sup>2</sup> | 144         | •                           | 9,38                  | ДР-8                     | 2            | Бригада 1             | 2                   | 2         | 2                      | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | Работы грунта экс-м с погрузкой в трактор и вывоз   | 100 м <sup>3</sup> | 342,09      | •                           | 77,71                 | ЭО-4121А                 | 2            | Бригада 1             | 2                   | 2         | 19                     | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | Перемещение грунта в отвал расстояние до 10 м   | 100 м <sup>3</sup> | 342,09      | •                           | 23,29                 | ДР-8                     | 1            | Бригада 1             | 1                   | 2         | 12                     | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | Засыпка тротуарной и котлованной бульдозером расстояние перемещения до 5 м                    | 100 м <sup>3</sup> | 296,64      | •                           | 15,97                 | ДР-8                     | 1            | Бригада 1             | 1                   | 2         | 8                      | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | Обработка засыпки грунта экскаватором с погрузкой в котлован                                  | 100 м <sup>3</sup> | 296,64      | •                           | 77,87                 | ЭО-4121А                 | 2            | Бригада 1             | 2                   | 2         | 20                     | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 6 | Работы грунта в вручную   | 1 м <sup>3</sup>   | 182,52      | 19,29                       | •                     | •                        | •            | Бригада 8             | 3                   | 1         | 7                      | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 7 | Засыпка тротуаром шпунт тротуарной и котлованной вручную, уплотнение грунта виброуплотнителем | 1 м <sup>3</sup>   | 2586,08     | 180,08                      | •                     | •                        | •            | Бригада 9             | 4                   | 2         | 22                     | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | Уплотнение грунта самоходными катками, с добавлением на каждый проход сверху воды             | 100 м <sup>3</sup> | 296,64      | •                           | 56,36                 | Каток ДУ-29              | 2            | Бригада 10            | 2                   | 2         | 14                     | 2             | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Приложение 8 – Примеры для выполнения графической части курсовой работы

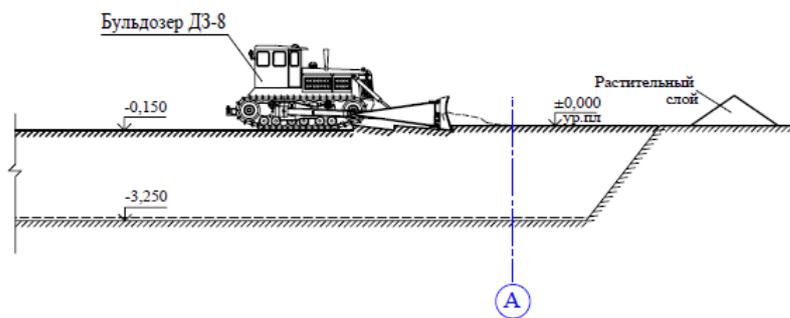
Технологическая схема разработки котлована при разработке грунта экскаваторами



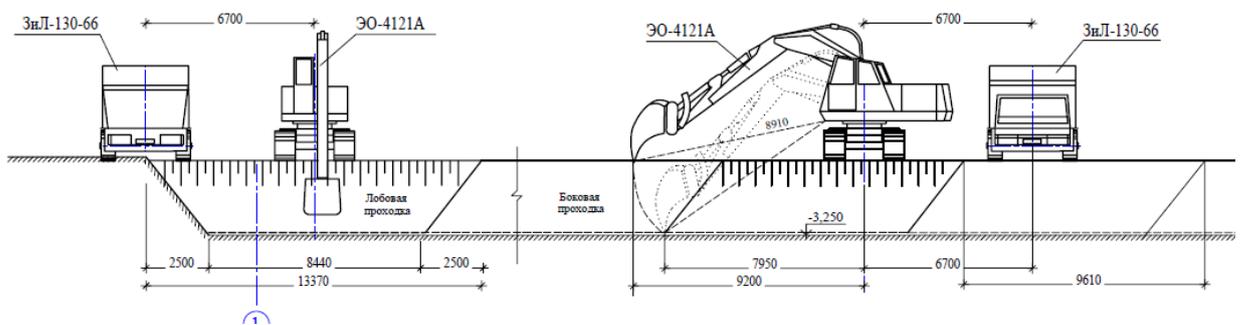
Технологическая схема котлована при срезке растительного слоя грунта

Схемы разработки и уплотнения грунта

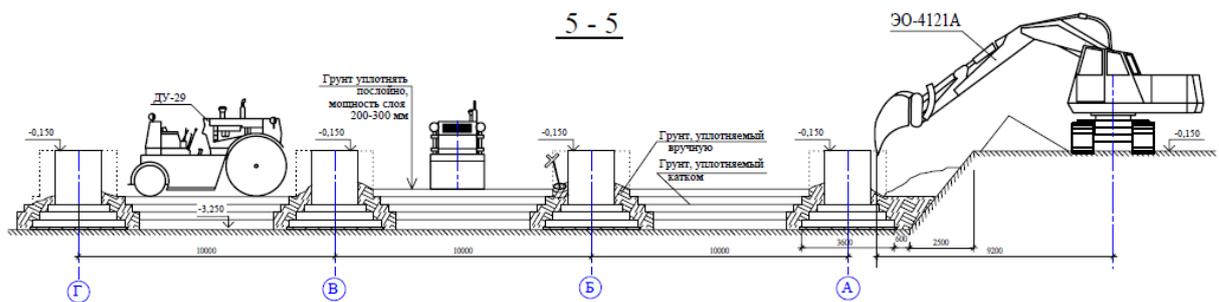
3 - 3



1 - 1



5 - 5



### Список использованной литературы

1. Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производства [Электронный ресурс] / Б.Ф. Белецкий ; Белецкий Б. Ф. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 752 с. - Книга находится в ЭБС «Лань». - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1256-3.
2. Ершов, М.Н. Технологические процессы в строительстве. Книга 5. Технологии монолитного бетона и железобетона [Электронный ресурс] : учебник / М.Н. Ершов, А.А. Лапидус, В.И. Теличенко ; Ершов М.Н.; Лапидус А.А.; Теличенко В.И. - Москва : АСВ, 2016. - 128 с. - Книга находится в ЭБС «Консультант студента». - ISBN 978-5-4323-0133-8
3. Вильман, Ю.А. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ. СОВРЕМЕННЫЕ И ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Вильман; Вильман Ю.А. - Москва : АСВ, 2014. - 336 с. - Книга находится в ЭБС «Консультант студента». - ISBN 978-5-93093-392-8
4. Уваров В.Ф. Технологическое проектирование земляных работ. Курсовое проектирование. – М.: 2007
5. Кузнецов, С.М. Обоснование комплектов машин для производства земляных работ: учебное пособие по дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений» [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Кузнецов, К.С. Кузнецова ; С. М. Кузнецов, К. С. Кузнецова. - Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 191 с. : ил., табл. - Книга находится в ЭБС «Университетская библиотека online». - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-9721-4.
6. Е. М. Кудрявцев Комплексная механизация строительства Издательство АСВ, 2005 424 стр.
7. СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1) Свод правил от 24 декабря 2019 г. № 48.13330.2019

8. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3, 4)\_Свод правил от 25 декабря 2012 г. № 70.13330.2012
9. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменениями N 1, 2, 3) Свод правил от 27 февраля 2017 г. № 45.13330.2017
10. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1.
11. СНиП 12.-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2.
12. ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций: Здания и промышленные сооружения. – М., 1987.
13. ЕНиР. Сб. Е 22. Сварочные работы. – М.: Стройиздат, 1980.
14. ЕНир. Сб. Е 25. Такелажные работы. – М.: Стройиздат, 1981.
15. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006 Москва 2007
16. Технологические схемы возведения одноэтажных промышленных зданий. - : ЦНИИОМТП, 1978. Вып. 2. Монтаж надземной части.
17. Производство земляных и бетонных работ при устройстве монолитных фундаментов промышленных и гражданских зданий: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология строительных процессов» / О.А. Бессонова, О.В. Машкин, К.В. Бернгардт, Н.И Фомин. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007.
18. МУ к выполнению курсового проекта «Разработка технологической карты на монтаж каркаса одноэтажного промышленного здания из сборных железобетонных конструкций». – Ростов н/Д: ДГТУ, 2017.
19. МУ к выполнению курсового проекта «Разработка технологической карты на устройство монолитных железобетонных фундаментов зданий и сооружений».– Ростов н/Д: ДГТУ, 2017.



20. МУ к выполнению курсового проекта «Разработка технологической карты на утепление фасадных поверхностей стен эксплуатируемых зданий с вентилируемым фасадом». – Ростов н/Д: РГСУ, 2007.
21. Нормы и расценки на новые технологии в строительстве «Фасадные системы с вентилируемым воздушным зазором (Справочник инженера - сметчика) / Под общей редакцией П.В. Горячкина Москва 2004 г
22. ЕНиР. Сборник Е-2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – Госстрой СССР – М Стройиздат 1998.
23. ЕНиР Сборник Е8 Выпуск 1 Отделочные покрытия строительных конструкций. Выпуск 1. Отделочные покрытия
24. ЕНиР Сборник Е3 Каменные работы