

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Строительные материалы и технология строительства»

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
по дисциплине «Технология строительного производства»
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
в сфере высшего образования Республики Беларусь по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2024

УДК [624.13+624.15]:378.147.091.313(075.8)

ББК 38.623я7

П80

Составители:

В. В. Бозылев, В. В. Шевко

Рецензенты:

Л. А. Черкас, В. А. Козляков

Производство земляных работ и устройство фундаментов : учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология строительного производства» для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / сост.: В. В. Бозылев, В. В. Шевко. – Минск : БНТУ, 2024. – 148 с.

ISBN 978-985-583-939-3.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

В соответствии с заданием студенты должны разработать технологию производства работ по устройству котлована и монолитных железобетонных фундаментов по зданию.

В пособии изложены необходимые для работы над курсовым проектом теоретические положения, последовательность и методика выполнения всех разделов проекта. Приведены справочные материалы, необходимые для разработки разделов проекта.

Использование данного пособия позволит сократить время выполнения курсового проекта и повысить уровень профессиональной подготовки студентов.

УДК [624.13+624.15]:378.147.091.313(075.8)

ББК 38.623я7

ISBN 978-985-583-939-3

© Бозылев В. В., Шевко В. В., 2024

© Белорусский национальный
технический университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Введение..... | 5 |
| Исходные данные для выполнения курсового проекта | 7 |
| Состав курсового проекта..... | 7 |
| Разработка плана и разреза по фундаментам здания | 10 |
| Определение вида выемки под фундаменты | 12 |
| Определение объемов разрабатываемого грунта | 18 |
| Выбор экскаватора для разработки котлована (траншей) под фундаменты..... | 29 |
| Выбор автосамосвала для транспортировки грунта..... | 38 |
| Подбор бульдозера для разработки недобора грунта | 45 |
| Расчет параметров работы экскаватора с разработкой схемы производства работ при разработке котлована (траншей) под фундаменты..... | 48 |
| Разработка указаний по технологии и организации земляных работ при разработке котлована (траншей)..... | 54 |
| Разработка материалов (1 часть) для оформления графической части курсового проекта по разработке котлована (траншей) по результатам расчетов, выполненных в предыдущих разделах | 60 |
| Проектирование производства работ по возведению фундаментов..... | 72 |
| Выбор крана для подачи бетонной смеси | 99 |
| Разработка указаний по технологии и организации работ по возведению ступенчатых фундаментов..... | 101 |
| Разработка материалов (2 часть) для оформления графической части курсового проекта по результатам проектирования производства работ по возведению фундаментов..... | 102 |
| Выбор машин и механизмов для обратной засыпки и уплотнения грунта..... | 106 |
| Разработка указаний по технологии и организации работ по обратной засыпке и уплотнению грунта | 119 |
| Разработка материалов (3 часть) для оформления графической части курсового проекта по результатам проектирования производства работ по обратной засыпке и уплотнению грунта..... | 120 |

| | |
|--|-----|
| Составление калькуляции затрат труда и календарного графика производства работ | 123 |
| Расчет потребности в материально-технических ресурсах | 130 |
| Разработка раздела контроля качества и приемки работ | 132 |
| Разработка раздела по охране труда и окружающей среды | 134 |
| Определение технико-экономических показателей разработанного комплексного процесса устройства фундаментов..... | 134 |
| Состав графической части курсового проекта..... | 135 |
| Составление списка использованной литературы..... | 136 |
| Список использованной литературы | 137 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 | 139 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 | 143 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 | 144 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4 | 147 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 5 | 148 |

ВВЕДЕНИЕ

Целью курсового проекта является приобретение студентами навыков проектирования технологии выполнения строительных процессов, закрепление теоретического материала разделов «Земляные работы» и «Бетонные и железобетонные работы» при изучении дисциплины «Технология строительного производства». Полученные навыки будут использованы при выполнении дипломного проекта: при разработке технологических карт в составе технологического раздела.

Задачами выполнения курсового проекта является формирование:

- знаний теоретических основ производства земляных, бетонных и железобетонных работ;
- знаний об основных технических средствах и навыков рационального выбора технических средств при производстве земляных, бетонных и железобетонных работ;
- навыков разработки технологической и ведения исполнительной документации на производство земляных, бетонных и железобетонных работ;
- умения проводить количественную и качественную оценку выполнения земляных, бетонных и железобетонных работ;
- умения анализировать пооперационные составы строительных процессов при производстве земляных работ с последующей разработкой эффективных организационно-технологических моделей их выполнения.

В результате выполнения курсового проекта обучающийся должен знать:

- основные нормативные документы в строительстве, посвященные производству земляных, бетонных и железобетонных работ;
- методы выполнения простых и комплексных строительных процессов производства земляных, бетонных и железобетонных работ с применением средств механизации;
- требования к качеству строительной продукции и методы ее обеспечения, при производстве земляных, бетонных и железобетонных работ;
- требования, а также условия обеспечения охраны труда и природы при производстве земляных, бетонных и железобетонных работ;

– методику выбора и документирования технологических решений на стадии проектирования производства земляных, бетонных и железобетонных работ и на стадии их выполнения;

– методику определения потребных ресурсов для производства земляных, бетонных и железобетонных работ.

В результате выполнения курсового проекта обучающийся должен уметь:

– определять состав и объемы выполнения строительных процессов при производстве земляных, бетонных и железобетонных работ;

– производить расчеты для подбора средств механизации, технологической оснастки и потребного количества рабочих при выполнении строительных процессов производства земляных, бетонных и железобетонных работ;

– рассчитывать технико-экономические показатели при выполнении земляных, бетонных и железобетонных работ;

– разрабатывать организационно-технологические схемы производства земляных, бетонных и железобетонных работ;

– разрабатывать календарное планирование выполнения земляных, бетонных и железобетонных работ;

– рассчитывать материально-технические ресурсы для выполнения земляных, бетонных и железобетонных работ.

В результате выполнения курсового проекта обучающийся должен владеть:

– базовой инженерной терминологией в области производства земляных, бетонных и железобетонных работ;

– знаниями правил и технологии производства земляных, бетонных и железобетонных работ;

– навыками вести подготовку документации по менеджменту качества, типовыми методами контроля качества технологических процессов на производственных участках при производстве земляных, бетонных и железобетонных работ;

– приемами организации рабочих мест, их технического оснащения, размещения технологического оборудования;

– навыками контроля за соблюдением технологической дисциплины и условиями обеспечения охраны труда, экологической безопасности при производстве земляных, бетонных и железобетонных работ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Для работы над курсовым проектом студенту выдается утвержденное заведующим кафедрой задание (Приложение 3). Возможно получение заданий по таблице вариантов, приведенной в Приложении 1.

Ширина здания определяется при выполнении курсового проекта путем умножения указанного в задании размера пролета на количество пролетов. Длина здания дана в задании, при этом указан шаг колонн по длине.

В задании также дано значение глубины заложения фундамента, размеры нижней ступени фундамента, указано количество и высота ступеней, внешние размеры подколонника, сечение колонны и глубина стакана. Указывается вид грунта на площадке и дальность перевозки грунта в отвал.

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка выполняется объемом 20–30 страниц текста на стандартных листах (А4). Записка должна содержать необходимые схемы, чертежи, таблицы. Текст рекомендуется печатать на одной стороне листа с соблюдением полей. Все листы должны быть сброшюрованы со сквозной нумерацией страниц.

Графическая часть выполняется на листе формата А1.

Состав пояснительной записки.

Титульный лист с указанием университета, кафедры, названия курсового проекта, фамилии исполнителя, фамилии руководителя проекта, года выполнения (Приложение 2).

Выданное задание, утвержденное заведующим кафедрой и подписанное руководителем проекта, а также студентом, получившим задание.

Содержание с указанием страниц каждого раздела записки. Пример оформления приложения приведен в Приложении 4.

Введение, где дается характеристика курсовой работы. Пример оформления Введения приведен в Приложении 5.

Разработка плана и разреза по фундаментам здания.

Определение вида выемки под фундаменты.

Определение объемов разрабатываемого грунта.

Выбор экскаватора для разработки котлована под фундаменты.

Выбор автосамосвала для транспортировки грунта.

Подбор бульдозера для разработки недобора грунта.

Расчет параметров работы экскаватора с разработкой схемы производства работ при разработке котлована под фундаменты.

Указания по технологии и организации земляных работ при разработке котлована.

Проектирование производства работ по возведению фундаментов.

Выбор крана для подачи бетонной смеси.

Указания по технологии и организации работ по возведению ступенчатых фундаментов.

Выбор машин и механизмов для обратной засыпки и уплотнения грунта.

Указания по технологии и организации работ по обратной засыпке и уплотнению грунта.

Составление калькуляции затрат труда и календарного графика производства работ.

Потребность в материально-технических ресурсах.

Контроль качества и приемка работ.

Охрана труда и окружающей среды.

Технико-экономические показатели разработанного комплексно-го процесса устройства фундаментов.

Список использованной литературы.

ПРИЛОЖЕНИЯ.

Состав графической части.

Графическая часть разрабатывается с использованием представленных в пояснительной записке расчетов по проектированию технологии разработки котлована, возведению фундаментов и обратной засыпки грунта:

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНА

Фрагмент № 1.

Название. Схема производства работ при снятии растительного слоя.

Фрагмент № 2.

Название. Схема производства работ при разработке котлована (или траншей) под фундаменты здания.

Фрагмент № 3.

Название. Схема производства работ по зачистке дна котлована в зоне фундамента.

Фрагмент № 4.

Название. График совместной работы экскаватора и автосамосвалов при отвозке грунта в отвал на расстояние S км.

Фрагмент № 5.

Название. График совместной работы экскаватора и автосамосвалов при отвозке грунта в отвал для обратной засыпки пазух котлована.

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ

Фрагмент № 6.

Название. Опалубка фундамента под колонну.

Фрагмент № 7.

Название. Схема производства работ по возведению фундамента.

Фрагмент № 8.

Название. Схема бетонирования фундамента.

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКЕ И УПЛОТНЕНИЮ ГРУНТА

Фрагмент № 9.

Название. Технологическая схема обратной засыпки и уплотнения грунта.

РАЗРАБОТКА ПЛАНА И РАЗРЕЗА ПО ФУНДАМЕНТАМ ЗДАНИЯ

В пояснительной записке необходимо дать описание фундаментов: подземную часть здания с размерами по осям (приводится длина и ширина здания), привести ширину и количество пролетов, шаг колонн, глубину заложения и размеры фундаментов в плане. Перечислить размеры ступеней и подколонника.

В пояснительной записке необходимо **вычертить план** (рис. 1) и **разрез** по фундаментам здания (рис. 2).

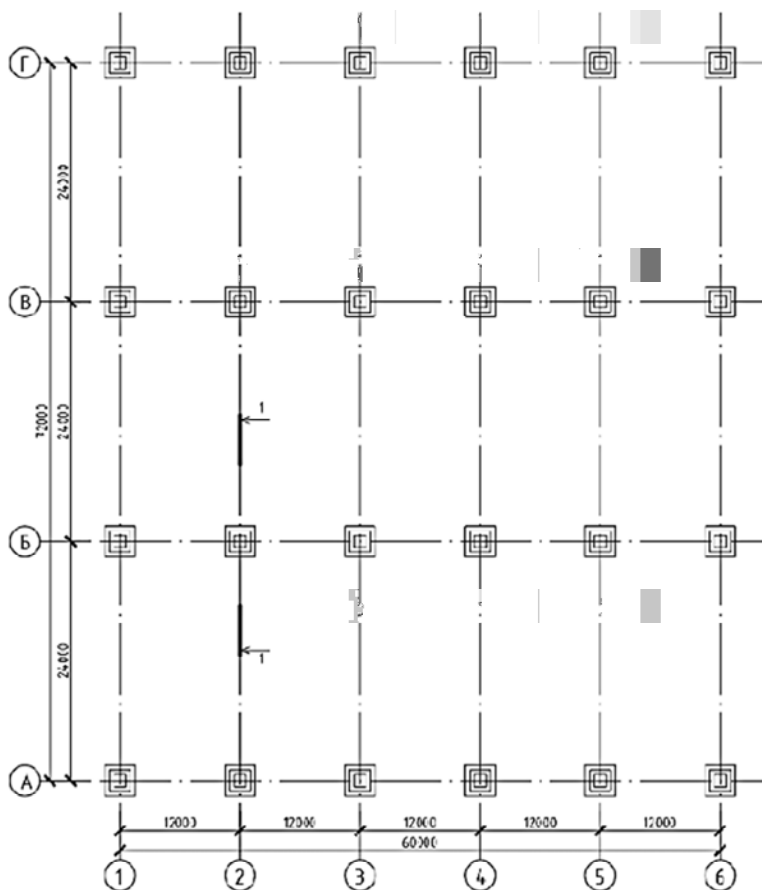


Рис. 1. План фундаментов здания (пример)

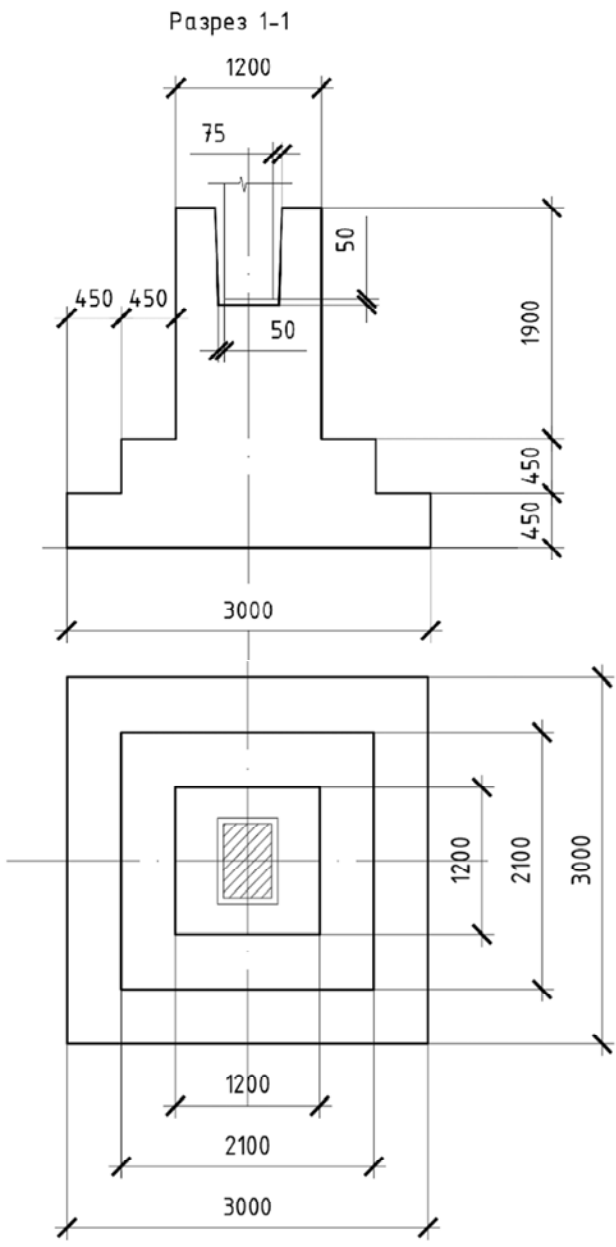


Рис. 2. Разрез по фундаменту здания (пример)

В записке **излагается последовательность определения объема фундамента**. Приводится формула подсчета объема каждой ступени фундамента и подколонника с вычислением результатов. Затем, суммируя все объемы, находится объем фундамента. Приводится формула и вычисляется общий объем всех фундаментов здания (см. **Пример № 1**).

ПРИМЕР № 1. Определить объем двухступенчатого фундамента (без учета объема стакана под колонну).

Исходные данные представлены на рис. 2.

Решение.

Объем каждой ступени определим как объем геометрической фигуры – прямоугольного параллелепипеда.

1. Нижняя ступень:

$$V_{\text{н}} = 3 \cdot 3 \cdot 0,45 = 4,05 \text{ м}^3.$$

2. Верхняя ступень:

$$V_{\text{в}} = 2,1 \cdot 2,1 \cdot 0,45 = 1,99 \text{ м}^3.$$

3. Подколонник:

$$V_{\text{п}} = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,9 = 2,74 \text{ м}^3.$$

4. Искомый объем фундамента:

$$V_{\text{ф}} = 4,05 + 1,99 + 2,74 = 8,78 \text{ м}^3.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ВЫЕМКИ ПОД ФУНДАМЕНТЫ

Определение вида выемки под фундаменты производится по результатам расчета возможности разработки грунта экскаватором и прохода транспортных средств. В курсовом проекте необходимо разработать технологию производства работ по устройству фундаментов промышленного здания с железобетонным каркасом.

Вид выемки под фундаменты зависит от ширины пролетов, так при больших пролетах под фундаменты можно разрабатывать траншеи или котлованы под каждый фундамент. При малых пролетах потребуется разработка общего котлована под здание.

Кроме ширины пролетов на выбор выемки влияет шаг колонн, вид грунта, глубина заложения фундаментов, параметры машин, участвующих в выполнении работ.

Общее расположение фундаментов представлено на плане и разрезе по фундаментам.

Порядок определения вида выемки (общий котлован, траншеи или отдельные котлованы под каждый фундамент) можно разбить на два этапа.

Первый этап. Определим расстояние D между бровками откосов двух выемок. Рассматриваем случай, когда расстояние между центрами выемок равно значению пролета здания.

Для этого необходимо **вычертить разрез по двум фундаментам** на ширину L пролета здания (рис. 4). На разрезе указать размер подошвы фундамента, имеющий большее значения – l_{ϕ} (размер фундамента по направлению пролета, как правило, имеет большее значение). Размеры фундамента в плане приведены в исходных данных курсового проекта.

От края подошвы фундаментов нужно отложить величину $C = 0,6$ м (это расстояние от края фундамента до основания откоса выемки, необходимое для прохода людей, размещения опалубки, выполнения работ по бетонированию и уплотнению бетона, п. 6.1.2 [1]).

Далее на разрезе необходимо показать откосы выемки. Значение горизонтальной проекции откоса a (заложение откоса) определяется по формуле:

$$a = H_{\phi} \cdot m, \text{ м,}$$

где H_{ϕ} – глубина заложения фундамента;

m – коэффициент откоса, назначается с учетом вида грунта и глубины выемки по табл. 1 (Приложение 9, [2]).

Таблица 1

Наибольшая крутизна откосов временных выемок, устраиваемых без креплений в нескальных грунтах выше уровня подземных вод (с учетом капиллярного поднятия воды) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения

| Виды грунтов | Наибольшая крутизна откоса при глубине выемки, м | | |
|------------------------|--|----------|----------|
| | не более | | |
| | 1,5 | 3 | 5 |
| Насыпные неслежавшиеся | 1 : 0,67 | 1 : 1 | 1 : 1,25 |
| Песчаные и гравийные | 1 : 0,5 | 1 : 1 | 1 : 1 |
| Супеси | 1 : 0,25 | 1 : 0,67 | 1 : 0,85 |
| Суглинки | 1 : 0 | 1 : 0,5 | 1 : 0,75 |
| Глины | 1 : 0 | 1 : 0,25 | 1 : 0,5 |
| Лессовые | 1 : 0 | 1 : 0,5 | 1 : 0,5 |

Примечания:

1. Крутизна откоса – отношение высоты откоса к заложению.
2. К насыпным неслежавшимся грунтам относятся грунты с давностью отсыпки до двух лет для песчаных и до пяти лет – для пылеватоглинистых грунтов.

Полученный разрез по ширине пролета представлен на рис. 3.

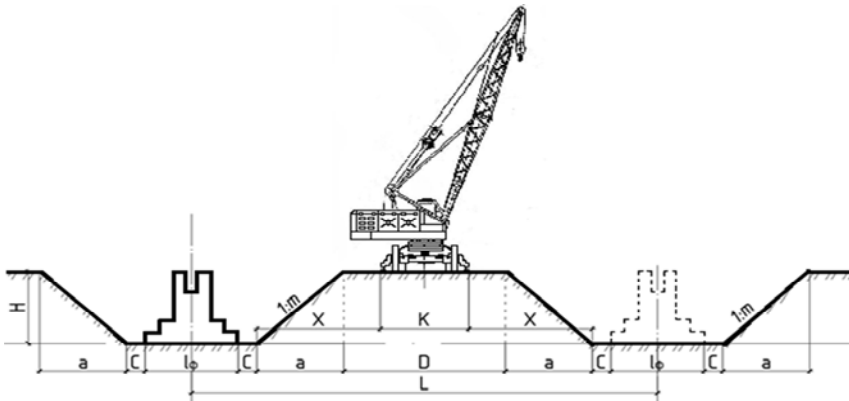


Рис. 3. Определение возможности прохода транспортных средств между отдельными котлованами

Определим расстояние D между бровками откосов двух выемок для оценки возможности прохода техники

$$D = L - 2a - 2C - l_{\phi}, \text{ м.}$$

Аналогично определим расстояние D_1 между бровками откосов двух выемок в перпендикулярном направлении (расстояние между центрами выемок B равно шагу колонн). Используем размер подошвы фундамента b_{ϕ} , имеющий меньшее значение.

$$D_1 = B - 2a - 2C - b_{\phi}, \text{ м.}$$

Второй этап. Проанализируем результаты расчетов.

Первый случай.

1. Полученное значение D является отрицательным или положительным, но менее 1 м.

2. Полученное значение D_1 также является отрицательным или положительным, но менее одного метра.

Вывод. Под все фундаменты здания разрабатывается **общий котлован**. Этот вывод будет характерен для сетки колонн 6×6 , 6×9 , в большинстве случаев и для сетки 6×12 м.

Второй случай.

1. Если значение D больше 4–5 м. В этом случае между выемками возможен проход техники.

2. Второе значение D_1 является отрицательным или положительным, но меньше 1 метра.

3. Для значения D установим, возможен (или невозможен) проход техники при устройстве фундаментов между выемками (для вывоза грунта, для прохода экскаватора, крана, автобетоносмесителя, автобетононасоса и т. д.). Предположим, что наибольшая ширина колеи необходима монтажному крану. Для первоначальных расчетов расстояние между опорами крана назначим $K = 3,5$ м.

По технике безопасности [2] установлено минимальное расстояние $X_{\text{табл}}$ от опор (колес) машины до основания (подошвы) откоса.

В проектируемом пролете определим фактическое расстояние X от опор (колес) машины до основания (подошвы) откоса по формуле:

$$X = (D - K) / 2 + a, \text{ м.}$$

Сравним полученное значение X с $X_{\text{табл}}$ из таблицы 2 (Приложение 7, [2]).

Таблица 2

Минимальные расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины

| Глубина выемки, м | Грунт | | | |
|-------------------|--|------------|-------------|-----------|
| | Песчаный | Супесчаный | Суглинистый | Глинистый |
| | Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины | | | |
| 1 | 1,5 | 1,25 | 1 | 1 |
| 2 | 3 | 2,4 | 2 | 1,5 |
| 3 | 4 | 3,6 | 3,25 | 1,75 |
| 4 | 5 | 4,4 | 4 | 3 |
| 5 | 6 | 5,3 | 4,75 | 3,5 |

Значение $X_{\text{табл}}$ (минимальное расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины) можно определить методом линейной интерполяции (см. Пример № 2).

ПРИМЕР № 2. Определить минимальное расстояние от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины.

Исходные данные:

1. Грунт – песчаный.
2. Глубина выемки $H_{\text{ф}} = 2,8$ м.

Решение.

1. Из методических указаний по таблице 2 «Минимальные расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины» при глубине выемки $X = 2,8$ м для ближайших значений глубин выемки X_1 и X_2 определим соответствующие значения

Y_1 и Y_2 – расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины Y :

$$X_1 = 2 \text{ м} - Y_1 = 3 \text{ м};$$

$$X_2 = 3 \text{ м} - Y_2 = 4 \text{ м}.$$

2. Для функции одной переменной $y = f(x)$ формула линейной интерполяции имеет вид:

$$Y = Y_1 + (Y_2 - Y_1) \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)}.$$

3. Тогда минимальное расстояние от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины Y составит:

$$Y = 3 + (4 - 3) \times (2,8 - 2) / (3 - 2) = 3,8 \text{ м}.$$

В курсовом проекте данное значение обозначается $X_{\text{табл}}$ и сравнивается с расчетной величиной минимального расстояния от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины X .

Если $X_{\text{табл}} \leq X$, **проход техники возможен.**

Вывод. Для устройства фундаментов необходимо разработать **траншеи.** Этот случай характерен при сетке колонн 6×18 , 6×24 , 6×30 (м), в ряде случаев и для сетки 6×12 м.

Третий случай.

1. По результатам расчета значения D сделан вывод о возможности прохода техники.

2. Значение D_1 является положительным, больше 1 метра (между выемками возможен проход рабочих).

Вывод. Под каждой фундамент разрабатываем отдельный котлован. Этот случай характерен при сетке колонн 12×18 , 12×24 , 12×30 (м).

В курсовом проекте излагается обоснование принятого вида выемки под фундаменты с приведением соответствующих расчетов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ГРУНТА

При разработке данного раздела курсового проекта необходимо учитывать не только объемы грунта в естественном плотном состоянии, но и увеличение объемов через коэффициенты первоначального разрыхления (необходимо учитывать при назначении количества самосвалов для вывоза грунта) и остаточного разрыхления (для правильного расчета объема грунта обратной засыпки пазух котлована).

В данном разделе выполняем подсчет объемов грунта, разрабатываемого экскаватором, вывозимого автотранспортом, грунта обратной засыпки. Рассчитываем объем при снятии растительного слоя грунта, зачистки недобора грунта в местах устройства фундамента.

1. Определение срезаемого объема растительного слоя грунта

Толщину срезаемого слоя растительного грунта принимаем 15 см. В реальных условиях зона площадки строительства указывается при проектировании стройгенплана. Предусматривается срезка плодородного растительного слоя грунта, последующая планировка площадки с обеспечением уклонов для отвода атмосферных осадков.

В курсовом проекте размеры площадки строительства примем в пределах габаритов здания (по расстояниям между крайними осями здания в поперечном A и продольном B направлении) с увеличением на одинаковые значения $L = 25$ м во все стороны от габаритов здания.

Определим площадь срезаемого растительного грунта по формуле:

$$S = (A + 2L) \cdot (B + 2L), \text{ м}^2,$$

где A и B – соответственно расстояния между крайними осями здания в поперечном A и продольном B направлении, м;

Объем срезаемого грунта составит:

$$V = S \cdot 0,15, \text{ м}^3.$$

2. Определение объема грунта выемки, разрабатываемой экскаватором

Разработка грунта экскаватором ведется не до проектной отметки низа фундаментов, а с недобором грунта (чтобы исключить возможность нарушения целостности грунта под подошвой фундамента). Толщина недобора h_n должна составлять 100 мм при разработке грунта экскаватором прямой лопата или экскаватором обратной лопата с гидравлическим приводом. Для экскаватора обратная лопата с механическим приводом – 150 мм. Для экскаватора драглайн – 250 мм [1].

Следовательно, экскаватор разрабатывает грунт на глубину:

$$H = H_{\phi} - h_n, \text{ м.}$$

Рассмотрим три случая определения объема выемки под фундаментами.

Первый случай. В курсовом проекте установлено, что будет разрабатываться котлован с откосами под все здание. Расчет начинается с определения размеров котлована понизу a_1 , b_1 и поверху A_1 и B_1 . Значение a_1 (по направлению пролетов здания) определяется по формуле:

$$a_1 = A + 2C + l_{\phi}, \text{ м.}$$

Значение b_1 (по направлению шага колонн) определяется по формуле:

$$b_1 = B + 2C + b_{\phi}, \text{ м,}$$

где A и B – соответственно расстояния между крайними осями здания в поперечном A и продольном B направлении, м;

C – расстояние от края фундамента до основания откоса выемки, м;

l_{ϕ} – размер фундамента по направлению пролета, как правило, имеет большее значение;

b_{ϕ} – размер фундамента, имеющий меньшее значение.

Значение размера котлована поверху A_1 (по направлению пролета здания) определяется по формуле:

$$A_1 = a_1 + 2a, \text{ м.}$$

Значение B_1 определяется по формуле:

$$B_1 = b_1 + 2a, \text{ м,}$$

где a – заложение откоса, м.

Объем котлована рассчитывается по математической формуле усеченной пирамиды:

$$V = \frac{H}{6}(b_1(2a_1 + A_1) + B_1(2A_1 + a_1)), \text{ м}^3,$$

где H – глубина котлована, уменьшенная на величину недобора грунта экскаватором.

Второй случай. Если планируется разработка **отдельного котлована с откосами под каждый фундамент**. Расчет начинается с определения размеров котлована понизу a_1 , b_1 и поверху A_1 и B_1 . Значение a_1 (по направлению пролетов здания) определяется по формуле:

$$a_1 = 2C + l_{\phi}, \text{ м.}$$

Значение b_1 (по направлению шага колонн) определяется по формуле:

$$b_1 = 2C + b_{\phi}, \text{ м.}$$

Значение размера котлована поверху A_1 (по направлению пролета здания) определяется по формуле:

$$A_1 = a_1 + 2a, \text{ м.}$$

Значение B_1 определяется по формуле:

$$B_1 = b_1 + 2a, \text{ м.}$$

Объем одного котлована рассчитывается по математической формуле усеченной пирамиды:

$$V_{\text{к}}^1 = \frac{H}{6} (b_1(2a_1 + A_1) + B_1(2A_1 + a_1)), \text{ м}^3.$$

Общий объем грунта $V_{\text{к}}^{\text{всех}}$ будет вычислен умножением объема грунта одного котлована $V_{\text{к}}^1$ на количество фундаментов $N_{\text{ф}}$:

$$V_{\text{к}}^{\text{всех}} = V_{\text{к}}^1 \cdot N_{\text{ф}}, \text{ м}^3.$$

Третий случай. Если планируется **разработка траншей под фундаменты**, то объем грунта одной траншеи вычисляем по формуле Мурзо (объем призматоида):

$$V_{\text{тр}}^1 = (F_{\text{ср}} + m \left(\frac{H_1 + H_2}{12} \right)^2) \cdot L, \text{ м}^3,$$

где m – коэффициент откоса,

H_1 и H_2 – глубина траншеи в начале и конце участка, м,

$F_{\text{ср}}$ – площадь среднего сечения траншеи на участке длиной L , м^2 :

$$F_{\text{ср}} = (b + mH)H, \text{ м}^2,$$

где b – ширина траншеи понизу, м.

В курсовом проекте уклонами площадки пренебрегаем, поэтому принимаем глубину траншеи одинаковой по всей длине здания.

Чтобы найти общий объем $V_{\text{тр}}^{\text{всех}}$ умножаем объем одной траншеи $V_{\text{тр}}^1$ на количество траншей $N_{\text{тр}}$:

$$V_{\text{тр}}^{\text{всех}} = V_{\text{тр}}^1 \cdot N_{\text{тр}}, \text{ м}^3.$$

3. Определение объема грунта недобора

Разработку недобора грунта в котловане (траншее) можно выполнять бульдозером или вручную. При использовании бульдозера

(недобор грунта, например, 10 см) размер площади разработки L_1 будет равен ширине фундамента с увеличением в обе стороны на 30–50 см.

При разработке недобора грунта в котловане (траншее) вручную (недобор грунта составляет 10 см) – увеличение в обе стороны не менее 10–30 см. Если ширина отвала бульдозера превышает размеры фундамента, то эту ширину примем в расчетах. Длину зоны зачистки L_2 назначим аналогично.

Объем грунта определим умножая длину зоны зачистки на ширину, на толщину слоя недобора и количество фундаментов $N_{\text{ф}}$:

$$V_{\text{подч}} = L_1 \cdot L_2 \cdot 0,10 \cdot N_{\text{ф}}, \text{ м}^3.$$

Аналогично можно рассчитать объем доработки грунта вручную (при зачистке недобора грунта в котлованах, разработанных отдельно под каждый фундамент).

Для разработки недобора в траншеях и в котлованах, разработанных отдельно под каждый фундамент, рекомендуется использовать вместо ручной зачистки одноковшовые экскаваторы, оснащенные планировочными ковшами, зачистным оборудованием или другим специальным оборудованием для планировочных работ, а также экскаваторы-планировщики.

4. Определение объема грунта обратной засыпки

Объем грунта обратной засыпки в плотном состоянии будет равен разности объема котлована (траншей) и объема фундаментов. Однако при обратной засыпке и уплотнении грунта в пазухах котлована, объема грунта потребуется меньше на значение, учитываемое коэффициентом остаточного разрыхления.

Следовательно, объем грунта для обратной засыпки определим, как разницу между общим объемом грунта в плотном состоянии и объемом фундамента с учетом остаточного разрыхления:

$$V_{\text{обр.з.}} = (V - V_{\text{ф общ}}) \cdot \left(1 - \frac{K_{\text{о.р.}}}{100 \%}\right), \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{обр.з.}}$ – фактический объем обратной засыпки, м³;

V – объем грунта в котловане с учетом недобора грунта, м³;

$V_{\text{ф общ}}$ – объем фундаментов в котловане (определяется умножением объема одного фундамента $V_{\text{ф}}$ на количество фундаментов), м³;

$K_{\text{о.р.}}$ – коэффициент остаточного разрыхления грунта, %.

Значения коэффициентов первоначального и остаточного разрыхления принимаем по таблице 3 (Приложение 2 [3]).

Таблица 3

Показатели разрыхления грунтов и пород

| Наименование грунта | Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, % | Остаточное разрыхление грунта, % |
|--------------------------|---|----------------------------------|
| Глина ломовая | 28–32 | 6–9 |
| Глина мягкая жирная | 24–30 | 4–7 |
| Гравийно-галечный грунты | 16–20 | 5–8 |
| Растительный грунт | 20–25 | 3–4 |
| Лес мягкий | 18–24 | 3–6 |
| Лесс твердый | 24–30 | 4–7 |
| Песок | 10–15 | 2–5 |
| Суглинок легкий | 18–24 | 3–6 |
| Суглинок тяжелый | 24–30 | 5–8 |
| Супесь | 12–17 | 3–5 |
| Торф | 24–30 | 8–10 |

5. Определение объема грунта, вывозимого самосвалами

При работе экскаватора часть грунта котлована складировем для обратной засыпки. Определим объем грунта, вывозимого самосвалами и складировемого для обратной засыпки:

$$V_1 = (V - V_{\text{ф общ}}) \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{п.р.}}}{100 \%}\right), \text{ м}^3,$$

где $K_{\text{п.р.}}$ – коэффициент первоначального разрыхления.

Определим объем грунта, вывозимого самосвалами за пределы строительной площадки (расстояние отвозки грунта указано в задании курсового проекта).

$$V_{\text{вывоз.}} = (V_{\text{ф}} + V_{\text{подч}}) \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{п.р.}}}{100\%}\right) + (V - V_{\text{ф}}) \cdot \frac{K_{\text{о.р.}}}{100\%}, \text{ м}^3,$$

где V – объем грунта в котловане с учетом недобора грунта, м^3 ;

$V_{\text{ф}}$ – объем фундаментов в котловане, м^3 ;

$K_{\text{п.р.}}$ и $K_{\text{о.р.}}$ – соответственно коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления.

6. Определение объемов грунта при устройстве съездов в котлованы (въездной траншеи)

Объемы грунта при устройстве съездов в котлованы определяются дополнительно. Ширина их принимается 3,5–4 м при одностороннем движении, 7–8 м при двустороннем движении, назначается уклон съезда в пределах $10\text{--}15^\circ$.

В курсовом проекте для ввода экскаватора в забой и съезда, въезда автомобильного транспорта устраиваем съезд в котлован с уклоном $i = 10\%$ (1 : 10). Ширину траншеи понизу примем 4 м. Схема въездной траншеи представлена на рис. 4.

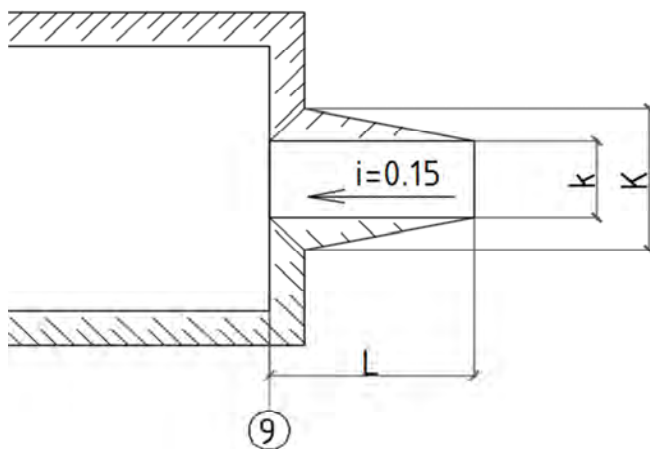


Рис. 4. Схема въездной траншеи

Объем грунта въездной траншеи можно определить по формуле:

$$V_{\text{въезд}} = (2K + k) \cdot H \cdot L / 6, \text{ м}^3,$$

где H – глубина котлована, на которую экскаватор разрабатывает грунт, м;

k – ширина съезда по дну, м;

L – горизонтальная проекция длины съезда, определяется в зависимости от глубины котлована и уклона съезда;

K – ширина траншеи поверху в зоне примыкания въездной траншеи к котловану: $K = k + 2 \cdot H \cdot m$.

m – коэффициент заложения откосов траншеи.

Вычисленный объем грунта съезда в котлован **прибавим к объему грунта котлована.**

ПРИМЕР № 3. Определить объем грунта въездной траншеи.

Исходные данные:

1. Ширина съезда по дну, $k = 4$ м;
2. Коэффициент заложения откосов траншеи, $m = 1$;
3. Глубина котлована $H = 1,7$ м.

Решение.

1. Ширина траншеи поверху в зоне примыкания въездной траншеи к котловану

$$K = k + 2 \cdot H \cdot m = 4 + 2 \cdot 1,7 \cdot 1 = 7,4 \text{ м.}$$

2. Горизонтальная проекция длины съезда, определяется в зависимости от глубины котлована и уклона съезда, т. е. при уклоне 10 % на каждые 10 см глубины котлована горизонтальная проекция длины съезда составляет 100 см (1 м), поэтому

$$L = H / 0,1 = 1,7 / 0,1 = 17 \text{ м.}$$

3. Объем грунта въездной траншеи:

$$V_{\text{въезд}} = (2K + k) \cdot H \cdot L / 6 = (2 \cdot 7,4 + 4) \cdot 1,7 \cdot 17 / 6 = 90,6 \text{ м}^3.$$

7. Определение габаритов отвала грунта обратной засыпки и отвала грунта растительного слоя

Ранее был определен объем грунта V_1 , вывозимого автосамосвалами и складированного для обратной засыпки.

Значительные размеры возводимого здания предполагают складирование грунта для обратной засыпки в отвал с вывозом его с места разработки автосамосвалами. Обратная засыпка пазух котлована также предполагает использование автосамосвалов с погрузкой грунта из отвала погрузчиком или экскаватором.

При проектировании отвала грунта ориентировочно примем его длину L , равной длине здания. Тогда площадь поперечного сечения отвала грунта S определим по формуле:

$$S = V_1 / L, \text{ м}^2.$$

Назначим высоту отвала $H = 1,5$ м (по высоте выгрузки автосамосвала). На рис. 5 представлено трапецевидное сечение отвала.

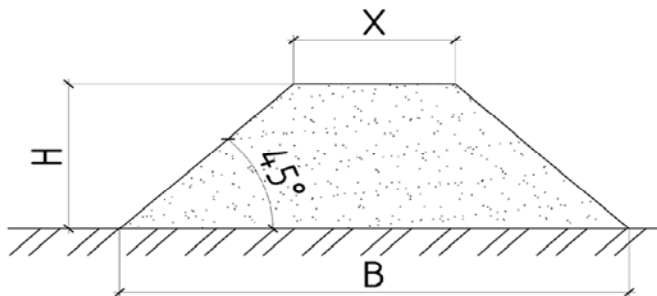


Рис. 5. Трапецевидное сечение отвала.

Для насыпного грунта угол естественного откоса равен 45° . Тогда площадь сечения отвала S будет равна:

$$S = H^2 + H \cdot X, \text{ м}^2,$$

где X – ширина отвала поверху, равная:

$$X = \frac{S - H^2}{H}, \text{ м}.$$

Таким образом, ширина отвала понизу B составит:

$$B = X + 2H, \text{ м.}$$

Аналогично определяются габариты отвала для размещения грунта растительного слоя. При этом, анализируя, во сколько раз объем грунта растительного слоя меньше объема грунта обратной засыпки, во столько раз можно уменьшить назначаемую длину L отвала грунта растительного слоя.

ПРИМЕР № 4. Определить габариты отвала грунта обратной засыпки и отвала грунта растительного слоя

Исходные данные:

Объем грунта обратной засыпки $V_1 = 5094 \text{ м}^3$.

Объем грунта растительного слоя $V_{1p} = 1419 \text{ м}^3$.

Размеры здания в осях – $36 \times 60 \text{ м}$.

Решение.

1. Примем длину L равной длине здания. Тогда площадь поперечного сечения отвала грунта S определим по формуле:

$$S = V_1 / L = 5094 / 60 = 84,9 \text{ м}^2.$$

Находим X – ширина отвала поверху:

$$X = \frac{S - H^2}{H} = \frac{84,9 - 1,5 \cdot 1,5}{1,5} = 55,1 \text{ м.}$$

Ширина такого отвала неприемлема, поэтому планируем складировать грунт по всему периметру площадки строительства, тогда

$$L = 2(A + 2L) + 2(B + 2L) = 2(60 + 2 \cdot 25) + 2(36 + 2 \cdot 25) = 392 \text{ м,}$$

где A и B – соответственно расстояния между крайними осями здания в поперечном A и продольном B направлении, м.

Оставляем зону въезда-выезда 12 м , тогда получим $L = 380 \text{ м}$.

Повторяем расчеты:

$$S = V_1 / L = 5094 / 380 = 13,4 \text{ м}^2,$$

тогда

$$X = \frac{S - H^2}{H} = \frac{13,4 - 2,25}{1,5} = 7,4 \text{ м.}$$

$$B = 7,4 + 1,5 \cdot 2 = 10,4 \text{ м.}$$

Следовательно, по периметру строительной площадки разместим отвал грунта для обратной засыпки шириной 10,4 м и длиной 380 м.

2. Объем растительного грунта в 3–4 раза меньше объема грунта обратной засыпки, поэтому планируем отвал за пределами строительной площадки вдоль одной стороны:

$$L = 60 + 2 \cdot 25 = 110 \text{ м,}$$

$$S = V_1 / L = 1419 / 110 = 12,9 \text{ м}^2,$$

$$X = \frac{S - H^2}{H} = \frac{12,9 - 2,25}{1,5} = 7,1 \text{ м,}$$

$$B = 7,1 + 1,5 \cdot 2 = 10,1 \text{ м.}$$

Следовательно, отвал растительного грунта расположим за пределами строительной площадки вдоль одной стороны шириной 10,1 м и длиной 110 м.

8. Составление сводной ведомости объемов земляных работ

Подсчитанные по пп. 1–7 объемы земляных работ заносятся в сводную ведомость объемов работ (таблица 4).

Сводная ведомость объемов земляных работ

| Наименование работ | Единицы измерения | Объем |
|---|-------------------------------------|-------|
| 1. Снятие растительного слоя | 1000 м ² /м ³ | |
| 2. Разработка котлована экскаватором | 100 м ³ | |
| 3. Транспортировка грунта автомобилями: в отвал для обратной засыпки | 100 м ³ | |
| в отвал излишков грунта | 100 м ³ | |
| 4. Зачистка дна котлована | 100 м ³ | |
| 5. Обратная засыпка пазух | 100 м ³ | |
| 6. Уплотнение грунта засыпки | 100 м ³ | |

ВЫБОР ЭКСКАВАТОРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОТЛОВАНА (ТРАНШЕЙ) ПОД ФУНДАМЕНТЫ

1. Подбор экскаватора по техническим параметрам

Производство земляных работ необходимо выполнять с учетом принципов комплексной механизации всех процессов и проектированием рациональных методов производства работ [4]. На выбор машин для производства земляных работ влияют вид грунта, характер выемки (размеры, глубина выемки, общий объем разрабатываемого грунта), дальность перемещения грунта.

При разработке котлована (траншей) ведущей машиной является экскаватор, для его бесперебойной работы подбирается необходимое количество автосамосвалов.

В комплект машин для разработки выемки включают также бульдозер, который используется для зачистки дна котлована в местах устройства фундаментов, для перемещения и окучевания грунта в зоне действия экскаватора (для удобства погрузки в автосамосвалы). Бульдозер также используется для перемещения и окучевания грунта в зоне формирования отвала грунта для обратной засыпки.

Экскаваторы, в зависимости от характера выемки, вида грунтов, уровня грунтовых вод могут комплектоваться сменным оборудованием – прямая или обратная лопата, драглайн, грейфер. Для других целей сменное оборудование – трамбовка для уплотнения грунта, гидромолот с клином для рыхления мерзлого грунта, дизель-молот для забивки свай, стрела с крюком для подъема грузов.

Экскаваторы выпускаются различной мощности. Чем больше мощность экскаватора, тем больший объем ковша можно использовать и быстрее разработать выемку. С увеличением производительности экскаватора увеличивается и стоимость эксплуатации. Поэтому оптимальный вариант обеспечивает сочетание приемлемых сроков и стоимости.

В курсовом проекте выбор экскаватора **начинаем с подбора емкости ковша**. В таблице 5 приведены рекомендуемые емкости ковша экскаватора в зависимости от объема разрабатываемого грунта.

Таблица 5

Рекомендуемые емкости ковша экскаватора в зависимости от объема разрабатываемого грунта

| Объем грунта в котловане, м ³ | Емкость ковша экскаватора (номинальная), м ³ | Основные параметры экскаватора по ГОСТ 30067-93 | | |
|--|---|---|----------------------|-----|
| | | Размерная группа | Масса экскаватора, т | |
| | | | Свыше | До |
| До 500 | 0,15; 0,18 | 1 | – | 6,3 |
| 500–1500 | 0,25 | 2 | 6,3 | 10 |
| 1500–5000 | 0,47; 0,75; 1,0 | 3 | 10 | 18 |
| 5000–8000 | 1,2; 1,2; 1,5 | 4 | 18 | 32 |
| 8000–12000 | 1,7; 2,4 | 5 | 32 | 50 |

Кроме емкости ковша, выбираем тип ковша экскаватора. Так, для песков и супесей выбираем ковш со сплошной режущей кромкой. Для суглинков и глин – ковш с зубьями.

Далее оцениваем параметры выемки – глубину дна котлована (за вычетом недобора грунта). Так, если глубина будет недостаточной, то при работе экскаватора возможно неполное заполнение ковша, а, следовательно, будет снижение его производительности.

В таблице 6 представлены минимальные глубины выемки, обеспечивающие полное заполнение ковша экскаватора прямой лопатой, в зависимости от емкости ковша.

Следует иметь в виду, что если планируется использовать экскаватор с гидравлическим приводом, оборудованный ковшом обратной лопатой, то для него минимальная глубина разработки не лимитируется, т. к. набор ковша осуществляется его поворотом.

Таблица 6

Наименьшая высота забоя, обеспечивающая заполнение ковша экскаватора с ковшом прямой лопатой

| Рабочее оборудование экскаватора | Группа грунта | Высота забоя м, при емкости ковша экскаватора, м ³ | | | | | |
|----------------------------------|---------------|---|-----|------|-----|------|-----|
| | | 0,25 | 0,4 | 0,65 | 1,0 | 1,25 | 1,6 |
| Прямая лопата | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| | 3 | 2,5 | 2,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| | 4 | 3,0 | 3,5 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |

Ориентируясь на глубину выемки, рекомендуемый объем ковша, вид выемки, предварительно **намечаем два варианта экскаваторов**. Рекомендуется проанализировать 2 вида экскаваторов: с прямой и обратной лопатой или 2 экскаватора с обратной лопатой из соседних размерных групп.

Технические характеристики экскаваторов приведены в соответствующих справочниках, а также в нормативных источниках [5].

Подобрать одноковшовый экскаватор **обратная лопата** с гидравлическим приводом можно, используя таблицу 7.

Подобрать одноковшовый экскаватор **прямая лопата** можно, используя таблицу 8.

Технические характеристики одноковшовых экскаваторов с гидравлическим приводом, оборудованных ковшем обратной лопата

| Показатель | Ед. изм. | Гусеничные | | | | | | | | | Колесные | | |
|---|----------------|-------------|-------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|---------------------------|-------------------|------------|----------------------|------------|
| | | Hyundai R60 | Hyundai R80 | Амкадор 3223 | УМГ Е160С | УМГ Е180С | УМГ Е200С | Амкадор ХС231С | Hyundai R300 LS | Hyundai R360 LS | УМГ 140W | Амкадор EW 140А | УМГ 170W |
| Вместимость ковша (номинальная) | м ³ | 0,18 | 0,25 | 0,47 0,59 0,75 0,95 | 0,55 | 1,0 | 1,1 | 0,6 1,0 | 1,1 1,2 1,34 1,5 | 1,2 1,7 2,4 | 0,32...0,8 | 0,47 0,59 0,75 | 0,36...1,0 |
| Наибольшая глубина копания | м | 3,8 | 4,15 | 4,75 | 5,33 | 6,19 | 6,19 | 6,27 | 7,39 | 7,50 | 5,32 | 4,65 | 5,95 |
| Наибольший радиус копания на уровне стоянки | м | 6,2 | 6,33 | 7,55 | 8,66 | 9,02 | 9,02 | 9,88 | 10,82 | 11,00 | 8,62 | 7,55 | 9,43 |
| Наибольшая высота выгрузки | м | 5,8 | 5,17 | 5,10 | 6,24 | 8,94 | 8,94 | 6,68 | 7,11 | 7,29 | 6,81 | 4,97 | 6,2 |
| Масса экскаватора | т | 5,7 | 7,8 | 15,9 | 17,1 | 20,1 | 21,4 | 23,0 | 29,7 | 36,10 | 13,6 | 15,6 | 16,6 |

Технические характеристики одноковшовых экскаваторов,
оборудованных ковшом прямая лопата*

| Показатель | Ед. изм. | Гусеничные | | | | | | Колесные | | |
|---|----------------|------------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|---------|---------|
| | | ЭО-3122 | ЭО-4123 | ЭО-4121 | ЭО-4125 | ЭО-4224 | ЭО-5124** | ЭО-2621 | ЭО-4321 | ЭО-3323 |
| Вместимость ковша (номинальная) | м ³ | 0,5 | 0,63 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,25 | 0,15 | 0,47 | 0,63 |
| | | 0,63 | 0,8 | 1,0 | 1,25 | 1,25 | 1,6 | 0,25 | 0,59 | 1,2 |
| Наибольшая высота копания | м | 6,70 | 7,60 | 7,70 | 8,20 | 8,40 | 9,60 | 4,80 | 4,65 | 7,66 |
| Наибольший радиус копания на уровне стоянки | м | 6,00 | 7,40 | 7,25 | 5,80 | 6,00 | 8,90 | 4,70 | 7,55 | 6,78 |
| Наибольшая высота выгрузки | м | 3,80 | 4,40 | 5,15 | 5,9 | 4,8 | 5,20 | 3,30 | 4,97 | 4,2 |
| Масса экскаватора | т | 14,5 | 18,6 | 19,9 | 25,4 | 25,9 | 38,6 | 6,1 | 15,6 | 14,0 |

* – в таблице приведены характеристики для экскаваторов с ковшом прямая лопата, унифицированных на
возможность использования ковша как обратная лопата;

** – в ковше предусмотрен узел открытия днища для выгрузки.

Дополнительно определяется радиус выгрузки грунта R_B по формуле:

$$R_B = \sqrt{R_{p,\max}^2 + H_{B,\max}^2}, \text{ м,}$$

где $R_{p,\max}$ – наибольший радиус копания, м;

$H_{B,\max}$ – наибольшая высота выгрузки, м.

На видео YouTube показан пример экскаватора, который может работать ковшом как прямая, так и обратная лопата: <https://www.youtube.com/watch?v=oQtq2inDJjo>.

Заполняется карточка технических характеристик экскаваторов. Первый вариант (пример представлен в таблице 9).

Таблица 9

Экскаватор с гидравлическим приводом,
оборудованный ковшом обратная лопата

| Тип экскаватора | ЭО-3322Б |
|--|-----------|
| Емкость ковша, м ³ | 0,5 |
| Вид ковша | с зубьями |
| Наибольшая глубина копания, м | 4,2 |
| Наибольший радиус копания, м | 7,5 |
| Наибольшая высота выгрузки, м | 4,8 |
| Радиус выгрузки – при наибольшей высоте выгрузки | |

Второй вариант оформляется аналогично.

2. Подбор экскаватора по технико-экономическим параметрам

Сравнение вариантов производства работ предусматривает комплексную оценку и сопоставление технико-экономических показателей. При этом рассчитывается сменная производительность, стоимость разработки единицы объема земляных работ, определяется для каждого варианта значение приведенных затрат. Данная методика излагается при изучении дисциплины «Экономика строительства».

В курсовом проекте выполняем упрощенное технико-экономическое сравнение вариантов. **Выбор ведущей машины (экскаватора)** определяем по **наименьшей стоимости выполнения единицы объема земляных работ $C_{ед}$ и сменной выработке** для первого и второго варианта.

Выбор экскаватора из двух сравниваемых в курсовом проекте осуществляется по наименьшей стоимости выполнения единицы объема земляных работ $C_{ед}$ по формуле:

$$C_{ед} = \frac{C_{г} + C_{см}}{П_{см}} + \frac{\Sigma_{ед}}{V}, \text{ руб.},$$

где $C_{г}$ – приведенная к одной смене работы доля затрат, образующихся от годовых отчислений (амортизационные отчисления и др.);

$C_{см}$ – сменные затраты на содержание обслуживающего персонала, текущий ремонт и износ сменной оснастки, энергетические, смазочные и прочие материалы;

$\Sigma_{ед}$ – суммарные единовременные затраты на перебазирование машины и специальные устройства, руб.;

V – объем разрабатываемого грунта, м³.

При разработке курсового проекта $C_{г}$, $C_{см}$, $\Sigma_{ед}$ принимаются по соответствующим справочникам или усредненные значения этих показателей принимаются по таблице 8 [6].

Таблица 10

Усредненные значения слагаемых стоимости машино-смены
одноковшовых экскаваторов

| Вместимость ковша, м ³ | Слагаемые стоимости машино-смены, руб. | | |
|--------------------------------------|--|----------|---------------|
| | $C_{г}$ | $C_{см}$ | $\Sigma_{ед}$ |
| 0,15 | 8,9 | 14,9 | 13,1 |
| 0,25 | 9,45 | 19,0 | 13,1 |
| 0,4 | 9,7 | 20,2 | 13,1 |
| 0,5 | 13,4 | 21,0 | 25,9 |
| 0,65 | 10,2 | 31,2 | 25,9 |
| 1,0 | 11,8 | 37,8 | 42,7 |

Сменная производительность экскаватора:

$$P_{\text{см,норм}} = \frac{E \cdot T_{\text{см}}}{H_{\text{вр}}}, \text{ м}^3,$$

где E – единица измерения, (для экскаватора – 100 м³) [5];

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, час (8 час);

$H_{\text{вр}}$ – норма времени (машино-час) на выполнение работ [5].

В зависимости от вида экскаватора, емкости ковша, группы грунта, на сменную выработку будет влиять нормативное время работы экскаватора в течение смены – это учитывается коэффициентом $K_{\text{в}}$ использования экскаваторов по времени в смену. Значение коэффициента $K_{\text{в}}$ дано в таблице 11 из приложения 3 [5].

Таблица 11

Коэффициенты использования одноковшовых экскаваторов по времени $K_{\text{в}}$ в смену

| А. Для экскаваторов с механическим управлением | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------|------|------|------|
| Наименование работы и вид оборудования | Вместимость ковша, м ³ | Группа грунта | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| § E2-1-8. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой лопатой | 0,15–1,5 2–4 | 0,71 | 0,75 | 0,76 | 0,78 |
| | | 0,74 | 0,76 | 0,77 | 0,8 |
| § E2-1-10. Разработка грунта в котлованах и траншеях одноковшовыми экскаваторами – драглайн | 0,25–1 | 0,65 | 0,66 | 0,68 | 0,7 |
| § E2-1-11. Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой | 0,15–0,65 | 0,64 | 0,65 | 0,66 | 0,67 |

| Наименование работы и вид оборудования | Вместимость ковша, м ³ | Группа грунта | | | |
|--|-----------------------------------|-------------------------------|------|---------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| § E2-1-13. Разработка грунта в траншеях одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой | 0,15–0,65 | 0,65 | 0,66 | 0,67 | 0,69 |
| Б. Для экскаваторов с гидравлическим управлением | | | | | |
| Наименование работы и вид оборудования | Вместимость ковша, м ³ | Разработка грунта с погрузкой | | | |
| | | в транспортные средства | | навымет | |
| § E2-1-8. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой лопатой | 0,8; 1,6 | 0,72 | | 0,83 | |
| § E2-1-9. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой | 0,4–0,65 | 0,62 | | 0,75 | |
| | 1,25; 1,6 | 0,67 | | 0,78 | |
| § E2-1-11. Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой | 0,25–1 | 0,6 | | 0,73 | |
| | 1,25; 1,6 | 0,63 | | 0,75 | |
| § E2-1-13. Разработка грунта в траншеях одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой | 0,25–1 | 0,65 | | 0,8 | |
| | 1,25; 1,6 | 0,7 | | 0,82 | |

Уточненная сменная производительность для первого экскаватора составит:

$$P_{\text{см}} = P_{\text{см,норм}} \cdot K_{\text{в}}, \text{ м}^3.$$

Для выполнения земляных работ принимаем экскаватор с меньшей стоимостью выполнения единицы объема земляных работ и (или) с большей сменной выработкой.

ВЫБОР АВТОСАМОСВАЛА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУНТА

1. Подбор марки автосамосвала для отвозки грунта при разработке выемки

В курсовом проекте разработка выемки ведется с погрузкой грунта в автосамосвалы. В таблице 12 даны рекомендации по выбору грузоподъемности автосамосвалов в зависимости от емкости ковша и расстояния отвозки грунта, которое указано в задании на курсовой проект.

Таблица 12

Рекомендуемая грузоподъемность автосамосвалов

| Расстояние транспортирования, км | Грузоподъемность автосамосвалов, т, при емкости ковша экскаватора, м ³ | | | | | |
|----------------------------------|---|----------|----------|---------|----------|----------|
| | 0,25–0,4 | 0,4–0,65 | 0,65–0,8 | 0,8–1,0 | 1,0–1,25 | 1,25–1,6 |
| 0,5–1,0 | 6,0 | 6,0 | 7,5 | 7,5 | 10,0 | 10,0 |
| 1,0–2,0 | 6,0 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 10,0 | 14,0 |
| 2,0–4,0 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 10,0 | 14,0 | 14,0 |
| 4,0–8,0 | 7,5 | 7,5 | 10,0 | 10,0 | 14,0 | 20,0 |
| 8,0–16,0 | 7,5 | 10,0 | 14,0 | 14,0 | 20,0 | 20,0 |
| 16,0–30,0 | 10,0 | 10,0 | 14,0 | 14,0 | 20,0 | 25,0 |

Выбрав грузоподъемность, по таблице 13 выбирается марка и эксплуатационные показатели автосамосвала.

Технические характеристики автосамосвалов

| Марка | Грузо-подъемность, т | Емкость кузова, м ³ | Высота до верха кузова, м | Вид разгрузки | Макс. скорость, км/ч | Габариты, м | | |
|-------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------|----------------------|-------------|--------|--------|
| | | | | | | длина | ширина | высота |
| МАЗ-4581N2 | 6,3 | 6,0 | 2,24 | задняя | 85* | 5,83 | 2,55 | 3,03 |
| КАМАЗ-43255 | 7,5 | 6,0 | 2,10 | задняя | 95 | 6,03 | 2,50 | 2,92 |
| МАЗ-5550-С5 | 10,2 | 6,8 | 2,51 | 3-сторонняя | 85* | 6,40 | 2,55 | 3,15 |
| МАЗ-650128 | 21,0 | 12,5 | 2,60 | задняя | 85* | 7,55 | 2,55 | 3,15 |
| КАМАЗ-65111 | 14,0 | 8,2 | 2,48 | задняя | 95 | 7,34 | 2,55 | 3,15 |
| КАМАЗ-65222 | 19,5 | 12,0 | 3,11 | задняя | 90 | 8,42 | 2,54 | 3,39 |
| МАЗ-6516С9 | 28,5 | 21,0 | 3,26 | задняя | 85* | 8,91 | 2,55 | 3,65 |
| МЗКТ-65151 | 25,0 | 16,5 | 3,05 | задняя | 75 | 8,95 | 2,55 | 3,65 |

* – с ограничителем скорости.

Для выбранной марки автосамосвала проверяется возможность погрузки грунта – сопоставляются высота выгрузки грунта экскаватором и высота кузова автосамосвала с добавлением 0,8 м (запас по высоте на возможное заполнение кузова выше бортов):

$$H_{\text{выгр}} \geq H_{\text{кузова}} + 0,8, \text{ м.}$$

Заполняется карточка технических характеристик автосамосвала (пример представлен в таблице 14).

Карточка технических характеристик автосамосвала

| | |
|------------------------------|-------------|
| Тип автосамосвала | МАЗ-5550-С5 |
| Грузоподъемность, т | 10,2 |
| Объем кузова, м ³ | 6,8 |
| Высота автосамосвала, м | 2,51 |
| Ширина автосамосвала, м | 2,55 |

2. Определение количества автосамосвалов для транспортировки грунта

Зная марку и грузоподъемность автосамосвала, необходимо рассчитать количество таких машин, которые должны обеспечить бесперебойную работу ведущей машины – экскаватора на разработке выемки с погрузкой грунта в автосамосвалы.

Определение количества автосамосвалов выполняется в следующей последовательности:

1. Определим **объем грунта в не разрыхленном – плотном состоянии** $V_{гр}$ в ковше экскаватора:

$$V_{гр} = (V_k \cdot K_{нап}) / K_{п.р.}, \text{ м}^3,$$

где V_k – объем ковша;

$K_{нап}$ – коэффициент наполнения ковша (для прямой лопаты принять в пределах от 1 до 1,25, для обратной лопаты – от 0,8 до 1, для драглайна – от 0,9 до 1,15);

$K_{п.р.}$ – коэффициент первоначального разрыхления (см. табл. 3).

2. Находим **массу грунта в ковше** экскаватора q_k :

$$q_k = V_k \cdot \rho_{гр}, \text{ т.}$$

Разные виды грунтов имеют разную объемную массу $\rho_{гр}$ в т/м³. Плотность грунта $\rho_{гр}$ (приложение 1 [3]). В задании на курсовой проект вид грунта указан под номерами:

- 1 – песок – 1,6 т/м³;
- 2 – супесь – 1,65 т/м³;
- 3 – суглинок – 1,7 т/м³;
- 4 – глина – 1,8 т/м³.

3. Определим **количество ковшей грунта n , загружаемых в кузов автосамосвала**, имеющего грузоподъемность Q :

$$n = Q / q_k.$$

4. Определим **объем грунта V (в плотном теле), загружаемый в кузов автосамосвала**:

$$V = V_{гр} \cdot n, \text{ м}^3.$$

5. Определим **время одного цикла работы автосамосвала**, состоящего из времени t_n загрузки грунтом, времени t_r следования до места разгрузки груженого автосамосвала, времени t_p разгрузки, времени t_b возвращения пустого автосамосвала и времени t_m установки под погрузку, разгрузку (маневрирования).

Время одного цикла работы автосамосвала $T_{ц}$:

$$T_{ц} = t_n + t_r + t_p + t_b + t_m, \text{ мин.}$$

Время погрузки можно определить по формуле:

$$t_n = \frac{H_{вр} \cdot V \cdot 60}{E}, \text{ мин.}$$

где E – единица измерения для экскаватора – 100 м³;

$H_{вр}$ – норма машинного времени погрузки экскаватором 100 м³ грунта в автосамосвал [5].

Время следования до места разгрузки груженого автосамосвала:

$$t_r = \frac{L \cdot 60}{v_{ср}}, \text{ мин.}$$

где L – дальность транспортировки грунта, км;

v_{cp} – средняя скорость самосвала в грузе в состоянии, км/ч, принимается по таблице 15.

Таблица 15

Средняя скорость движения автосамосвалов

| Дальность перевозки, км | Средняя скорость движения (км/ч) при грузоподъемности самосвала, т | | |
|-------------------------|--|-------------|---------------|
| | до 2,25 | от 3,5 до 7 | от 10 и более |
| 1 | 20 | 17 | 15 |
| 5 | 24 | 21 | 19 |
| 10 и более | 24 | 21 | 19 |

Время разгрузки t_p можно принять по таблице 16 или назначить ориентировочно от 1 до 2 минут (время увеличивается с увеличением емкости кузова).

Таблица 16

Продолжительность установки под разгрузку и разгрузки автосамосвалов

| Грузоподъемность самосвала, т | Продолжительность, мин | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------|
| | установка под разгрузку | пропуск встречного самосвала | разгрузка |
| 3,5 | 0,6 | 1 | 0,6 |
| 4,5–5 | 0,6 | 1 | 1,0 |
| 7–10 | 0,6 | 1 | 0,8 |
| 25 | 1,0 | 1 | 1,3 |

Время t_B возвращения порожнего автосамосвала:

$$t_B = \frac{L \cdot 60}{v_B}, \text{ мин.}$$

Средняя скорость автосамосвала в порожнем состоянии v_v будет больше скорости автосамосвала в груженом состоянии и может быть принята в интервале 25–30 км/ч (при большой грузоподъемности скорость ниже).

Время маневрирования t_m складывается из времени разворота, подъезда в зону погрузки и зону разгрузки, можно принять по таблице 16 или назначить ориентировочно в интервале 2–3 минуты (при большой грузоподъемности время маневрирования увеличивается).

6. Находим необходимое количество автосамосвалов для транспортировки грунта:

$$N = \frac{T_{ц}}{t_{п}}$$

При разработке выемки ведущей машиной в комплекте является экскаватор, его простои недопустимы и если при расчетах N – дробное число, то возможны 2 варианта:

1. Автосамосвал простаивает в ожидании погрузки, но это время не должно превышать 10 % времени цикла $T_{ц}$.

2. Считаем возможным перевыполнение сменного задания при работе экскаватора до 20 %, поэтому полученное значение N округляем в меньшую сторону до целого числа.

В курсовом проекте **выполняется расчет количества автосамосвалов для 2 случаев:**

1. Для отсыпки грунта в отвал (в пределах площадки строительства), который будет использован для обратной засыпки пазух котлована. Расстояние отвозки грунта в отвал назначается ориентировочно как среднее значение движения от точки загрузки (центральная часть котлована), далее по периметру, по временным дорогам, до центра отвала.

2. Для транспортирования оставшегося грунта за пределы зоны строительства на расстояние, указанное в задании курсового проекта.

3. Построение графика движения автосамосвалов

В графической части курсового проекта строятся **два графика работы автосамосвалов на транспортировке грунта.**

Для этого изображается горизонтально две оси. На нижней оси откладывается время загрузки первого самосвала, наклонно наносится время в пути (до второй оси). На второй оси откладывается время разгрузки и время маневрирования, далее в сторону нижней оси – время возвращения под погрузку и т. д.

В точке окончания погрузки первого самосвала аналогично пунктиром строится график работы второго автосамосвала, затем третьего и т. д. до точки возвращения первого автосамосвала на погрузку.

На рис. 6 показан пример построения графика работы автосамосвалов при транспортировке грунта на 4 км. Аналогично строится график транспортировки грунта в отвал (рис. 7).

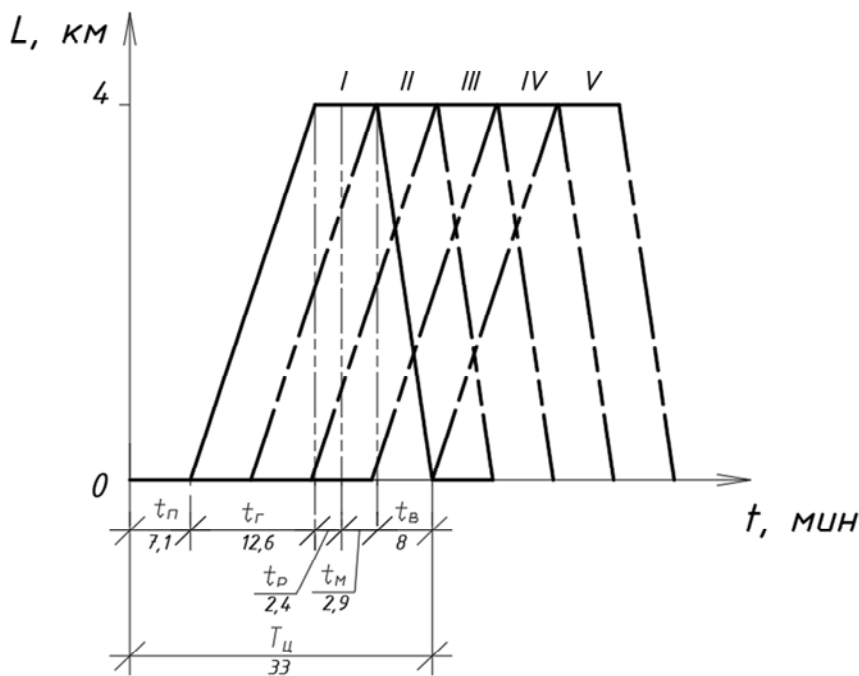


Рис. 6. График работы автосамосвалов при транспортировке грунта на 4 км (пример)

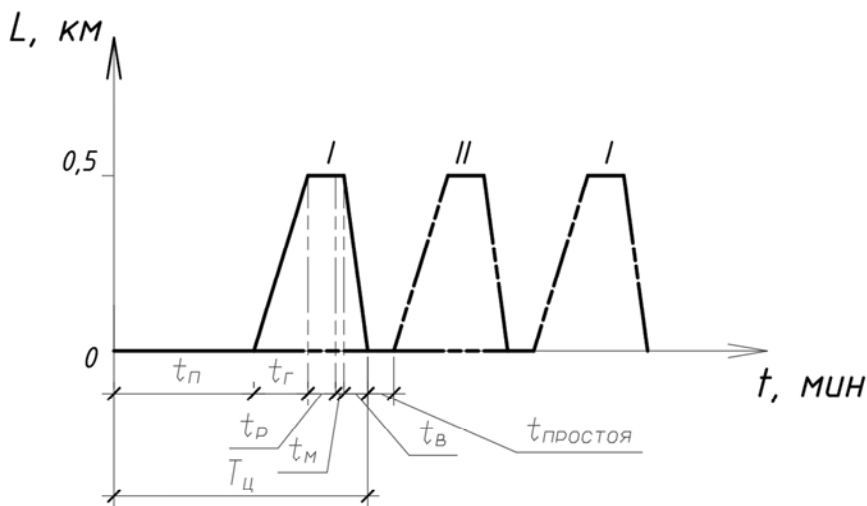


Рис. 7. График работы автосамосвалов при транспортировке грунта на 0,5 км

ПОДБОР БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕДОБОРА ГРУНТА

Разработку недобора можно вести бульдозерами, экскаваторами-планировщиками или вручную. В курсовом проекте для разработки недобора ориентируемся на использование бульдозера, который также будет работать вместе с экскаватором, окучивая и перемещая грунт в зоне действия экскаватора и окучивая отвал грунта для обратной засыпки. После устройства фундаментов бульдозер будет обеспечивать послойную отсыпку грунта обратной засыпки пазух котлована.

Технические характеристики бульдозеров приведены в соответствующей справочной литературе, а также в нормативных источниках [5]. Для подбора бульдозера можно использовать таблицу 17.

Для выполнения землеройно-планировочных работ в строительстве предназначены бульдозеры 3 и 4 тягового класса (мощностью до 96,0 кВт). Бульдозер ДЗ-42Г с неповоротным отвалом и бульдозер ДЗ-42П с поворотным отвалом базируются на гусеничном тракторе тягового класса 3 ДТ-75 (рис. 8).

Технические характеристики гусеничных
и колесных бульдозеров

| Марка бульдозера, изготовитель | Мощность двигателя, кВт | Ширина отвала, м | Высота отвала, м | Масса, т: | | Макс. заглубление отвала ниже опорной поверхности, м |
|--------------------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------|--|
| | | | | Рабоч. оборуд. | Общая | |
| Гусеничные | | | | | | |
| ДЗ-42Г, ВТЗ | 66,0 | 2,56 | 0,8 | 1,07 | 6,91 | 0,20 |
| D3G, Caterpillar | 52,0 | 2,46 | 0,94 | 1,01 | 7,35 | 0,55 |
| D4G, Caterpillar | 60,0 | 2,67 | 1,03 | 1,11 | 7,85 | 0,57 |
| ДЗ-101А, ЧТЗ | 95,5 | 2,80 | 0,99 | 1,70 | 10,15 | 0,35 |
| Беларус 1502-01, МТЗ | 116,0 | 3,63 | 1,24 | 2,60 | 13,9 | 0,50 |
| Колесные | | | | | | |
| ДЗ-133, МТЗ | 60,0 | 2,50 | 0,65 | 0,90 | 5,37 | 0,20 |
| JCB 3СХ | 63,0 | 2,23 | 0,70 | 0,85 | 7,35 | 0,18 |
| Volvo BL71 | 68,0 | 2,35 | 0,70 | 0,95 | 7,75 | 0,16 |
| Амкодор 732 | 81,0 | 2,40 | 0,80 | 1,10 | 9,10 | 0,15 |

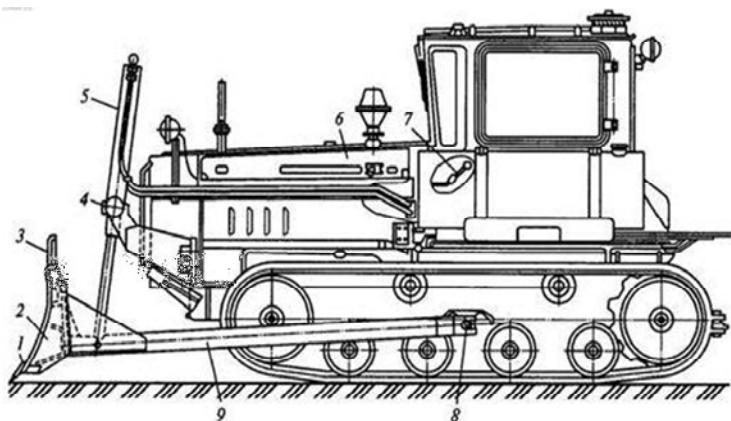


Рис. 8. Бульдозер ДЗ-42Г:

1 – нож; 2 – отвал; 3 – козырек; 4 – кронштейн; 5 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала; 6 – базовый трактор; 7 – рычаг управления гидрораспределителем; 8 – упряжный шарнир; 9 – толкающий брус

Бульдозеры на базе колесных тракторов используют для разработки и перемещения грунтов I и II категорий без предварительного рыхления – при зачистке дна выемок, засыпке траншей, возведения насыпей и других планировочных работах (рис. 9). Более тяжелые грунты должны быть предварительно разрыхлены. На рисунке 10 представлена схема производства работ при выполнении землеройно-планировочных работ бульдозером.



Рис. 9. Средний бульдозер на базе трактора «Кировец»

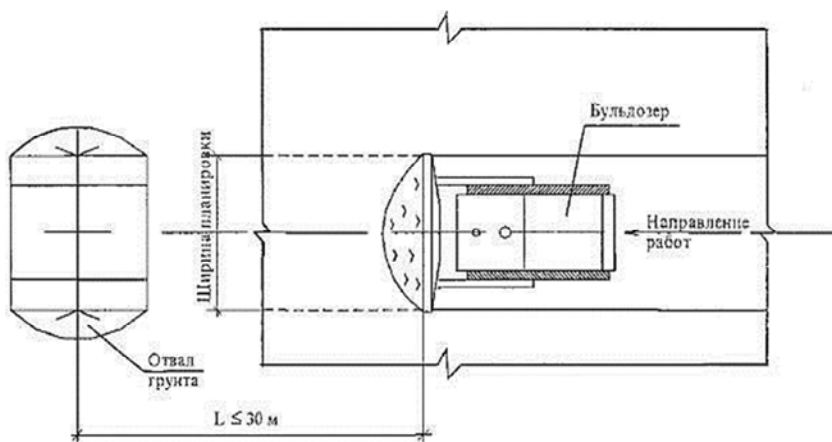


Рис. 10. Схема производства работ при выполнении землеройно-планировочных работ бульдозером

Экономически эффективная дальность перемещения грунта бульдозерами 3 и 4 тягового класса не превышает 50 м, а использование бульдозеров более тяжелого тягового класса экономически не целесообразно.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРА С РАЗРАБОТКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНА (ТРАНШЕЙ) ПОД ФУНДАМЕНТЫ

Для разработки выемки под фундаменты путем сравнения вариантов **выбран оптимальный вариант экскаватора**. Для этого экскаватора определяем технологические решения по разработке грунта – **схему производства работ** (с указанием проходок, их размеров, экскаваторного забоя). Далее представлены расчеты параметров работы для разных видов экскаваторов.

1. Расчет параметров работы экскаватора с прямой лопатой

Разработку котлованов и траншей экскаваторы прямая лопата ведут **лобовыми (торцевыми) и боковыми проходками**. Необходимо **определить вид проходок, их размеры и количество**.

В курсовом проекте ранее уже был **обоснован принятый вид выемки под фундаменты** (котлован под все здания, траншеи или отдельные котлованы под каждой фундамент).

Необходимо определить вид проходки в зависимости от **ширины выемки B (поверху) и наибольшего радиуса резания экскаватора R_{\max}** . При расчете параметров проходки используется понятие оптимальный радиус резания R_p , принимаемый равным 0,8–0,9 наибольшего радиуса резания R_{\max} :

$$R_p = R_{\max} \cdot 0,8-0,9, \text{ м.}$$

Для экскаватора **прямая лопата** выделяют следующие **лобовые проходки**:

1. **Узкие** с односторонней погрузкой грунта в автосамосвалы (значение B находится в пределах 0,8–1,5 R).

2. **Нормальные** с двусторонней погрузкой грунта в автосамосвалы (значение B находится в пределах 1,5–1,8 R).

3. **Широкие** (значение B находится в пределах 2–2,5 R).

4. **Уширенные с перемещением экскаватора поперек котлована** (значение B находится в пределах 2,5–3,5 R).

Если B более 3,5 R – разрабатывается **первая лобовая проходка**, а далее **разрабатывается выемка боковыми проходками**. Эта схема является основной при разработке **сплошного котлована** под все фундаменты.

Экскаватор с прямой лопатой разрабатывает грунт, расположенный выше уровня стоянки впереди себя, погрузка грунта ведется в транспортное средство, находящееся, как правило, на дне выемки.

Экскаваторы с прямой лопатой могут разрабатывать грунт и ниже уровня стоянки, но на незначительную глубину, например, для разработки въездной траншеи в будущий котлован.

На рисунке 11 представлены перечисленные выше схемы разработки грунта экскаватором прямой лопатой в зависимости от ширины траншеи поверху. В курсовом проекте, зная ширину траншеи поверху B и понизу, а также рабочие параметры экскаватора, находим значения R (оптимальный радиус резания). По значениям B и R выбираем вариант схемы разработки траншеи.

Для вычерчивания схемы производства работ потребуется значение радиуса выгрузки R_v (расстояние до оси кузова автосамосвала) и L_n (длина рабочей передвижки экскаватора, принимаемая равной не более 0,75 длины рукояти экскаватора (ориентировочно принимаемая 1,5–2 м или как разность максимального и минимального радиуса резания). Значение L_n также можно принять по таблице 18.

Таблица 18

Длина передвижки экскаватора L_n , м

| Тип оборудования | Вместимость ковша экскаватора, м ³ | | | | | | | |
|----------------------------|---|------|------|------|------|------|-----|-----|
| | 0,15 | 0,25 | 0,40 | 0,65 | 1,0 | 1,25 | 1,6 | 2,5 |
| Прямая лопата | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 2,0 | 2,3 |
| Обратная лопата (драглайн) | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,55 | 1,75 | 2,0 | 2,0 | 2,3 |

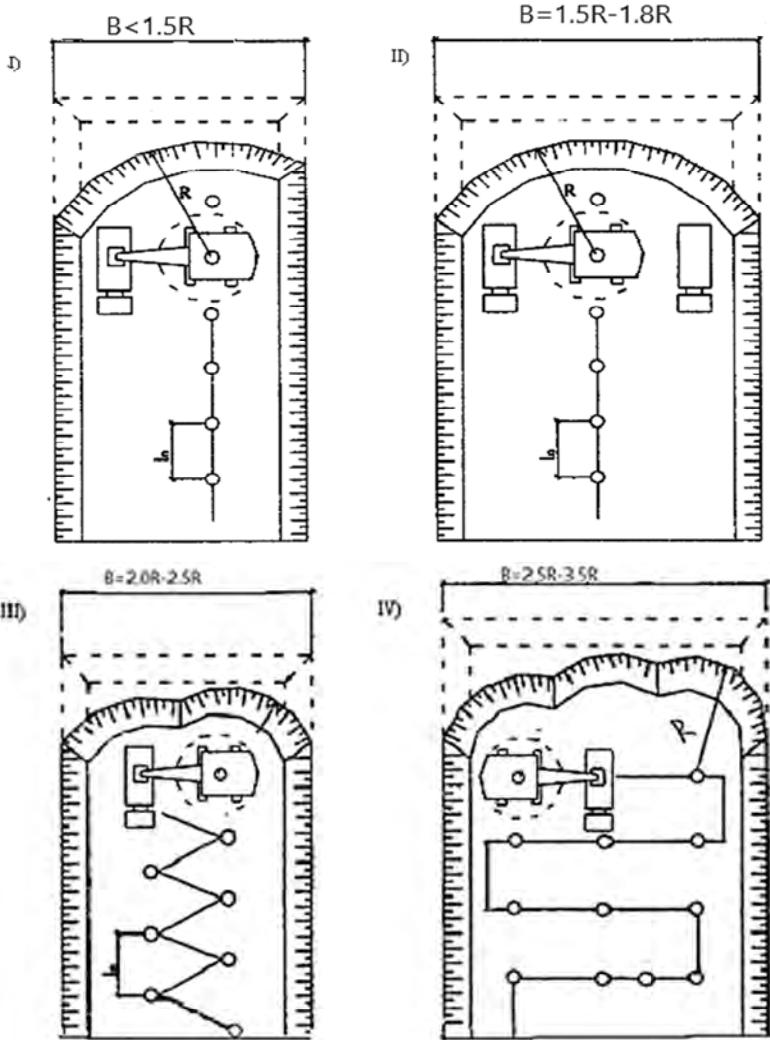


Рис. 11. Схемы разработки грунта экскаватором прямой лопаты в зависимости от ширины траншеи поверху:

- I – лобовая проходка с односторонней погрузкой грунта в автосамосвалы;
- II – лобовая проходка с двусторонней погрузкой грунта в автосамосвалы;
- III – лобовая проходка с перемещением экскаватора по зигзагу; IV – уширенная проходка с перемещением экскаватора поперек выемки; B – ширина выемки поверху, м; R – оптимальный радиус резания, м; l_n – длина рабочей передвижки экскаватора

Если планируется **разработка котлована под все здание**, то наибольшая ширина лобовой проходки $B_{л}$ поверху при расположении транспортных средств в забое и перемещении экскаватора по прямой составит:

$$B_{л} = 2\sqrt{R_p^2 - L_{п}^2},$$

где R_p – оптимальный радиус резания, м;

$L_{п}$ – длина рабочей передвижки экскаватора (см. табл. 18).

После первой лобовой проходки котлован разрабатывается боковыми проходками. На рисунке 12 показана схема разработки котлована начальной лобовой и последующими боковыми проходками.

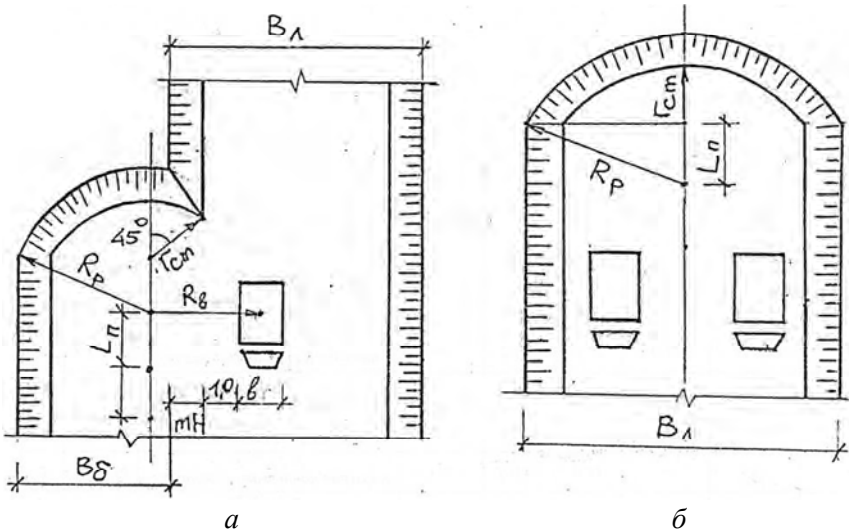


Рис. 12. Схемы разработки котлована экскаватором прямой лопатой боковой (а) и лобовой (б) проходками

Ширина боковой проходки поверху определяется по формуле:

$$B_{б} = \sqrt{R_p^2 - L_{п}^2} + \left(R_{б} - mH - \frac{b}{2} - 1\right), \text{ м,}$$

где R_B – радиус выгрузки в транспортное средство, м;

b – ширина транспортного средства, м;

$r_{ст}$ – минимальный радиус копания на уровне стоянки экскаватора, м;

1,0 м – безопасное расстояние от нижней бровки откоса.

Для лобовых и боковых проходок радиус выгрузки грунта R_B можно определить по формуле:

$$R_B = \sqrt{R_{p,max}^2 - H_{B,max}^2},$$

где $R_{p,max}$ – наибольший радиус копания, м;

$H_{B,max}$ – наибольшая высота выгрузки, м.

2. Расчет параметров работы экскаватора с обратной лопатой и экскаватора драглайн

Если запланировано для разработки выемки использовать экскаватор обратная лопата или драглайн, то в этом случае аналогично выбираем вид торцевой проходки для разработки траншеи по значениям B (ширина траншеи поверху) и R (оптимальный радиус резания).

На рисунке 13 представлены варианты проходок экскаватора обратная лопата (драглайн).

Если экскаватор обратная лопата планируется использовать для рытья котлована под все здание, тогда нужно рассчитать ширину первой лобовой (торцевой) и последующих боковых проходок.

Ширину лобовой проходки поверху $B_{л}$ определяем по формуле:

$$B_{л} = \sqrt{R_p^2 - L_{п}^2} + (R_B - \frac{b}{2} - 1), \text{ м},$$

где R_p – оптимальный радиус резания, м;

$L_{п}$ – длина рабочей передвигки, принимаемая равной не более 0,75 длины рукояти экскаватора (ориентировочно принимаемая 1,5–2 м или как разность максимального и минимального радиуса резания). Значение $L_{п}$ можно принять по таблице 18;

b – ширина колеи транспортных средств (принимается 2,5 м);
 R_b – радиус выгрузки в транспортные средства, м;
 1,0 м – безопасное расстояние от нижней бровки откоса.

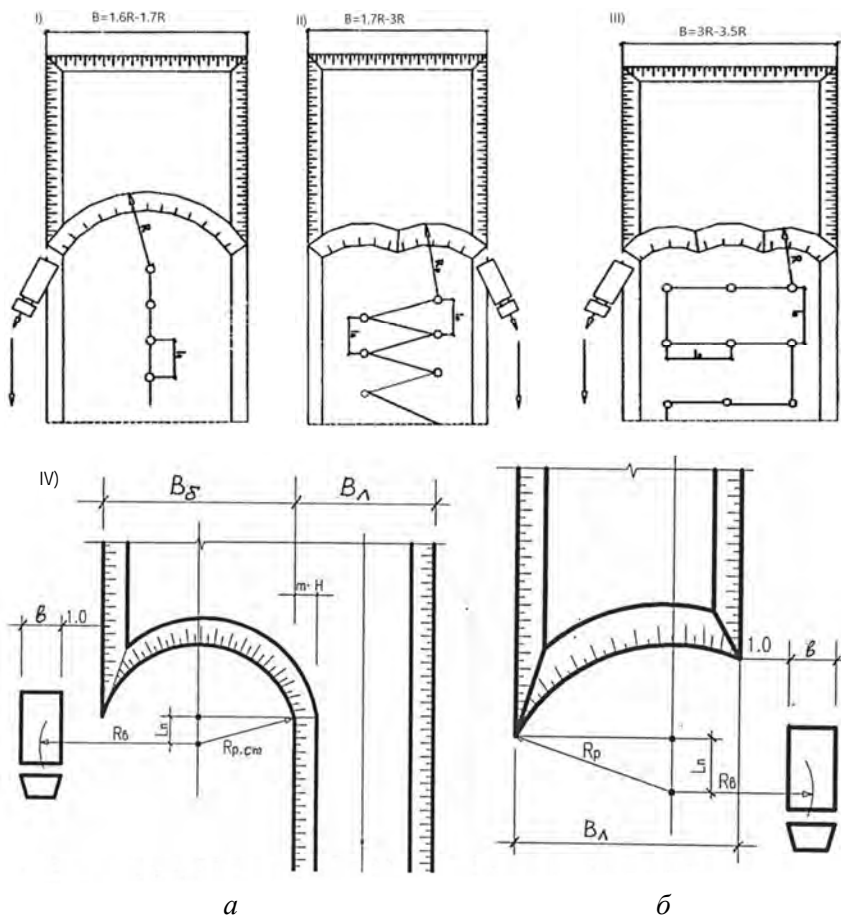


Рис. 13. Разработка котлована экскаватором обратной лопата, драглайн:
 I – лобовая проходка по прямой; II – лобовая проходка по зигзагу; III – лобовая
 уширенная проходка; IV – первая боковая (а) и лобовая (б) проходки

Для лобовых (торцевых) и боковых проходок радиус выгрузки грунта R_b можно определить по формуле:

$$R_B = \sqrt{R_{p,\max}^2 + H_{B,\max}^2}, \text{ м,}$$

где $R_{p,\max}$ – наибольший радиус копания, м;

$H_{B,\max}$ – наибольшая высота выгрузки, м.

Ширину **боковой** проходки поверху определяем по формуле:

$$B_{\sigma} = \left(R_B - \frac{b}{2} - 1\right) + \left(\sqrt{R_{p,\text{ст}}^2 - L_{\text{п}}^2}\right), \text{ м,}$$

где $R_{p,\text{ст}}$ – радиус резания на уровне стоянки экскаватора, величину которого можно принять равной $R_p - m \cdot H$.

Если планируется для разработки выемки использовать **экскаватор драглайн**, то, как и экскаватор, обратная лопата, разработка ведется торцевой и боковыми проходками. Размеры проходок определяют по формулам обратной лопаты. При этом **длина рабочей передвижки принимается равной 1/5 длины стрелы экскаватора.**

Большие радиусы резания и выгрузки грунта драглайном позволяют применять в дополнение к обычным **поперечно-челночную и продольно-челночную** схемы работы, когда погрузка грунта ведется в транспортные средства, расположенные на дне выемки.

РАЗРАБОТКА УКАЗАНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНА (ТРАНШЕЙ)

Данный раздел курсового проекта базируется на ранее выполненных расчетах по подбору машин для комплексной механизации работ, на изучении требований нормативных документов.

Аналогичный раздел входит в состав технологических карт. При дипломном проектировании раздел технологии строительства предполагает разработку 2–3 технологических карт.

Для практического использования разработаны типовые технологические карты, в составе которых содержится раздел «Организация и технология производства работ».

При разработке данного раздела курсового проекта предлагается использовать техническую литературу, нормативные документы

и типовые технологические карты. Типовые технологические карты изучаются, перерабатываются и дополняются при принятии технологических решений по производству работ на объекте, разрабатываемом в курсовом проекте.

НАПОМИНАНИЕ!

*Все использованные источники (учебники, справочники, нормативные документы, технологические карты, интернет-ресурсы и т. д.) необходимо внести в список литературы, который приводится в конце пояснительной записки. Рекомендуется его форматировать сразу – по мере использования новых источников. В пояснительной записке ссылка на использованный источник **приводится при первом его использовании** – например [1]. Здесь 1 – номер источника в списке литературы.*

Технологические решения по разделу земляные работы при разработке котлована (траншей) включают:

- организацию и технологию производства работ по разработке котлована (траншей) экскаватором прямая (обратная) лопата с погрузкой в транспортные средства;
- организацию и технологию производства работ по отвозке грунта в отвал (для обратной засыпки) и в отвал (для излишков грунта);
- организацию и технологию производства работ по зачистке дна котлована.

ПРИМЕР.

Организация и технология производства работ по разработке котлована под фундаменты экскаватором обратная лопата с погрузкой в транспортные средства

1. Общие требования

1.1. Производство земляных работ должно осуществляться с соблюдением действующих строительных норм и правил, государственных стандартов, правил технической эксплуатации, охраны труда, безопасности и других нормативных документов на проектирование, строительство, приемку в эксплуатацию при авторском

надзоре проектной организации, техническом надзоре заказчика, а также государственном контроле надзорных органов.

1.2. Представлены решения по организации и технологии выполнения работ при разработке грунта 2 группы при рытье котлована под фундаменты экскаватором обратная лопата с погрузкой в транспортные средства. Рытье котлована выполняется в грунтах природной плотности и естественной влажности.

1.3. Рытье котлована выполняет машинист экскаватора 6 разряда. Работы выполняются в одну смену, при необходимости с искусственным освещением.

1.4. В состав работ входят:

- установка экскаватора в забой;
- разработка грунта с погрузкой в транспортные средства;
- очистка ковша;
- передвижка экскаватора в процессе работы.

2. Порядок производства работ

2.1. До начала земляных работ необходимо:

- для производства работ иметь письменное разрешение на право производства работ в зоне расположения подземных коммуникаций от организаций, эксплуатирующих эти коммуникации;
- наряд-допуск на производство работ;
- завершить подготовку фронта работ (снятие плодородного почвенного слоя, планировка площадки строительства);
- установить инвентарные здания и сооружения согласно стройгенплану строительной площадки;
- ознакомить участников строительства с проектом производства земляных работ и с правилами безопасности труда под расписку;
- установить по контуру котлована временные реперы, связанные нивелирными ходами с постоянными реперами;
- произвести разбивку на местности контура котлованов от осей здания, нанесенных на обноске способом промеров. Обноска устанавливается на высоте 0,4–0,6 м от земли параллельно основным осям, образующим внешний контур здания, на расстоянии, обеспечивающим неизменность ее положения в процессе строительства;
- на обноску при помощи теодолита с закрепленных на местности осевых знаков перенести оси здания;
- закрепить разбитый контур котлована кольями, между которыми натянуть шнур для указания границы вскрытия котлована.

Все колья или штыри, закрепляющие контурные углы, должны быть отнивелированы;

- оформить актом разбивку котлована с приложением ведомостей реперов и привязок;

- производителю работ на исполнительном чертеже передать машинисту экскаватора схему закрепления осей с расстояниями в натуре между ними и абсолютными отметками знаков.

2.2. Технология производства работ предусматривает следующую последовательность:

- планировка поверхности земли в пределах габарита стройплощадки бульдозером;

- разработка грунта котлована гидравлическим экскаватором (марка), оборудованным ковшом обратной лопата, с погрузкой в автосамосвалы;

- доработка грунта и зачистка основания котлована бульдозером.

2.3. Для обеспечения проектного уклона поверхность земли должна быть спланирована для свободного прохода по ней ходовой части экскаватора. Планировка поверхности земли выполняется бульдозером (марка) для выполнения землеройно-планировочных работ в строительстве на грунтах I–II групп без предварительного рыхления. Более тяжелые грунты должны быть предварительно разрыхлены.

Экономически эффективная дальность перемещения грунта бульдозерами 3 и 4 тягового класса не превосходит 50 м.

При планировке поверхности бульдозером предусматривается срезка грунта растительного слоя или неровностей до 15 см и перемещение грунта на расстояние до 30 м. Планировка ведется полосами, равными ширине отвала бульдозера, при рабочем ходе в одном направлении.

При планировке поверхности земли бульдозером резание и перемещение грунта производится на первой передаче трактора, а возвращение в забой выполняется задним ходом на второй или третьей передачах без разворота бульдозера.

Подъем ножа необходимо совмещать с разгрузкой грунта, а опускание его – с переключением передачи трактора и началом движения бульдозера задним ходом. Совмещение отдельных рабочих операций сокращает продолжительность цикла и повышает производительность бульдозера.

2.4. Разработка грунта котлована производится гидравлическим экскаватором (марка), оборудованным ковшом обратная лопата. Вывоз грунта определяется в строгом соответствии с графиком работы автосамосвалов при транспортировке грунта.

2.5. Размер котлована должен обеспечивать размещение фундаментов и механизированное производство работ по устройству опалубки, армированию, бетонированию и другим работам, выполняемым в котловане, а также возможность перемещения людей в паузах котлована.

Схемы разработки грунта котлована при погрузке в автосамосвал и график работы автосамосвалов при транспортировке грунта показаны в графической части проекта.

2.6. При необходимости передвижения людей в паузах расстояние между поверхностью откоса и боковой поверхностью возводимого в котловане сооружения должно быть в свету не менее 0,6 м.

2.7. При устройстве котлована разработка грунта экскаваторами выполняется проходками, число и размеры которых определены расчетом и представлены на схеме производства работ. Выполняются при разработке котлована лобовая и боковые проходки.

При лобовой проходке ось пути движения экскаватора совпадает с осью земляного сооружения или смещена относительно оси земляного сооружения, но ось экскаватора находится в площади поперечного сечения сооружения, далее разработка ведется боковыми проходками, при которой экскаватор перемещается сбоку сечения котлована вдоль разрабатываемой полосы за пределами призмы обрушения и отрывает боковой и торцевой откосы.

2.8. Выемки в грунтах, меняющих свои свойства под влиянием атмосферных воздействий, необходимо разрабатывать, как правило, до проектной отметки с сохранением природного сложения грунтов основания.

Допускается разработку грунта производить в два этапа: черновая и окончательная, выполняемая непосредственно перед возведением конструкций.

2.9. Разрабатывая грунт экскаваторами указанного типа с ковшом обратная лопата, машинист экскаватора обязан стремиться полностью использовать конструктивные возможности машины и мощность двигателя в данных конкретных условиях.

Резать грунт при наполнении ковша необходимо стружкой наибольшей толщины при максимальных оборотах двигателя, стремясь наполнить ковш с «шапкой» как можно более короткими движениями ковша в грунте. Влажный грунт рекомендуется резать тонкой стружкой, чтобы устранить его налипание, при этом потери времени на резании компенсируются ускорением разгрузки ковша.

Ковш из грунта в забое выводится немедленно после его достаточного наполнения. Во время поворота платформы экскаватора к месту разгрузки ковш поднимается на разгрузочную высоту, а его опорожнение производится в момент, когда он находится над кузовом автосамосвала.

2.10. Доработка недобора грунта до проектной отметки производится с сохранением природного сложения грунтов основания. Доработка грунта в зимнее время производится непосредственно перед устройством фундаментов.

2.11. Восполнение переборов в местах устройства фундаментов и укладки конструкций выполняется местным грунтом с уплотнением до плотности грунта естественного сложения основания или мало сжимаемым грунтом, модуль деформации которого составляет не менее 20 МПа.

2.12. Способ восстановления оснований, нарушенных в результате промерзания, затопления, а также переборов глубиной более 0,5 м, необходимо согласовать с проектной организацией.

2.13. В случае появления грунтовых вод необходимо предусмотреть сток воды по уклону котлована в зумпфы с последующей откачкой насосами.

2.14. В случае обнаружения не указанных в проекте коммуникаций, подземных сооружений или обозначающих их знаков земляные работы должны быть приостановлены, на место работы вызваны представители заказчика и организаций, эксплуатирующих обнаруженные коммуникации, и приняты меры по предохранению обнаруженных подземных устройств от повреждения. При невозможности установления эксплуатирующих организаций следует вызвать представителей местной администрации.

2.15. Производство земляных работ осуществляется в соответствии с СП 5.01.02-2023 «Устройство оснований и фундаментов [1], СН 1.03.04-2020 «Организация строительного производства» [7] и другими нормативными документами.

Аналогично оформляются указания по технологии и организации земляных работ:

2. Организация и технология производства работ по отвозке грунта в отвал (для обратной засыпки) и в отвал (для излишков грунта);

3. Организация и технология производства работ по зачистке дна котлована.

При проработке **типовых технологических карт** необходимо также их использовать для разработки разделов курсового проекта «Схемы производства работ», «Ведомость потребности в машинах и механизмах, технологической оснастке и материалах», «Схемы операционного контроля качества», «Решения по охране труда, промышленной и пожарной безопасности», «Технико-экономические показатели».

РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ (1 ЧАСТЬ) ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНА (ТРАНШЕЙ) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ В ПРЕДЫДУЩИХ РАЗДЕЛАХ

Фрагмент № 1.

Название. Схема производства работ при снятии растительного слоя.

Порядок выполнения.

1. Вычертить габариты площадки. Нанести размеры площадки – размеры здания по осям с увеличением во все стороны на 25 м.

2. Нанести габариты и размеры отвала грунта, где складывается растительный грунт.

3. Нанести последовательность проходов бульдозера и полос снятия растительного слоя (важно показать в конце проходов работающий бульдозер, указать его марку).

Пример изображен на рис. 14.

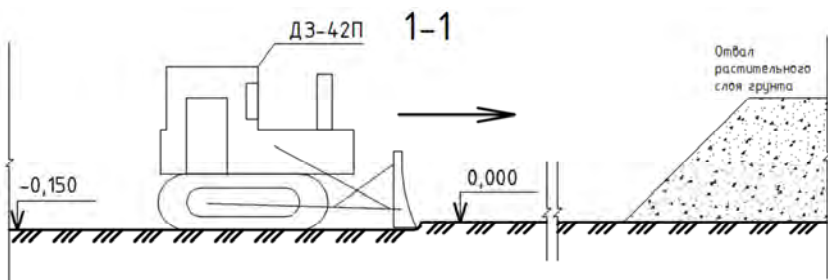
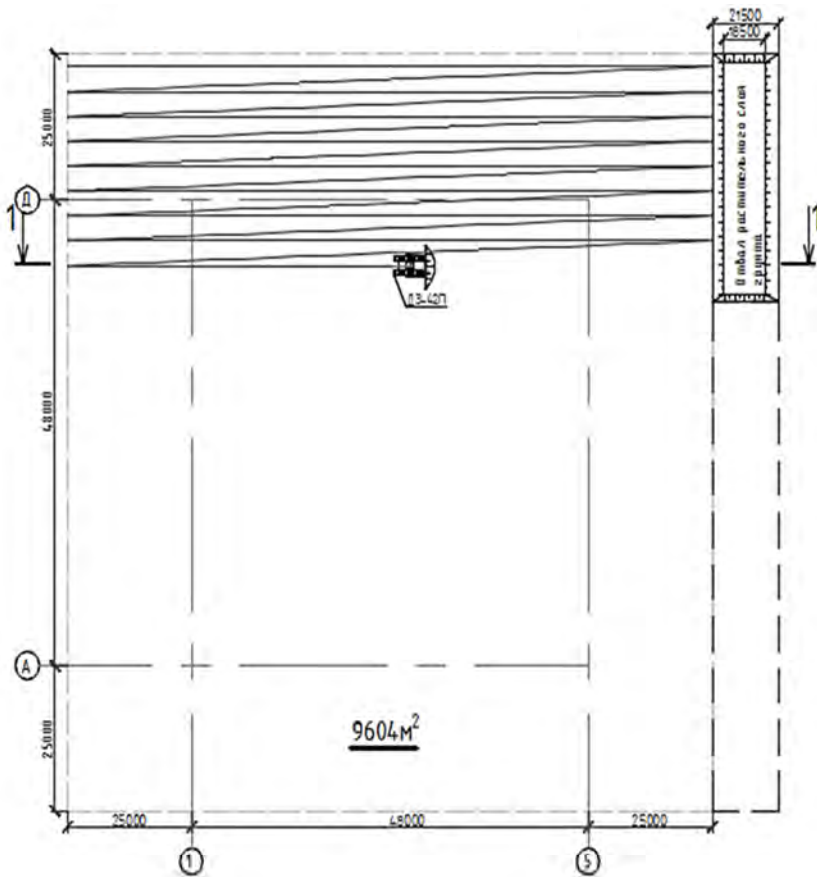


Рис. 14. Схема производства работ при снятии растительного слоя грунта

Фрагмент № 2.

Название. **Схема производства работ при разработке котлована (или траншей) под фундаменты здания.**

Порядок выполнения.

1. Вычертить габариты площадки (см. п. 1 фрагмента № 1). Внутри вычертить сетку здания с нанесением обозначений осей и размеров в осях.

2. Нанести габариты и размеры отвала растительного грунта и отвала грунта для обратной засыпки пазух котлована.

3. Нанести пунктиром габариты котлована (траншей) поверху и понизу, с указанием их размеров.

4. Нанести осевую линию движения экскаватора по проходкам, с указанием флажка начала и флажка окончания работ. Нанести размерную линию и указать ширину каждой проходки. Проходки между собой разделяются пунктирной линией.

5. На первой проходке показать работающий экскаватор и автосамосвал (с привязкой оси движения автосамосвалов).

6. Отдельно вычерчивается фрагмент работы экскаватора на стоянке (из п. 5). Данный фрагмент будет называться **«Экскаваторный забой» с разрезом 1-1.**

В курсовом проекте экскаваторный забой разрабатывается с привязкой к схеме производства работ при разработке котлована (траншеи). Для котлована можно показать 2 экскаватора забоя – для лобовой и для боковой проходок.

В зоне штампа можно разместить перечень «Условные обозначения» (или указывать их к каждой схеме).

*Важно! Ниже приведены **примеры** схем производства работ при разработке котлована, экскаваторных забоев, которые не относятся к курсовому проекту и имеют иллюстративный характер.*

Примеры представлены на рис. 15–18.

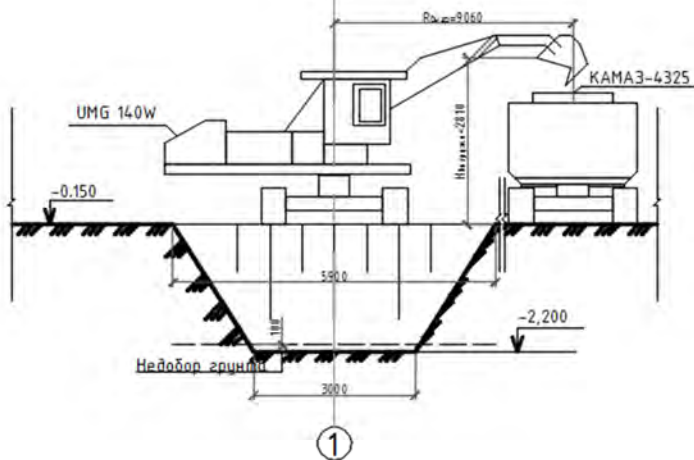
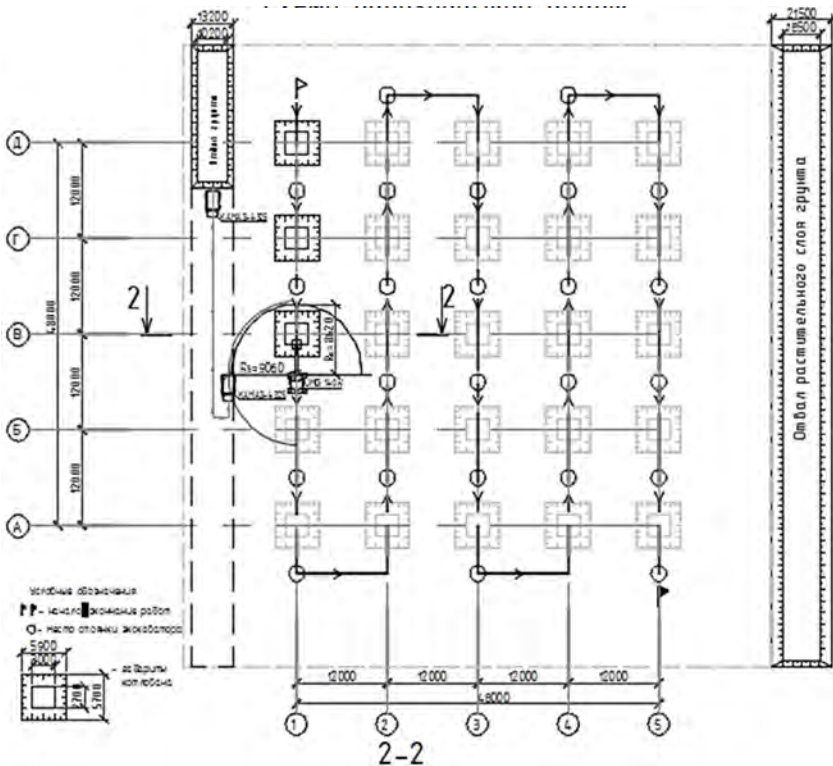
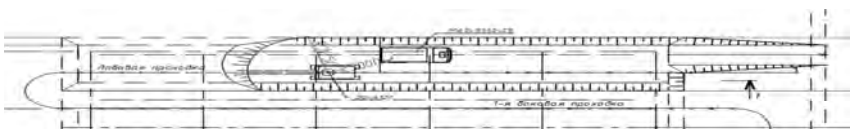
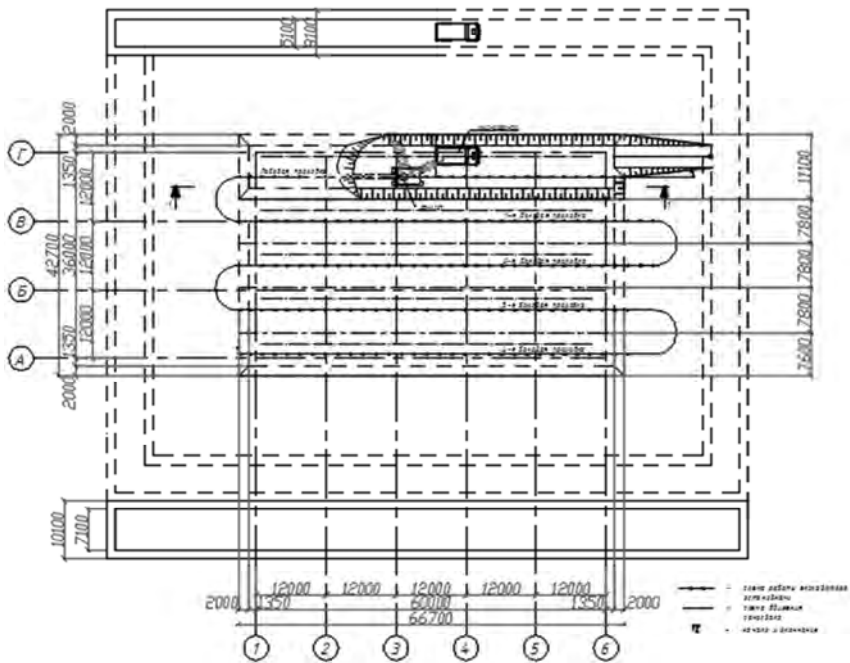


Рис. 15. Схема производства работ



Разрез 1-1

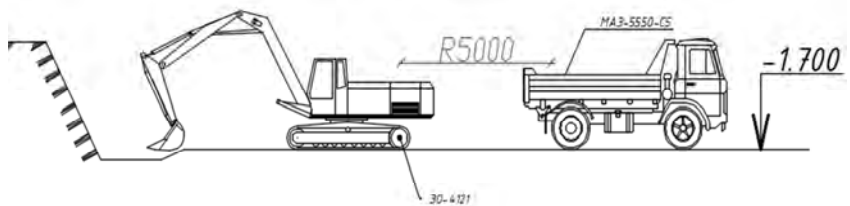
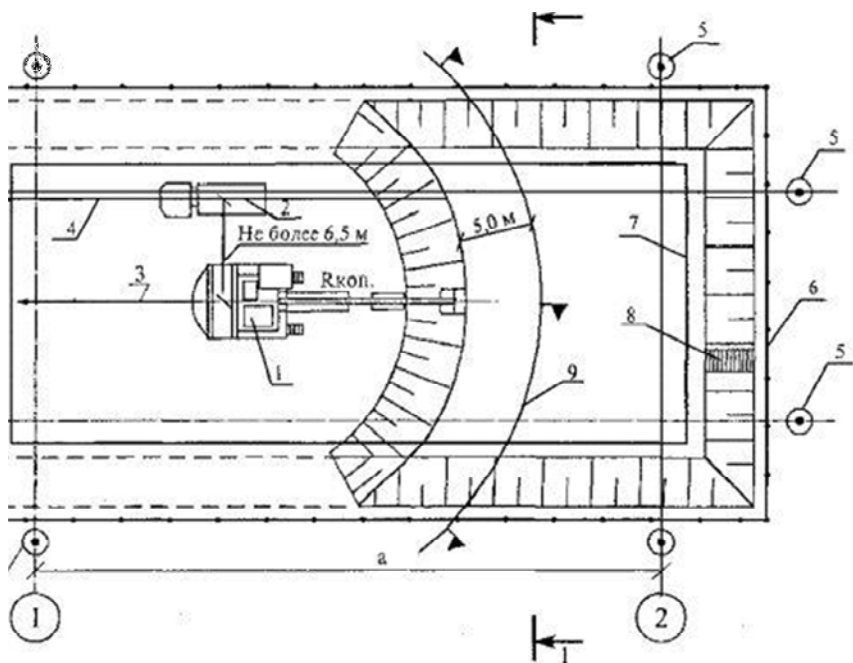


Рис. 16. Схема разработки котлована



1-1

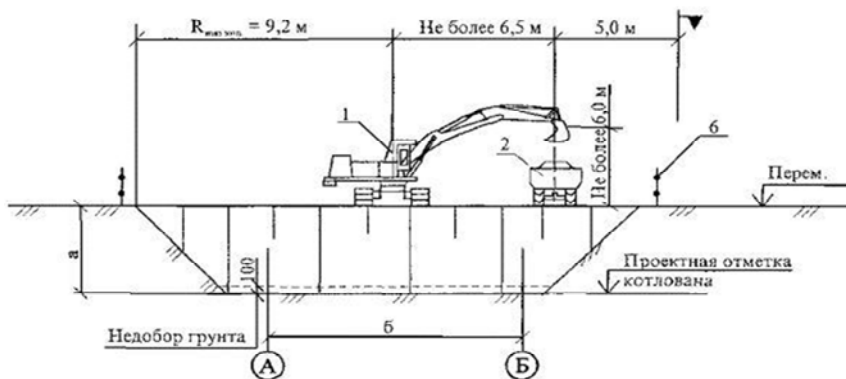


Рис. 17. Торцевой забой экскаватора (пример экскаватора обратной лопаты):
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – рабочий ход экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала; 5 – геодезический знак закрепления осей; б – ограждение котлована; 7 – контур монолитной фундаментной плиты; 8 – лестница для спуска в котлован; 9 – граница опасной зоны

Фрагмент № 3.

Название. Схема производства работ по зачистке дна котлована в зоне фундамента.

Порядок выполнения.

1. Вычертить пунктиром габариты низа фундамента, нанести и обозначить оси фундамента, размеры фундамента.

2. Нанести штрихпунктиром габариты зоны зачистки – увеличение во все стороны, например, по 50 см.

3. Нанести последовательность проходок бульдозера «пила» (см. схему 1, пункт 3), показать в конце проходок работающий бульдозер, указать его марку.

4. Вычертить разрез с указанием толщины снимаемого слоя, марки бульдозера, отвала, куда сдвигается грунт.

Важно! В показанных здесь примерах схемы не относятся к курсовому проекту и приведены в качестве иллюстрации.

Пример приведен на рис. 18.

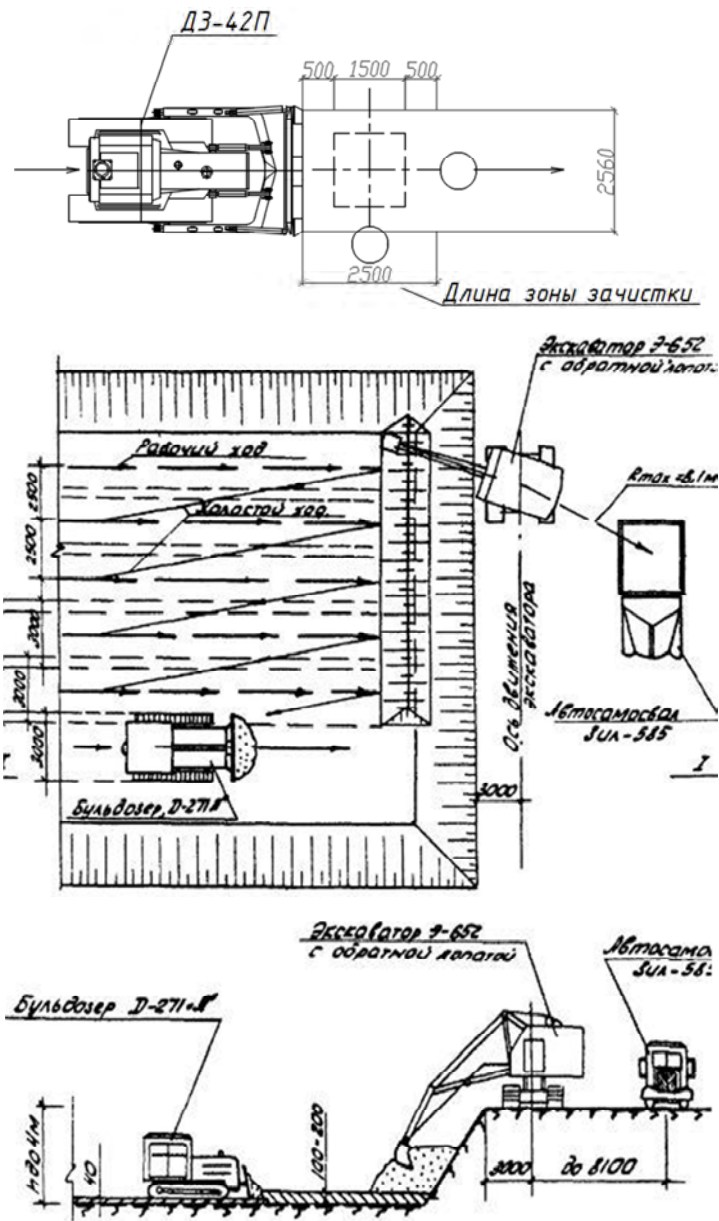


Рис. 18. Схема производства работ по зачистке дна котлована

Фрагмент № 4.

Название. **График совместной работы экскаватора и автосамосвалов при отвозке грунта в отвал на расстояние S км.**

Порядок выполнения.

1. Вычертить график в масштабе по примеру (см. рис. 19).
2. Нанести значения по вертикальной оси – число S в км, по горизонтальной оси значения $t_n = 2,5$ и т. д.

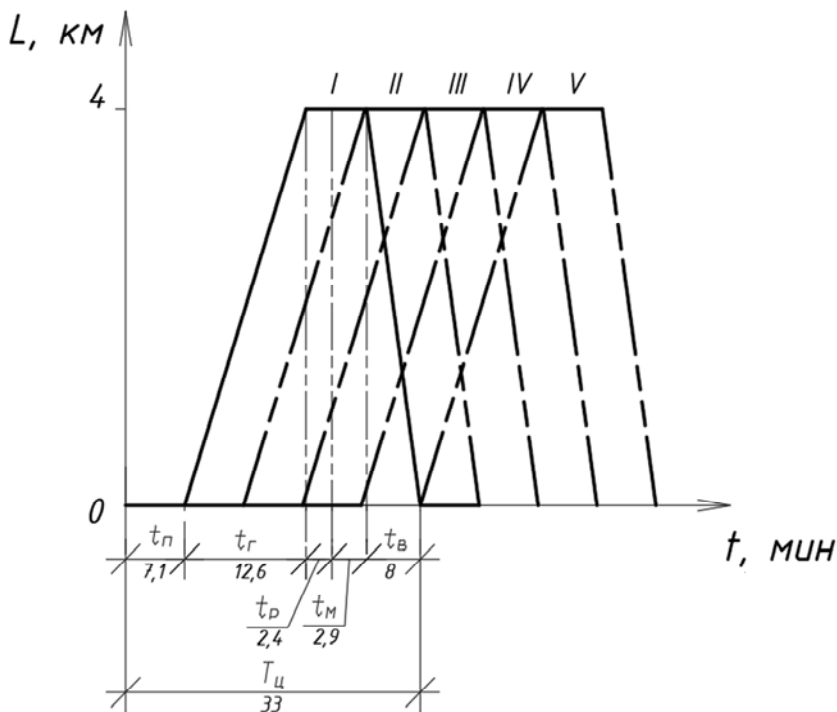


Рис. 19. График совместной работы экскаватора и автосамосвалов при отвозке грунта в отвал на расстояние 4 км

Фрагмент № 5.

Название. **График совместной работы экскаватора и автосамосвалов при отвозке грунта в отвал для обратной засыпки пазух котлована (рис. 20).**

Порядок выполнения – см. порядок выполнения графика для фрагмента № 4.

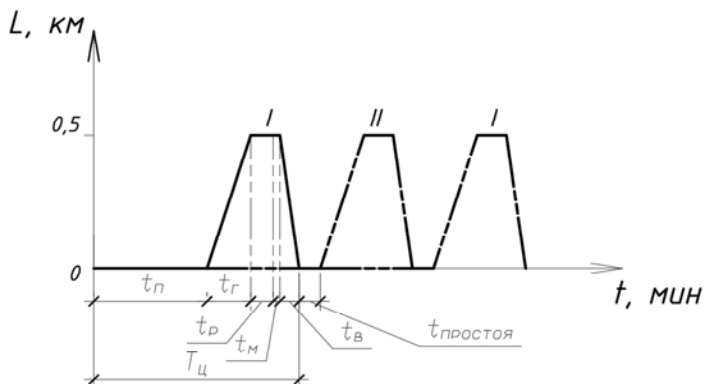


Рис. 20. График совместной работы экскаватора и автосамосвалов при отвозке грунта в отвал для обратной засыпки пазух котлована

Далее приведены примеры схем производства работ при разработке котлована и варианты экскаваторных забоев для их переработки (в случае необходимости) для курсового проекта (рис. 21–25).

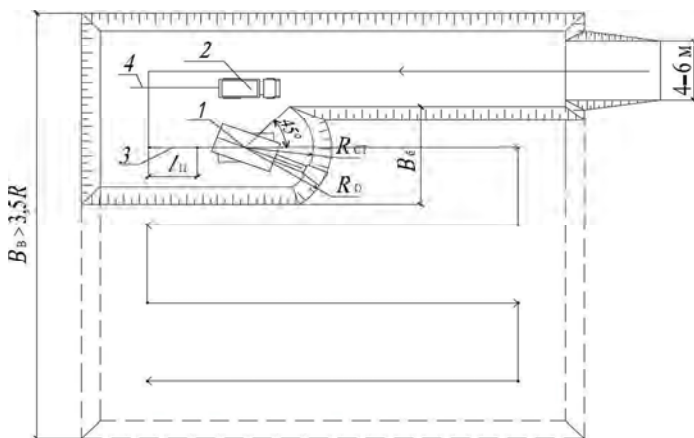


Рис. 21. Схема производства работ

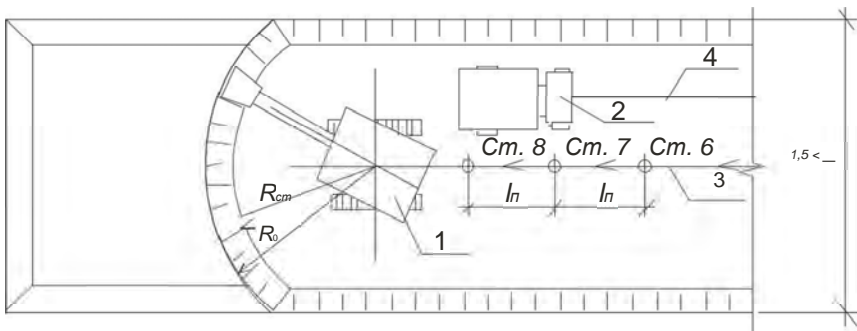


Рис. 22. Лобовой забой экскаватора «прямая лопата»

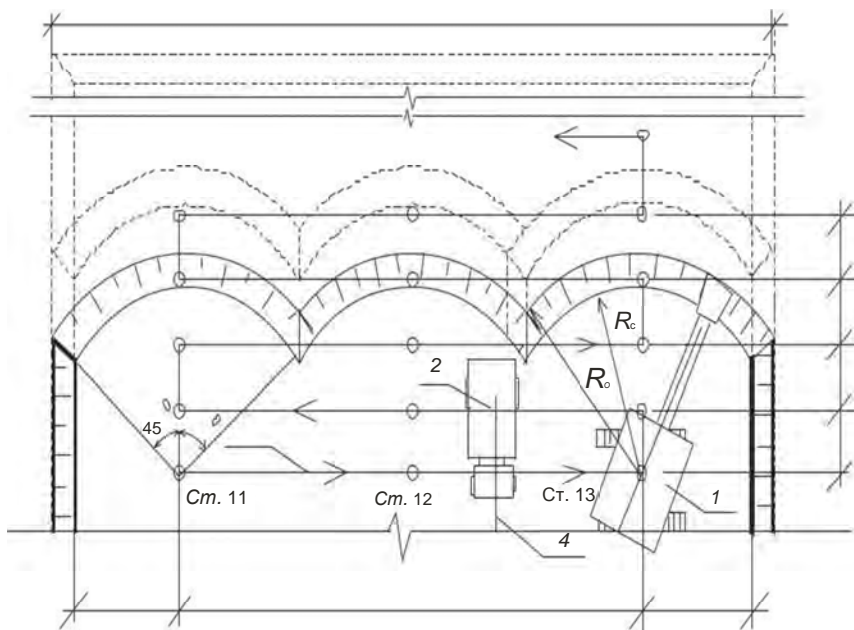


Рис. 23. Поперечно-лобовой забой экскаватора «прямая лопата»:

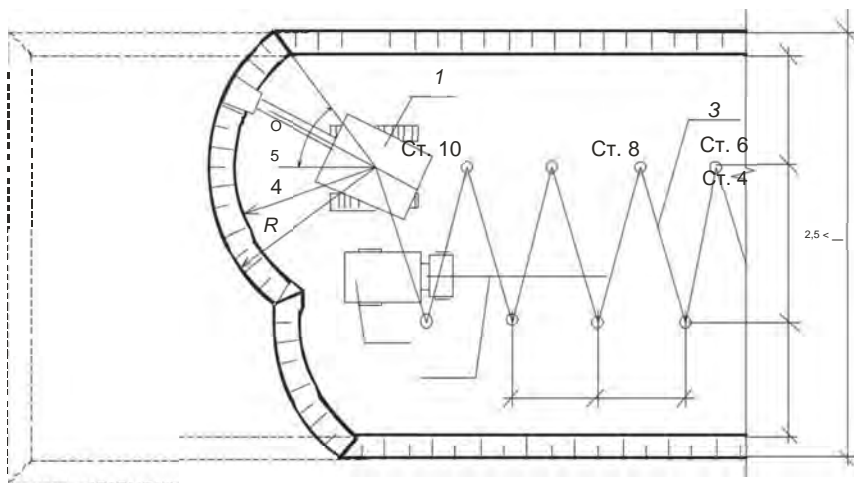


Рис. 24. Уширенный лобовой забой экскаватора «прямая лопата»

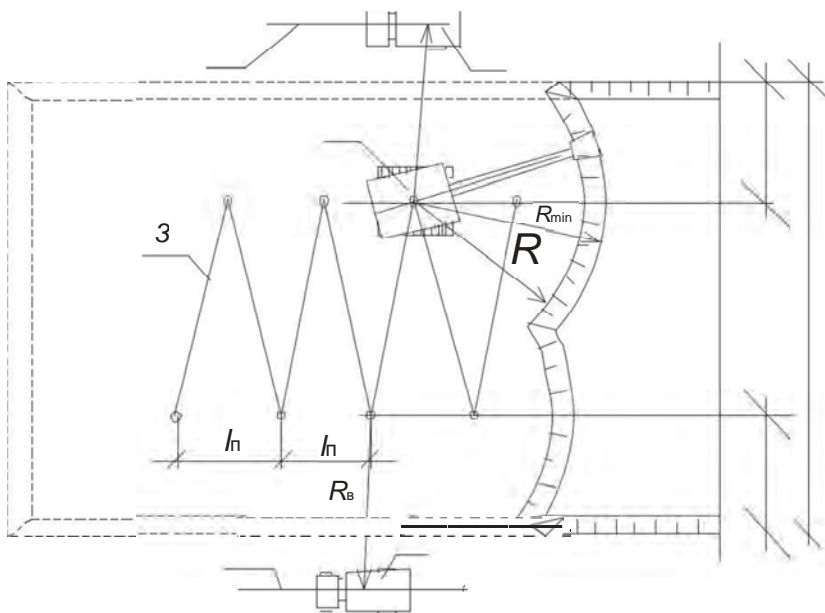


Рис. 25. Уширенный торцевой забой экскаватора «обратная лопата»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ

1. Определение объемов опалубочных, арматурных и бетонных работ

Возведение монолитных железобетонных фундаментов представляет собой комплексный процесс, состоящий из опалубочных, арматурных и бетонных работ. Объемы работ (опалубочных, арматурных и бетонных) определяются в единицах измерения, приведенных в соответствующих сборниках НЗТ (Сборник 4.3) [8].

1.1. Определение объема опалубочных работ

Для опалубочных работ в сборниках НЗТ нормируются работы по сборке, установке и разборке опалубки. **Объем опалубочных работ определяется в м² опалубливаемых боковых поверхностей ступеней, подколонника и стакана фундамента, соприкасающихся с опалубкой.**

Для подсчета площади поверхности фундамента, соприкасающейся с опалубкой, поверхность фундамента разрезают на простые фигуры и вычисляют значения площадей, соприкасающихся с опалубкой. Так, площадь боковых поверхностей каждой ступени можно определить по формуле:

$$F_i = a_i \cdot h_i \cdot 2 + b_i \cdot h_i \cdot 2, \text{ м}^2,$$

где a_i и b_i – размеры i -й ступени фундамента в плане, м;

h_i – высота i -й ступени фундамента, м.

Общую площадь поверхностей, соприкасающихся с бетоном, определим, как сумму отдельных составляющих площадей.

1.2. Определение объема бетонных работ

Под монолитные фундаменты, независимо от вида подстилающих грунтов (кроме скальных), рекомендуется выполнять бетонную подготовку толщиной 100 мм. Размер бетонной подготовки назначают на 100 мм больше (во все стороны), чем размер нижней ступени фундамента (рис. 2б).

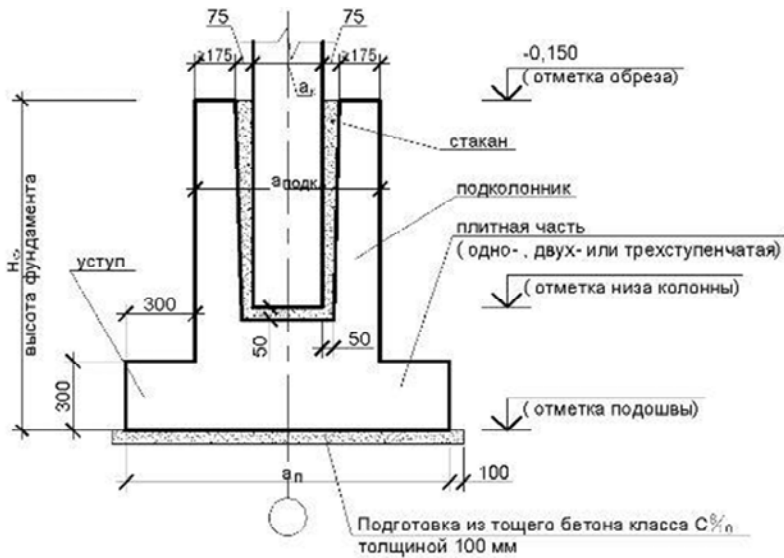


Рис. 26. Монолитный железобетонный фундамент со стаканом под колонну

Объем бетонной подготовки под фундамент можно определить по формуле:

$$V_{п} = (a_1 + 0,2) \cdot (b_1 + 0,2) \cdot h_{п}, \text{ м}^3,$$

где a_1 и b_1 – размеры сторон подошвы фундамента, м;

$h_{п}$ – толщина бетонной подготовки, м.

При определении объема бетона фундамент разрезают на простые геометрические фигуры и определяют параметры всех образующихся прямоугольных параллелепипедов.

Объем стакана определяют как объем усеченной пирамиды. Общий объем бетона фундамента определяют как сумму отдельных составляющих объемов, за вычетом объема стакана:

$$V_{бф} = \sum a_i \cdot b_i \cdot h_i - V_{ст}, \text{ м}^3,$$

где a_i , b_i , h_i – размеры i -й части фундамента, м;

$V_{ст}$ – объем стакана фундамента, м^3 .

Объем стакана фундамента вычисляется по формуле усеченной пирамиды:

$$V_{\text{ст}} = \frac{1}{3}h(S_{\text{н}} + S_{\text{в}} + \sqrt{S_{\text{н}} + S_{\text{в}}}), \text{ м}^3,$$

где $S_{\text{н}}$, $S_{\text{в}}$, h – площади нижней и верхней частей стакана фундамента и его высота.

1.3. Определение объема арматурных работ

Армирование столбчатых фундаментов осуществляют горизонтальными унифицированными стальными сварными сетками и объединенными в каркас вертикальными сетками на всю высоту фундамента (рис. 27). Горизонтальные сетки укладывают по специальным пластмассовым подкладкам, обеспечивающим необходимую толщину защитного слоя бетона.

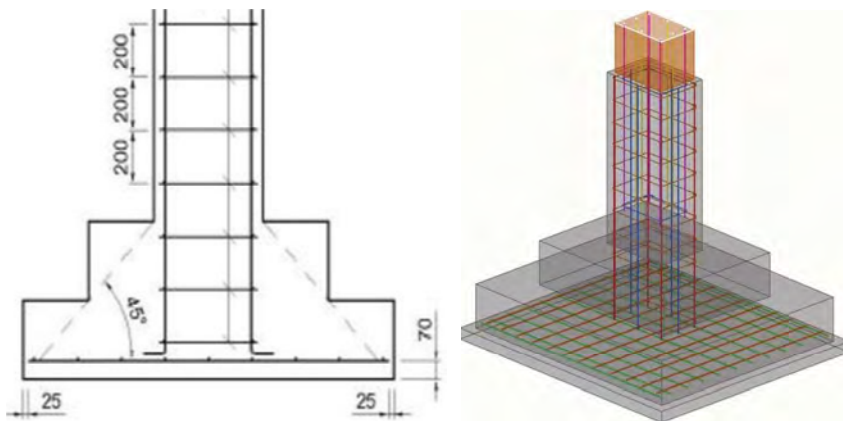


Рис. 27. Армирование столбчатого фундамента (пример)

Расход арматуры на один фундамент можно определить по формуле:

$$G = q \cdot V_{\text{бф}}, \text{ кг},$$

где q – расход арматуры на 1 м³ бетона фундамента, кг/м³;
 $V_{\text{бф}}$ – объем бетона фундамента, м³.

Значение q в курсовом проекте принимаем 10 кг/м^3 (при размерах стороны ступени фундамента до 3 м) и 15 кг/м^3 (при размерах стороны ступени фундамента свыше 3 м).

Из общего найденного расхода арматуры (в кг) выделим вес горизонтальных и вертикальных сеток. Соотношение между горизонтальным и вертикальным армированием, условно принимаем 70 % на горизонтальные сетки – 0,7G и 30 %, на вертикальные – 0,3G.

Количество горизонтальных сеток (в штуках) зависит от размеров сторон нижней ступени фундамента: при размерах стороны ступени фундамента до 3 м армирование производят **одной сеткой** с рабочими стержнями в обоих взаимно перпендикулярных направлениях (диаметр рабочих стержней должен быть не менее 10 мм с шагом 200 мм).

При размерах сторон нижней ступени свыше 3 м армирование осуществляют **четырьмя сетками в два слоя** с рабочими стержнями в обоих взаимно перпендикулярных направлениях (диаметр рабочих стержней должен быть не менее 12 мм с шагом 200 мм, диаметр монтажных стержней – не менее 8 мм при максимальном шаге 600 мм).

Армирование фундамента также может быть выполнено отдельными стержнями с соединением вязальной проволокой или сваркой.

Результаты вычисления объемов работ приводятся в табличной форме (табл. 19).

Таблица 19

Объемы опалубочных, арматурных и бетонных работ

| № п/п | Наименование работ | Ед. изм. | Объем работ | |
|-------|--|------------------|----------------|-------|
| | | | на 1 фундамент | всего |
| 1 | Устройство бетонной подготовки | м^3 | | |
| 2 | Установка опалубки | м^2 | | |
| 3 | Монтаж арматуры: горизонтальных сеток каркасов из вертикальных сеток | шт./кг шт./кг | | |
| 4 | Бетонирование фундаментов | м^3 | | |
| 5 | Снятие опалубки | м^2 | | |

2. Подбор элементов опалубки фундамента

При проектировании производства работ по возведению монолитных фундаментов следует выбрать тип опалубки, произвести ее конструирование с определением потребности в элементах и определением способов их крепления.

Опалубка столбчатого фундамента представляет собой многоступенчатую форму, собранную из отдельных щитов.

Опалубочный блок фундамента представляет собой пространственный элемент опалубки из нескольких плоских и угловых щитов, соединенных крепежными устройствами – «замками». Чаще всего используют клиновые замки, как наиболее простые в установке. Клиновые замки устанавливают в любом месте каркаса щитов.

Для восприятия бокового давления бетонной смеси устанавливают накладные ригели. Ригели накладывают на ребра каркасов смежных щитов и их объединяют с ними с помощью разнообразных болтовых или клиновых соединений.

При конструировании опалубки из мелких щитов в курсовом проекте назначают типоразмеры щитов и определяют их требуемое количество. Раскладку щитов на опалубливаемых поверхностях показывают **на планах отдельных ступеней, подколонника и боковых видах фундамента** (рис. 28). После этого составляют спецификацию потребности элементов опалубки.

Сборку опалубки ступенчатого фундамента (рис. 28) объемом до 15 м³ начинают с нижней ступени. С помощью монтажных уголков 1 и щитов 2 первоначально образуют углы опалубки. Если длина ступени фундамента не кратна длине щитов, то между крайними щитами и монтажными уголками устанавливают элементы добора. Далее ставят остальные смежные щиты 3 опалубочного короба и крепят их между собой пружинными крюками или клеммерами 20.

После этого к щитам каждой стороны короба присоединяют схватки 4 с помощью натяжных крюков 13 с клиновым или винтовым запором (рис. 28, в). При высоте опалубки короба 500–600 мм устанавливаются два ряда схваток.

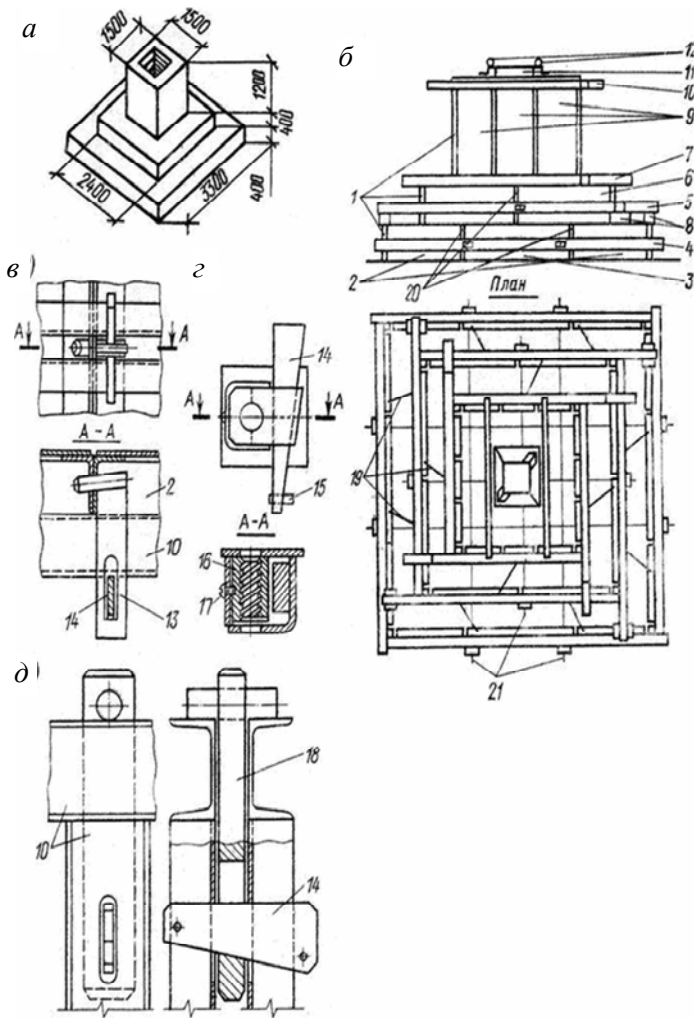


Рис. 28. Пример конструирования мелкощитовой опалубки фундамента:
а – конструкция фундамента; *б* – опалубка; *в* – соединение щитов схватками;
г – замок для крепления тяжей; *д* – угловое соединение схваток; 1 – монтажные
 уголки; 2 – щиты 0,9×0,4 м; 3 – щиты 1,5×0,4 м; 4, 5, 7 и 10 – схватки длиной
 соответственно 3,5; 3,0; 2,5; 2,0 м; 6 – щиты 1,2×0,4 м; 8 – подставки; 9 – щиты
 0,5×1,2 м; 11 – щиты стакана; 12 – угловые блокирующие элементы с монтажными
 петлями; 13 – натяжной крюк; 14 – клин; 15 – фиксатор клина; 16 – неподвижный
 сухарик; 17 – фиксатор сухарика; 18 – чека; 19 – скобы;
 20 – пружинные клеммеры; 21 – тязи

Собранный опалубочный короб нижней ступени рихтуют и ставят в проектное положение. Для предохранения от распора бетоном нижнего края щитов в бетонную подготовку забивают арматурные коротыши с шагом до 1 м. При армировании фундамента в опалубку устанавливают арматурные сетки или каркас.

Для придания коробу требуемой жесткости, согласно расчету, противоположные опалубочные панели соединяют стяжками 21 из арматурной стали периодического профиля диаметром 4–10 мм. При длине ступени более 3000 мм устанавливают не менее двух стяжек на каждую пару панелей. Тяжи пропускают через схватки и закрепляют с помощью замка с клиновидным запором (рис. 28, з).

На верхних ребрах щитов делают разметку опалубочных стен второй ступени и, отступив от рисок на толщину щитов, устанавливают на подставках 8 (доборный элемент схватки $I = 300$ мм) или балках схватки 5 второго короба, которые соединяют друг с другом «в мельницу» (рис. 28, д).

На закрепленные схватки с помощью натяжных крюков навешивают щиты 6 и соединяют их между собой. Собранный опалубочный короб второй ступени рихтуют, выверяют по осям фундамента и окончательно закрепляют. Затем при необходимости устанавливают тяжи.

Для сборки подколонника используют два ряда схваток – внизу и вверху. После установки нижнего ряда схваток 7 монтируют щиты 9 и затем навешивают верхний ряд схваток 10. Опалубку выверяют по осям и закрепляют. Для предохранения от распора верхние кромки щитов соединяют на каждой ступени скобами 19 с шагом до 1 м.

На верхней части короба делают разметку стакана. Опалубка стаканообразователя из листовой стали толщиной 2–4 мм состоит из двух Г-образных стенок 11, соединенных угловыми блокирующими элементами 12. Для подвески и закрепления опалубочного блока стакана на верхнем коробе применяются монтажные уголки 1 и струбцины. При сборке опалубки используются временные рабочие настилы.

Разборку опалубки ступенчатого фундамента производят в обратном порядке. При повторном использовании опалубки и наличии монтажного крана разборку ведут укрупненными панелями размером на одну сторону ступени фундамента. В этом случае после-

дующую сборку опалубки производят уже с использованием укрупненных панелей, что значительно сокращает трудоемкость опалубочных работ.

ПРИМЕР № 1. Разработка опалубочного чертежа монолитного железобетонного двухступенчатого фундамента под колонну сечением $0,6 \times 0,4$ м.

Исходные данные:

1. Размер нижней ступени $2,7 \times 2,4$ м.
2. Размер подколонника $1,2 \times 1,2$ м.
3. Высота фундамента 2,6 м.
4. Высота ступеней 0,3 м.

Решение.

1. Построим план и сечение фундамента. Для этого определим размеры ступеней. Размер нижней ступени задан – $2,7 \times 2,4$ м.

Размер верхней ступени назначим с уменьшением на 0,6 м (кратно модулю 0,3 м), размер составит $2,1 \times 1,8$ м. Определим высоту подколонника ($2,6 - 0,3 \cdot 2 = 2,0$ м). На рис. 29 представлен план и разрез 1-1 фундамента.

2. Выполним сборку опалубки для устройства столбчатого фундамента из элементов опалубочной системы PERI TRIO (см. <https://dwg.ru/dnl/6488> *Скачать Каталог опалубки PERI TRIO. Технические данные.*

Планируем устройство опалубки и бетонирование в два этапа: плитная часть и подколонник. Согласно СН 1.03.01-2019 (п. 7.4.16) [9] допускается устройство рабочих швов по верху плитной части фундамента. Принятое решение позволяет сократить количество применяемых щитов и соединительных элементов, т. к. опалубку подколонника устанавливаем после бетонирования и распалубки опалубки ступеней фундамента.

Используя каталог элементов опалубочной системы PERI TRIO, составим сборки щитов боковых сторон для ступеней и подколонника фундамента с указанием необходимого количества соединительных элементов и элементов креплений щитов опалубки.

2.1. Для нижней ступени (внутренний размер $2,7 \times 2,4$ м) будут использованы два щита длиной 3,3 м (элемент TR/4 330 \times 30) и 2 щита длиной 2,7 м (элемент TR 270 \times 30).

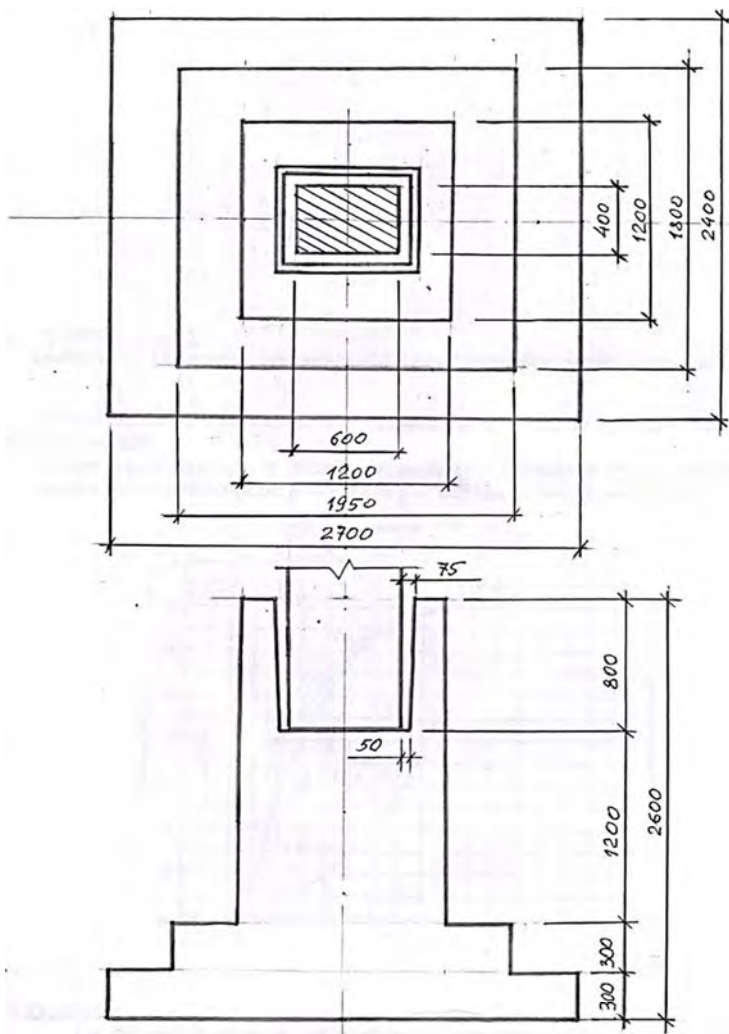


Рис. 29. Столбчатый фундамент под сборный ж/б каркас

Угловые соединения щитов обеспечиваются накладками для фундаментов ТРИО понизу и поверху потребуется 8 накладок.

2.2. Для верхней ступени (внутренний размер $2,1 \times 1,8$ м) длина щитов должна назначаться с учетом опирания на нижний щит. Использование щитов длиной 2,7 м обеспечивает данное условие.

Опалубка верхней ступени будет составлена из 4 щитов длиной 2,7 м (элемент TR 270 × 30).

Угловые соединения щитов также обеспечиваются накладками для фундаментов TRIO понизу и поверху (потребуется 8 накладок).

На рис. 30 представлена опалубка плитной части столбчатого фундамента (рисунки раскладки элементов опалубки выполнены в программе PERI CAD). Спецификация элементов опалубки приведена в табл. 20.

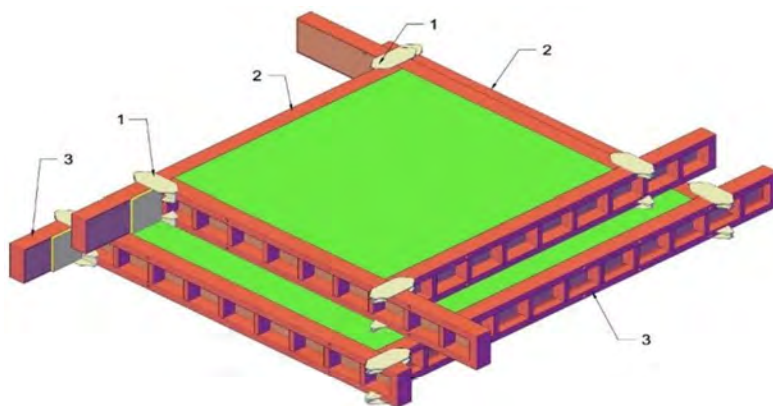


Рис. 30. Плитная часть столбчатого фундамента

2.3. Подколонник (рис. 3.1) (внутренний размер 1,2 × 1,2 м, высота 2 м) собираем из 4-х щитов TR 270 × 60, 2-х щитов TR 270 × 72 и 2-х щитов TR 330 × 72.

Угловые соединения щитов обеспечиваются выпрямляющими замками BFD (поз. 7, рис. 31), устанавливаемыми в зоне плоского соединения щитов (3 шт.) и углового соединения (6 шт.) – потребуется 36 замков. В зоне плоского соединения щитов дополнительно устанавливаются 2 накладки (поз. 6, рис. 31) (ригель выравнивающий TAR 85) (потребуется 8 ригелей).

2.4. Для обеспечения проектного положения опалубки подколонника предусматриваем установку 4 подкосов. Каждый подкос состоит из элементов, показанных на рис. 31: поз. 11–4 шт. (пятка-2 для RS), поз. 12–4 шт. (подкос RS 300), поз. 13–4 шт. (подкос RS 210).

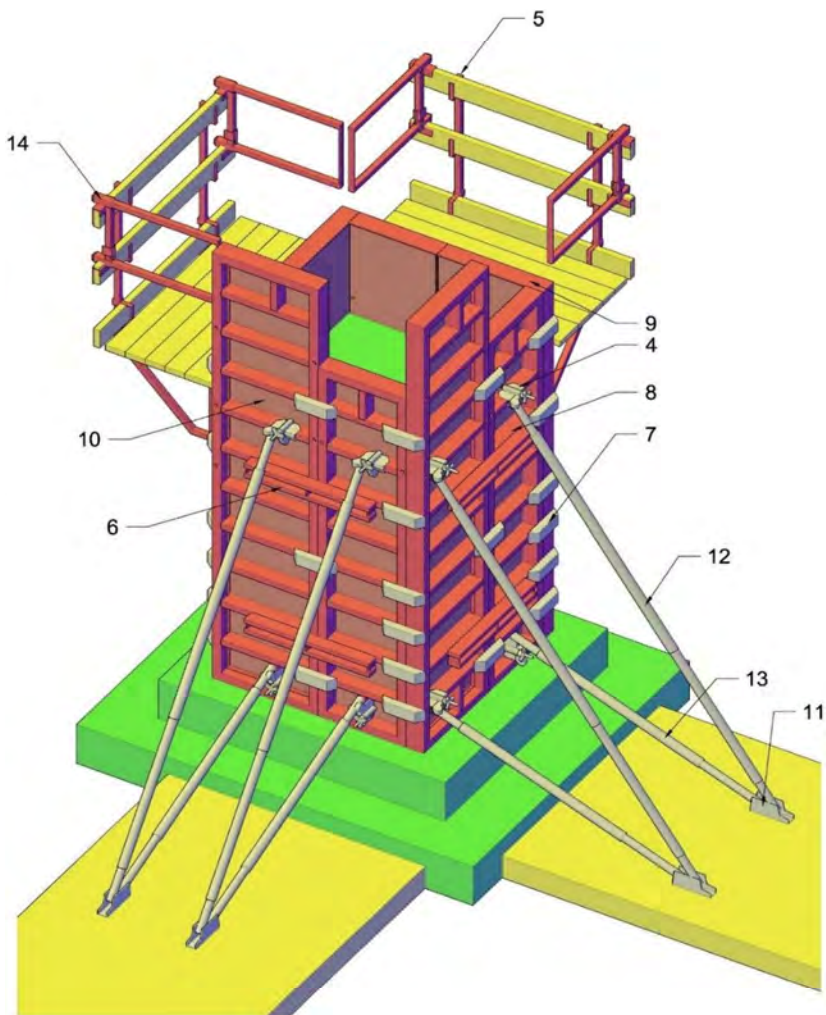


Рис. 31. Подколонник столбчатого фундамента

2.5. Для выполнения работ по бетонированию фундамента предусматриваем навесные площадки на опалубку подколонника, состоящие из элементов, показанных на рис. 31: поз. 4–8 шт. (адаптер ТРИО-подкос, оцинк.), поз. 5–4 шт. (кронштейн лесов TRG 80), поз. 14–4 шт. (FTF-торцевое ограждение).

2.6. В перечне элементов опалубочной системы PERI TRIO нет пустообразователя для формирования стакана фундамента. Для установки опалубки второй ступени плитной части необходимо предусмотреть закладные детали в виде опорных столиков. Для предотвращения смещения опалубки в процессе бетонирования необходимо предусмотреть установку упорных досок.

Считаем, что эти элементы (пустообразователи, упорные доски, опорные столики) изготавливаются силами строительной организации или под заказ и поставляются на строительную площадку до начала производства работ. Данные индивидуальные изделия не включены в спецификацию элементов опалубки.

3. Составляем опалубочный чертеж – план и 2 вида фундамента (с двух сторон) А и В – см. рис. 11 (пример). Опалубочный чертеж представляется на листе графической части курсового проекта.

Возможно представление опалубочного чертежа по аналогии с рис. 30, рис. 31.

4. Составляем спецификацию элементов опалубки (табл. 20).

Таблица 20

Спецификация элементов опалубки фундамента*

| № п/п | Арт. № | Наименование | Ед. изм. | Кол-во |
|-------|--------|--------------------------------|----------|--------|
| 1 | 323800 | Накладка для фундаментов TRIO | шт. | 16 |
| 2 | 322530 | Элемент TR 270 × 30 | шт. | 6 |
| 3 | 354334 | Элемент TR/4 330 × 30 | шт. | 2 |
| 4 | 323660 | Адаптер TRIO-подкос, оцинк. | шт. | 8 |
| 5 | 323670 | Кронштейн лесов TRG 80 | шт. | 4 |
| 6 | 323550 | Ригель выравнивающий TAR 85 | шт. | 8 |
| 7 | 323500 | Замок выпрямляющий BFD, оцинк. | шт. | 37 |
| 8 | 322550 | Элемент TR 270 × 60 | шт. | 4 |
| 9 | 322530 | Элемент TR 270 × 72 | шт. | 2 |
| 10 | 354334 | Элемент TR/4 330 × 72 | шт. | 2 |
| 11 | 417343 | Пятка-2 для RS | шт. | 4 |
| 12 | 417467 | Подкос RS 300 | шт. | 4 |
| 13 | 417466 | Подкос RS 210 | шт. | 4 |
| 14 | 404018 | FTF-Торцевое ограждение | шт. | 4 |

* – упорные доски, опорные столики и пустообразователи для формирования стакана в подколоннике в спецификацию не включены.

ПРИМЕР № 2. Разработка опалубочного чертежа монолитного железобетонного трехступенчатого фундамента под колонну $0,8 \times 0,4$ м.

Исходные данные:

1. Размер нижней ступени $3,6 \times 3$ м.
2. Размер подколонника $1,5 \times 1,2$ м.
3. Высота фундамента 3 м.
4. Высота ступеней 0,3 м.

Решение.

1. Построим план и сечение фундамента. Для этого вычислим размеры ступеней. Размер нижней ступени задан – $3,6 \times 3$ м.

Размер средней ступени назначим с уменьшением на 0,6 м (кратно модулю 0,3 м), размер составит $3 \times 2,4$ м. Размер верхней ступени назначим с разницей 0,6 м и 0,9 м (кратно модулю 0,3 м), чтобы затем с разницей 0,6 м выйти на размер подколонника $1,5 \times 1,2$ м. Размер верхней ступени составит $2,1 \times 1,8$ м. Определим высоту подколонника ($3 - 0,3 \times 3 = 2,1$ м). На рис. 32 представлен план и разрез 1-1 фундамента.

2. Используя каталог элементов опалубки Модостр, составим сборки щитов боковых сторон для ступеней и подколонника фундамента.

В данной опалубке предлагается 2 размера щитов – 1,2 и 1,5 м. Комбинации данных щитов обеспечивают получение сборок щитов следующих размеров:

$$A = 1,2 + 1,5 + 1,2 = 3,9 \text{ м.}$$

$$B = 1,2 + 1,2 + 1,2 = 3,6 \text{ м.}$$

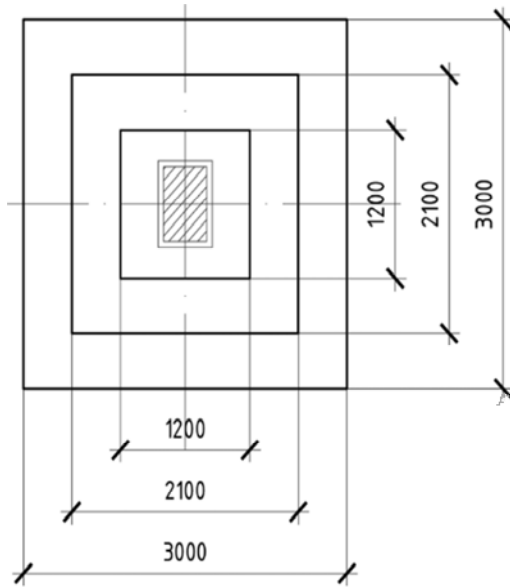
$$B = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ м.}$$

$$Г = 1,5 + 1,2 = 2,7 \text{ м.}$$

$$Д = 1,2 + 1,2 = 2,4 \text{ м.}$$

Из полученныхборок щитов составим опалубки ступеней с указанием необходимого количества соединительных элементов и элементов креплений щитов опалубки.

2.1. Для нижней ступени (внутренний размер $3,6 \times 3$ м) будут использованы два щита А (3,9 м) и 2 щита Б (3,6 м).



Разрез 1-1

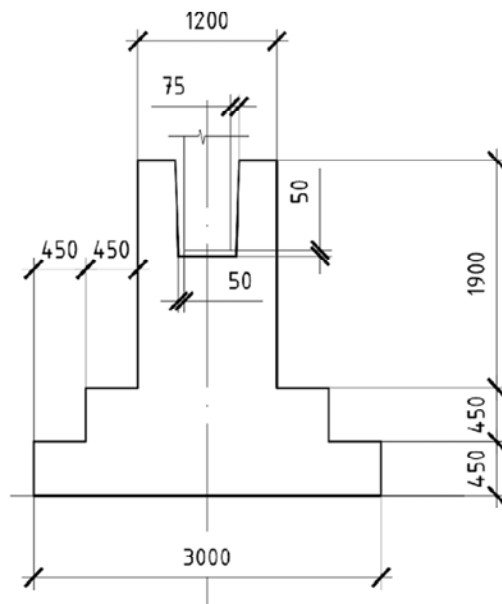


Рис. 32. План и разрез 1-1 ступенчатого фундамента

Потребуется элементы соединения:

– в торцах между собой щиты соединяются быстросъемным замком (БЗ) – потребуется 8 замков;

– опалубка ступеней собирается из сборок щитов по принципу веерной сборки (рис. 33) с соединением винтовыми замками колонн (ВК) – потребуется 4 замка;

– дополнительно, для восприятия давления бетона при укладке и уплотнении, по центру ступеней по двум взаимно перпендикулярным направлениям пропускаются тязи (ТЖ) с креплением дисковыми гайками диаметром 70 мм. Потребуется 1 тязь длиной 4 м и 1 тязь длиной 3,5 м, а также 4 гайки (рис. 34).

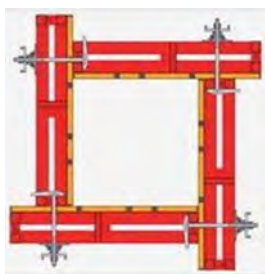


Рис. 33. Схема соединения щитов опалубки ступеней фундамента винтовыми замками ВК-260



УСТАНОВКА ТЯЖЕЙ

Давление бетона на опалубку воспринимается тязями из высокопрочной винтовой арматуры с литыми гайками

СОЕДИНЕНИЕ ЩИТОВ

Для соединения щитов опалубки достаточно одного вида быстросъемного замка, устанавливаемого и демонтируемого при помощи молотка

Рис. 34. Примеры соединения щитов быстросъемными замками и установки тязей

2.2. Для средней ступени (внутренний размер $3 \times 2,4$ м) размер щитов должен назначаться, чтобы одним концом опираться на нижнюю ступень. Принимаем запас на опирание 0,6 м. Тогда средняя ступень будет составлена из двух щитов Б (3,6 м) и 2 щитов В (3 м).

Потребуется элементы соединения:

- в торцах между собой щиты соединяются быстросъемным замком (БЗ) – потребуется 6 замков;

- опалубка ступени собирается из сборок щитов по принципу веерной сборки с соединением винтовыми замками колонн (ВК) – потребуется 4 замка;

- дополнительно, для восприятия давления бетона при укладке и уплотнении, по центру ступеней по двум взаимно перпендикулярным направлениям пропускаются тяжи (ТЖ) с креплением дисковыми гайками диаметром 70 мм. Потребуется 1 тяж длиной 3,5 м и 1 тяж длиной 3 м, а также 4 гайки;

- в зоне опирания щитов средней ступени на щиты нижней ступени устанавливаем съемные захваты (П-4) – потребуется 4 захвата.

2.3. Верхняя ступень (внутренний размер 2,1 × 1,8 м). Аналогично получаем, что необходимо использовать 2 щита Г (2,7 м) и 2 щита Д (2,4 м).

Потребуется элементы соединения:

- в торцах между собой щиты соединяются быстросъемным замком (БЗ) – потребуется 4 замка;

- опалубка ступени собирается из сборок щитов по принципу веерной сборки с соединением винтовыми замками колонн (ВК) – потребуется 4 замка;

- дополнительно, для восприятия давления бетона при укладке и уплотнении, по центру ступеней по двум взаимно перпендикулярным направлениям пропускаются тяжи (ТЖ) с креплением дисковыми гайками диаметром 70 мм. Потребуется 1 тяж длиной 3 м и 1 тяж длиной 2,5 м, а также 4 гайки;

- в зоне опирания щитов верхней ступени на щиты средней ступени устанавливаем съемные захваты (П-4) – потребуется 4 захвата.

2.4. Для подколонника (внутренний размер 1,5 × 1,2 м, высота 2,1 м) нужно собрать 2 щита высотой 2,1 м и шириной, чтобы обеспечить опирание на верхнюю ступень. Принимаем ширину щита $E = 1,2 + 1,2 = 2,4$ м. Таким образом подколонник будет собран из 4 щитов 2,1 × 2,4 м.

Щит Е собираем из 4 щитов 1,2 × 0,9 м и 2 щитов 1,2 × 0,3 м (рис. 35).

| | |
|-------------|-------------|
| 1,2 × 0,3 м | 1,2 × 0,3 м |
| 1,2 × 0,9 м | 1,2 × 0,9 м |
| 1,2 × 0,9 м | 1,2 × 0,9 м |

Рис. 35. Схема сборки щита подколонника 2,1 × 2,4 м

Потребуется элементы соединения:

– в торцах (боковая часть и сверху) между собой щиты соединяются быстросъемным замком (БЗ) – потребуется $13 \times 4 = 52$ замка;

– опалубка подколонника собирается из сборок щитов по принципу веерной сборки с соединением винтовыми замками колонн (ВК) – потребуется 12 замков;

– дополнительно, для восприятия давления бетона при укладке и уплотнении, по центру подколонника по двум взаимно перпендикулярным направлениям пропускаются тязи (ТЖ) с креплением дисковыми гайками диаметром 70 мм. Потребуется 2 тязя длиной 2,5 м и 2 тязя длиной 2 м, а также 8 гаек;

– в зоне опирания щитов подколонника на щиты верхней ступени устанавливаем съемные захваты (П-4) – потребуется 4 захвата.

3. Составляем опалубочный чертеж – план и 2 вида фундамента (с двух сторон) А и В (рис. 36).

В курсовом проекте нужно сделать рис. 36 под опалубку Модостр и показать применяемые щиты, крепежи, замки (план и 2 вида с размерами).

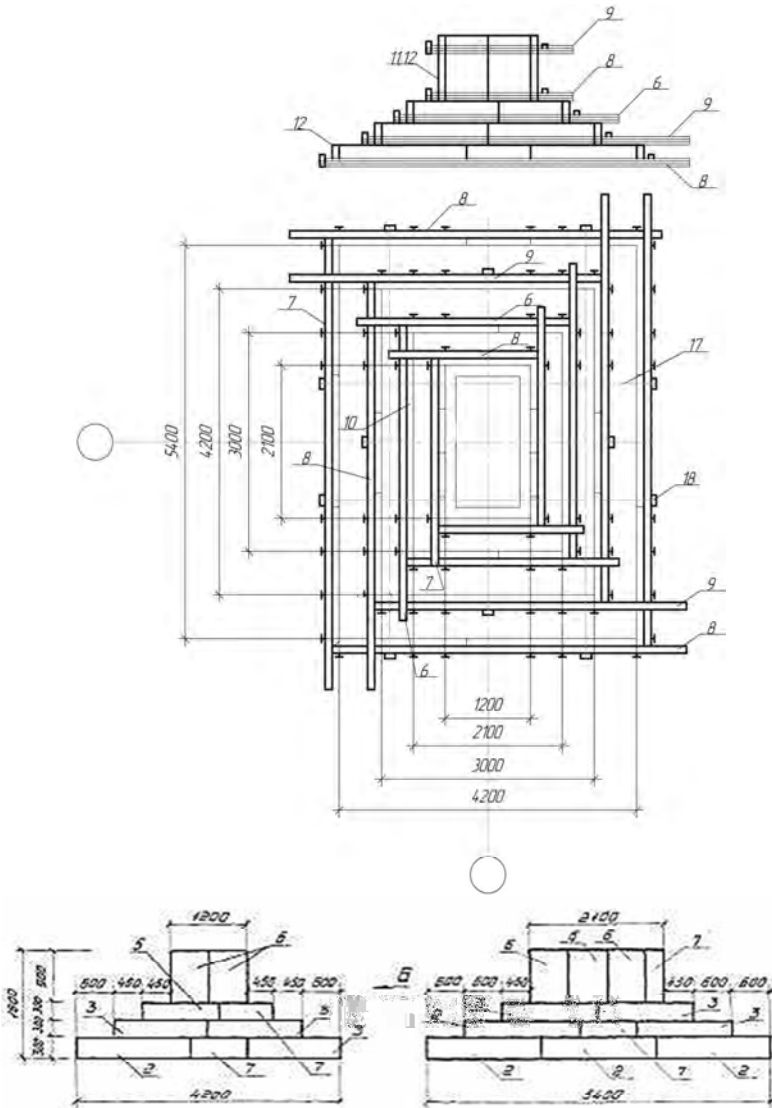


Рис. 36. Пример конструирования мелкощитовой опалубки фундамента:
a – раскладка щитов; *б* – установка наружных угловых элементов и схваток:
 1–5 – щиты; 6–10 – схватки; 11, 12 – наружные угловые элементы; 13 – крюк
 натяжной с клином; 14 – клин (длиной 125 мм); 15 – то же (длиной 80 мм);
 16 – палец (длиной 123 мм); 17 – стяжка; 18 – замок стяжки

4. Составляем спецификацию элементов опалубки (табл. 21).

Таблица 21

Спецификация элементов опалубки трехступенчатого фундамента под колонну

| № п/п | Наименование | Марка | Ед. изм. | Кол-во | Площадь | | Масса | |
|-------|---|--|----------|--------|---------|-------|---------|-------|
| | | | | | Единицы | Всего | Единицы | Всего |
| 1 | Щит | ЩМ 1,2 × 0,3 | шт. | 24 | 0,36 | 8,64 | 14,9 | 357,6 |
| 2 | Щит | ЩМ 1,5 × 0,3 | шт. | 8 | 0,45 | 3,6 | 18,4 | 147,2 |
| 3 | Щит | ЩМ 1,2 × 0,9 | шт. | 16 | 1,08 | 17,28 | 33,2 | 531,2 |
| 4 | Быстросъемный замок | замок (БЗ) | шт. | 70 | – | – | 0,44 | 30,8 |
| 5 | Винтовой замок | ВК-150 | шт. | 24 | – | – | 0,58 | 13,92 |
| 6 | Съемный захват | П-4 | шт. | 12 | – | – | 2,0 | 24 |
| 7 | Тяж из винтовой арматуры | L = 4000 мм | шт. | 1 | – | – | 1,44 | 5,76 |
| | | L = 3500 мм | | 2 | | | 5,04 | 10,08 |
| | | L = 3000 мм | | 2 | | | 4,32 | 8,64 |
| | | L = 2500 мм | | 3 | | | 3,6 | 10,8 |
| | | L = 2000 мм | | 2 | | | 2,88 | 5,76 |
| 8 | Гайка дисковая | Ø 70 мм | шт. | 20 | – | – | 0,41 | 8,2 |
| 9 | Пустотообразователь стакана ¹ | Индивидуальное изготовление | шт. | 1 | | | | |
| 10 | Подкосы ² , Схватки (выравнивающие ригеля) | Индивидуальное изготовление или из другого вида опалубки | шт. | 4 | | | | |
| | | | шт. | 20 | | | | |

¹ Пустотообразователь для формирования стакана фундамента, изготавливается силами строительной организации или изготавливается под заказ в виде перевернутой усеченной пирамиды с выпусками из уголков для опирания при установке на верхние грани подколонника.

² Подкосы для обеспечения сохранения вертикальности опалубки фундамента, схватки (выравнивающие ригеля) для восприятия горизонтального давления при бетонировании, не входят в комплект мелкощитовой опалубки Модостр, их можно использовать из комплекта другого вида опалубки или изготовить из деревянных брусков.



В курсовом проекте также возможно дополнить спецификацию элементов опалубки фундамента на базе каталогов мелкощитовой опалубки системы Модостр (ДОЙЛІД, КАСКАД-М).

На видео представлен пример сборки опалубки <https://youtu.be/qYu0R8H1KMY>.

Щиты опалубки ДОЙЛИД-системы Модостр представлены в табл. 22.

Таблица 22




Щиты опалубки ДОЙЛИД-системы







| Наименование элемента, эскиз | Масса, кг | Арт. |
|---|---|---|
|  <p>Рядовой щит Д 1,5 × 0,9 Д 1,5 × 0,75 Д 1,5 × 0,7 Д 1,5 × 0,6 Д 1,5 × 0,5 Д 1,5 × 0,45 Д 1,5 × 0,4 Д 1,5 × 0,3 Д 1,5 × 0,2 Д 1,2 × 0,9 Д 1,2 × 0,75 Д 1,2 × 0,7 Д 1,2 × 0,6 Д 1,2 × 0,5 Д 1,2 × 0,45 Д 1,2 × 0,4 Д 1,2 × 0,3 Д 1,2 × 0,2</p> | <p>40,0 32,8 31,3 28,4 25,4 24,0 21,3 18,4 15,4 33,2 27,0 25,8 23,4 21,0 19,7 17,4 14,9 12,5</p> | <p>13 000 13 001 13 002 13 003 13 005 13 013 13 006 13 007 13 008 13 020 13 021 13 022 13 023 13 025 13 033 13 026 13 027 13 028</p> |
|  <p>Универсальный щит Д 1,5 × 0,6-Т Д 1,2 × 0,6-Т</p> | <p>32,7 27,6</p> | <p>13 004 13 024</p> |

Угловые и соединительные элементы мелкощитовой опалубки ДОЙЛИД (Модостр) представлены в табл. 23.

Таблица 23

Угловые и соединительные элементы мелкощитовой опалубки
ДОЙЛИД

| <i>Наименование элемента, эскиз</i> | <i>Масса, кг</i> | <i>Арт.</i> |
|--|----------------------|--------------------------|
|  <p>Внутренний угол Д 1,5 × 0,2-У Д 1,2 × 0,2-У</p> | <p>23,3 18,8</p> | <p>13 009 13 029</p> |
|  <p>Наружный угол Д 1,5-НУ Д 1,2-НУ</p> | <p>8,4 6,7</p> | <p>13 010 13 030</p> |
|  <p>Шарнирный угол Д 1,5 × 0,2-Ш Д 1,2 × 0,2-Ш</p> | <p>28,0 22,7</p> | <p>13 012 13 032</p> |

| Наименование элемента, эскиз | Масса, кг | Арт. |
|---|-----------|--------|
|  Быстросъемный замок | 0,44 | 13 052 |
|  Тяж $L = 1000$ мм из винтовой арматуры | 1,44 | 85 100 |
|  Гайка дисковая Ø70 мм | 0,41 | 23107S |
|  Гайка дисковая Ø90 мм | 0,44 | 23109S |
|  Винтовой замок колонны ВК-150 | 0,58 | 13 055 |
|  Съемный захват П-4 | 2,0 | 13 053 |

Пояснение правил работы с опалубкой.

При поступлении опалубки на строительной площадке производят **приемочный контроль**, который включает визуальный осмотр, проверку комплектности, соответствие геометрических размеров сборочных единиц и элементов, наличие маркировки на изделиях.

Перед установкой опалубки **проверяют** правильность разметки положения осей фундаментов и устройства бетонной подготовки на соответствие требованиям нормативной и проектной документации. По результатам составляется **акт освидетельствования скрытых работ**.

Установку опалубки начинают с **укрупнения опалубки нижней ступени**, установки ее строго по осям и закрепления металлическими штырями к основанию. Шаг металлических штырей должен быть не более 1,5 м.

После установки опалубки нижней ступени укладывают сварные сетки армирования подошвы фундамента с обеспечением толщины защитного слоя (обеспечивают пластмассовыми подкладками или кольцами).

Размечают положение второй ступени фундамента и устанавливают короб второй ступени. Далее таким же образом устанавливают опалубку третьей ступени и подколонника.

После установки опалубки подколонника устанавливают опалубку стаканообразователя. При размерах сторон стаканообразователя до 800 мм его изготавливают из листовой стали толщиной 3–4 мм и угловых блокирующих элементов, при сторонах более 800 мм его собирают из щитов опалубки или щитов индивидуального изготовления.

В процессе укрепления и установки опалубки контролируют плотность прилегания элементов друг к другу, отсутствие люфта в шарнирных соединениях опалубки. Ширина щелей в стыковых соединениях не должна превышать 1 мм. Отклонения по вертикали плоскости опалубки на всю высоту фундамента не более 20 мм. Смещение осей опалубки от проектного положения не более 15 мм.

Демонтаж опалубки производят после набора бетоном распалубочной прочности. Распалубочную прочность назначают из условия сохранения углов и граней фундамента, и она равна 0,2–0,3 МПа (при условии сохранения формы). На практике распалубка ведется через 1–2 суток в зависимости от температуры наружного воздуха.

Демонтаж опалубки производят в порядке обратного монтажа. После снятия опалубки производят визуальный осмотр фундаментов и опалубки, очищают элементы опалубки от бетона, смазывают и подготавливают к установке на следующей захватке или другом объекте.

Пояснение правил производства арматурных работ.

При возведении фундаментов процессы армирования и установки опалубки взаимосвязаны. Сначала устанавливают сетки армирования нижней ступени, затем устанавливают опалубку. В отдельных случаях устанавливают опалубку нижней ступени и в нее устанавливают арматуру.

Стальные унифицированные сетки армирования подошвы фундаментов изготавливают размерами, удовлетворяющими требованиям транспортирования, и на строительной площадке не производят их укрупнение.

При приемке арматуры проверяют соответствие арматурных стержней и сеток проекту, их диаметр и расстояние между рабочими стержнями.

Перед монтажом сеток определяют места их положения и мероприятия по обеспечению необходимой толщины защитного слоя бетона. Толщина защитного слоя бетона при установке арматурных горизонтальных сеток должна быть не менее 35 мм при наличии бетонной подготовки и не менее 70 мм при ее отсутствии.

При установке вертикальных каркасов толщина защитного слоя должна быть не менее 40 мм. Толщину защитного слоя обеспечивают пластмассовыми фиксаторами арматуры.

Монтаж арматурных сеток производят с транспортных средств, реже со складированием. Строповку осуществляют четырехконцевой траверсой или стропом. Во всех случаях строповка должна обеспечивать установку их в проектное положение, сохранять форму и размеры.

Подачу сеток на рабочее место производят краном по несколько штук. Сетки массой до 100 кг раскладывают вручную, массой более 100 кг – краном.

При стыковании сеток из стержней периодического профиля диаметром до 32 мм приваривать поперечные стержни в пределах стыка не обязательно, но длину напуска в этом случае увеличивают на пять диаметров.

Стыки стержней в нерабочем направлении (поперечные монтажные стержни) выполняют с нахлестом 50 мм при диаметре стержней до 4 мм и 100 мм при диаметре более 4 мм.

Сварные сетки с рабочей арматурой диаметром более 26 мм в нерабочем направлении рекомендуется укладывать впритык друг

к другу, перекрывая стык специальными стыковыми сетками с нахлестом в каждую сторону не менее 15 диаметров распределительной арматуры, но не менее 100 мм.

Стыковые соединения рабочей вертикальной арматуры диаметром от 20 до 40 мм монолитных фундаментов следует выполнять с использованием муфт по СТБ 2152. Соединение вышеуказанной арматуры внахлест не допускается (требование СН 1.03.01-2019 [9]). В курсовом проекте считаем, что используются готовые сетки для вертикального каркаса сразу на всю высоту фундамента.

Схема армирования подошвы фундамента показана на рис. 37.

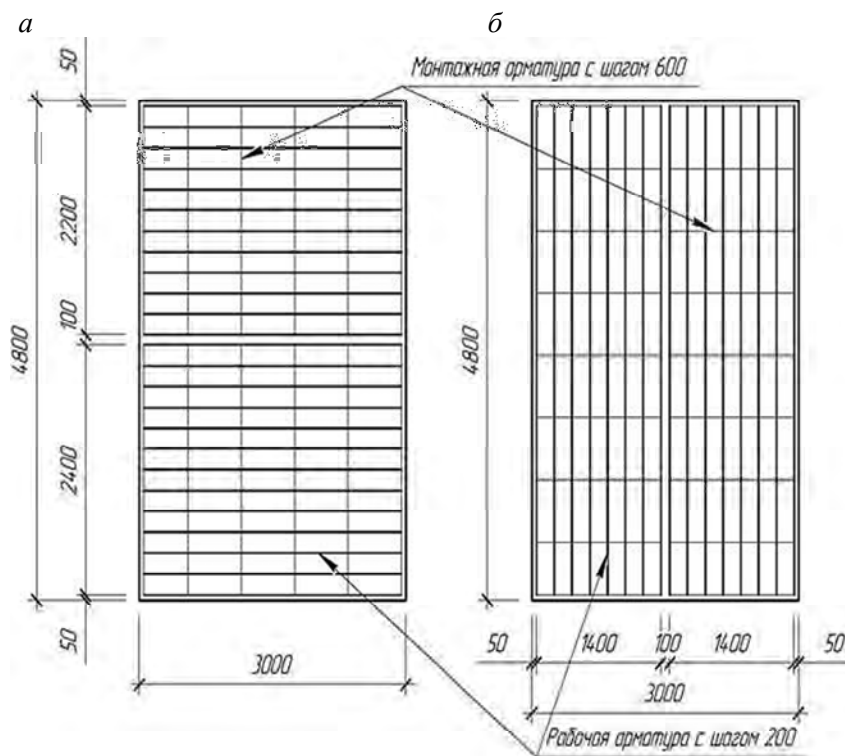


Рис. 37. Схема армирования фундамента сварными унифицированными сетками:
a – первого слоя; *б* – второго слоя

Смонтированные сетки и каркасы должны быть надежно закреплены и предохранены от деформаций и смещений в процессе про-

изводства работ по укладке бетонной смеси. При приемке армирования проверяют точность геометрических размеров, взаимное расположение стыкуемых стержней, надежность закрепления и предохранение от смещения в процессе укладки бетонной смеси, обеспечение толщины защитного слоя бетона.

Приемку смонтированной арматуры производят до начала бетонирования и оформляют **актом освидетельствования скрытых работ**.

Пояснение правил производства работ по бетонированию фундаментов.

Производство работ по бетонированию фундаментов можно выполнить несколькими способами. В зависимости от размеров здания, расположения фундаментов и объемов укладываемого бетона подбирается комплект машин для доставки и укладки бетонной смеси.

В комплект машин включают машины, доставляющие бетонную смесь от завода изготовителя до строительной площадки и машины, оборудование, приспособления, подающие бетонную смесь от места разгрузки до места укладки.

Наиболее распространенным (и, как считается, лучшим) способом доставки бетонной смеси на любые расстояния является доставка автобетоносмесителями. Автобетоносмесители загружают готовыми бетонными смесями с дополнительным перемешиванием их в пути. На строительной площадке смесь выгружают вращением барабана в обратную сторону.

В опалубку бетонную смесь подают различными способами: краном в бадьях, бетононасосами, пневмонагнетателями, бетоноукладчиками, вибротранспортом, автобетоносмесителями, оборудованными бетононасосом или ленточным транспортом.

С использованием крана, в бадьях бетонную смесь подают при интенсивности бетонирования 45–90 м³ в смену, на расстояние в зависимости от вылета крюка крана. Вертикальное и горизонтальное перемещение бадьи позволяет производить разгрузку бетонной смеси непосредственно в заданной зоне.

Бетононасосами бетонную смесь подают при интенсивности бетонирования не менее 6 м³ в час, а также в стесненных условиях и в местах, недоступных другим средствам механизации. Наибольшее распространение при укладке бетонной смеси в опалубку фундаментов получили самоходные бетононасосы, смонтированные на

шасси автомобиля. Автобетононасосы оснащены приемным бункером и полноповоротной распределительной стрелой, по которой проходит бетоновод, заканчивающийся гибким распределительным рукавом.

При применении бетононасосов необходимо соблюдать ряд условий, обеспечивающих их нормальную эксплуатацию:

- бетонная смесь должна быть определенной подвижности (с осадкой конуса не менее 8–10 см);

- иметь оптимальное водоцементное отношение (должно быть в пределах 0,45–0,6);

- должно выдерживаться соотношение между крупным и мелким заполнителем (песок : щебень = (40–45) : (60–55), песок : гравий = (32–40) : (68–60));

- должно быть определенным соотношение между диаметром крупного заполнителя и внутренним диаметром бетоновода (1:3 при щебне и 1:2,5 при гравии);

- технические перерывы допускаются не более 15 минут, иначе произойдет схватывание цемента и закупорка бетоновода.

Перед началом транспортирования бетонной смеси по бетоноводу прокачивают известковое тесто или цементный раствор. После окончания работ бетоновод промывают водой под давлением и через него пропускают эластичный пыж.

Подача бетонной смеси с помощью автобетоносмесителя, оборудованного бетононасосом является наиболее компактной. Оборудование, смонтированное на шасси автомобиля, включает смеситель, бетононасос, распределительную стрелу с бетоноводом и гибким распределительным рукавом. Максимальная длина стрелы – 28 м.

Наиболее простая схема включает автобетоносмеситель, из которого подачу смеси осуществляют без перегрузки непосредственно в блок опалубки.

Для условий производства работ по бетонированию фундаментов, принятых в курсовом проекте, приемлемыми могут быть как схема подачи бетонной смеси с помощью автобетононасоса, так и схема подачи бетонной смеси краном в бадах. Для реализации данной схемы необходимо выполнить подбор крана по техническим параметрам, обеспечивающим возможность реализации данной схемы.

ВЫБОР КРАНА ДЛЯ ПОДАЧИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Бетонную смесь в опалубку рассредоточенных фундаментов под колонны подают автомобильными, стреловыми самоходными пневмоколесными и гусеничными кранами с использованием бадьи (поворотной или неповоротной).

Для выбора марки крана необходимо определить требуемые для осуществления возможности подачи в бадье бетонной смеси параметры – **грузоподъемность, вылет и высоту подъема крюка**.

Методика выбора крана дана в ТКП 45-1.03-63-2007 «Монтаж зданий. Правила механизации» [10]. При использовании кранов для установки опалубки, бетонирования фундаментов, можно упростить методику определения вылета стрелы, так как не требуется большая высота подъема крюка.

Следует также учитывать возможность упрощения расчетов, если кран находится на поверхности земли, а фундамент на дне выемки (траншеи). В этом случае не требуется определять высоту подъема крюка крана, так как она будет всегда обеспечена.

1. Определяем требуемую **грузоподъемность крана Q** по массе наиболее тяжелого поднимаемого груза, при бетонировании это бадьи с бетонной смесью:

$$Q = M + m_6 + m_c, \text{ т,}$$

где M – масса бетонной смеси в бадье, т;

m_6 – масса порожней бадьи, т;

m_c – масса стропов, т (находится в пределах 0,05–0,1 т).

$$M = V_6 \cdot \rho,$$

где V_6 – объем бетонной смеси в бадье, м³;

ρ – плотность бетонной смеси, 2,4 т/м³.

Емкости бадей принимают кратно емкостям смесительного барабана автобеносмесителя.

В курсовом проекте можем принимать полезную емкость смесительного барабана автобеносмесителя в пределах 4–5 м³, а соответствующую емкость бадьи 0,5 или 1 м³ (ориентируемся на объем бетона

одного фундамента). Для принятых значений по таблицам справочных данных выбираем марки автобеносмесителя, бадьи, стропов.

2. Определяем требуемую **высоту подъема крюка** крана H , расположенного на уровне подошвы фундамента по формуле:

$$H = h_{\phi} + h_3 + h_{\delta} + h_c, \text{ м,}$$

где h_{ϕ} – высота опалубки фундамента, м;

h_3 – запас по высоте, необходимый для заводки бадьи над местом выгрузки (принимается в пределах 0,5–1,0 м);

h_{δ} – высота бадьи (принимается для поворотной бадьи как ее длина), м;

h_c – высота строповки бадьи (находится в пределах 1,5–2,0 м).

При расположении крана на уровне поверхности земли (фундамент на дне траншеи), высота подъема крюка не рассчитывается.

3. Требуемый **вылет крюка крана** $L_{кр}^{тр}$ при расположении крана на уровне поверхности земли – рис. 38 (фундамент на дне траншеи), определяем по формуле:

$$L_{кр}^{тр} = a_1 / 2 + c + t + d / 2, \text{ м,}$$

где a_1 – размер нижней ступени фундамента, м;

$c = 0,6$ м – технологический зазор, м;

t – минимальное расстояние по горизонтали от подошвы откоса траншеи или котлована (выемки) до ближайших опор машин, м;

d – ширина ходовой части или габарита крана с выносными опорами, м.

Требуемый вылет крюка при расположении крана на уровне подошвы фундамента:

$$L_{кр}^{тр} = a_1 / 2 + r + 1,0, \text{ м,}$$

где a_1 – размер нижней ступени фундамента, м;

r – радиус поворота заднего габарита стрелового крана, м;

1,0 – минимальное расстояние от поворота заднего габарита до фундамента, м.

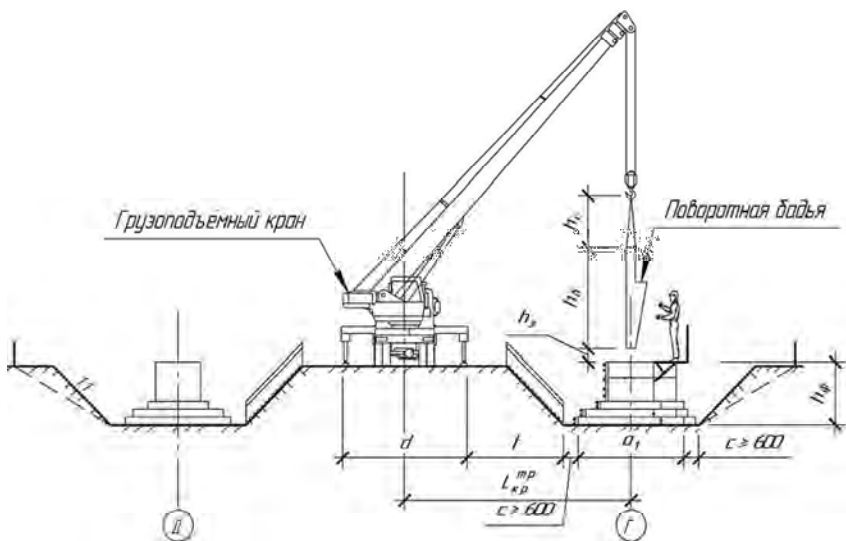


Рис. 38. Схема работы крана

В курсовом проекте с одной стоянки **ведется бетонирование нескольких фундаментов**, поэтому рекомендуется составить схему производства работ по бетонированию фундаментов на стоянке. Это позволит представить наиболее удаленный фундамент и по геометрическим формулам определить вылет как гипотенузу треугольника.

По найденным техническим характеристикам крана (грузоподъемность, вылет и высота подъема крюка) **подбираем кран, имеющий аналогичные** рабочие параметры. Для этого используем справочную литературу, а также ТКП 45-1.03-63-2007 «Монтаж зданий. Правила механизации» [10].

РАЗРАБОТКА УКАЗАНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ СТУПЕНЧАТЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Данный раздел курсового проекта разрабатывается аналогично, как такой же раздел по разработке котлована (траншеи) и базируется на ранее выполненных расчетах по подбору машин для комп-

лексной механизации работ при возведении фундаментов, на изучении требований нормативных документов.

Для практического использования разработаны типовые **технологические карты по возведению ступенчатых фундаментов**, в составе которых **содержится раздел «Организация и технология производства работ»**.

При разработке данного раздела курсового проекта предлагается использовать техническую литературу, нормативные документы и типовые технологические карты. Типовые технологические карты изучаются, перерабатываются и дополняются с учетом принимаемых технологических решений по производству работ на объекте, разрабатываемом в курсовом проекте.

Технологические решения по разделу «Производство работ по возведению фундаментов» включают **организацию и технологию производства работ** по сборке опалубки, армированию и бетонированию ступенчатых фундаментов под колонны.

РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ (2 ЧАСТЬ) ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ

Фрагмент № 1.

Название. **Опалубка фундамента под колонну** (рис. 39).

Порядок выполнения.

1. Вычертить сборочный чертеж опалубки фундамента под колонну (план и вид сбоку с нумерацией всех элементов опалубки, привести под чертежом расшифровку номеров элементов опалубки).

2. В случае использования составных щитов, для упрощения представления сборочного чертежа опалубки, рекомендуется дополнительно вычертить два боковых вида опалубки с нанесением только раскладки щитов по сторонам (см. пример – рис. 38).

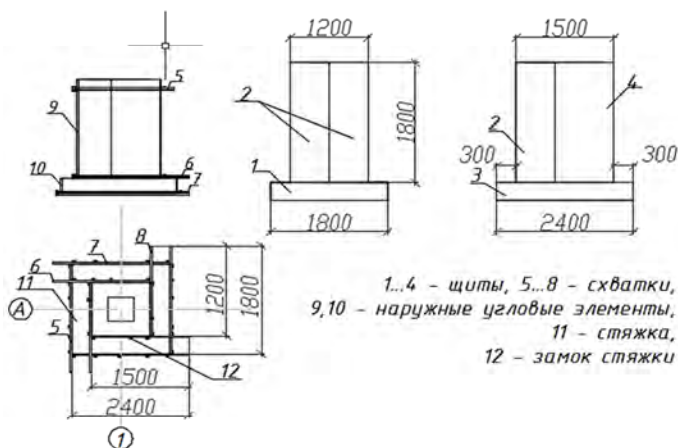


Рис. 39. Опалубка фундамента под колонну

Фрагмент № 2.

Название. **Схема производства работ по возведению фундаментов.**

Порядок выполнения.

1. Вычертить габариты площадки. Внутри вычертить сетку здания с нанесением обозначений осей и размеров в осях. Показать габариты и размеры отвала растительного грунта, отвала грунта для обратной засыпки пазух котлована и габариты **площадки складирования** элементов опалубки и арматуры.

2. Нанести габаритные размеры всех фундаментов в местах пересечения осей. Нанести размеры поверху и понизу котлована (траншей) **в виде откосов** выемок.

3. Нанести **путь движения и стоянки крана** с привязкой к осям (указать номера стоянок).

4. Обозначить **границы и номера захваток**, на которые разбивается здание (с учетом оборачиваемости комплекта опалубки и принятой технологии бетонирования фундаментов).

5. Нанести на последней захватке (или нескольких) последовательность раскладки арматурных сеток по фундаментам. На предпоследней захватке (или нескольких) показать последовательность установки опалубки по фундаментам. Следующая захватка отводится на выполнение краном процесса бетонирования фундаментов. На оставшихся захватках показать готовые фундаменты.

б. На захватке, где идет бетонирование, на одной из стоянок показать работающий кран, нанести рабочий и опасный радиус крана.

Примеры представлены на рис. 40, 41.

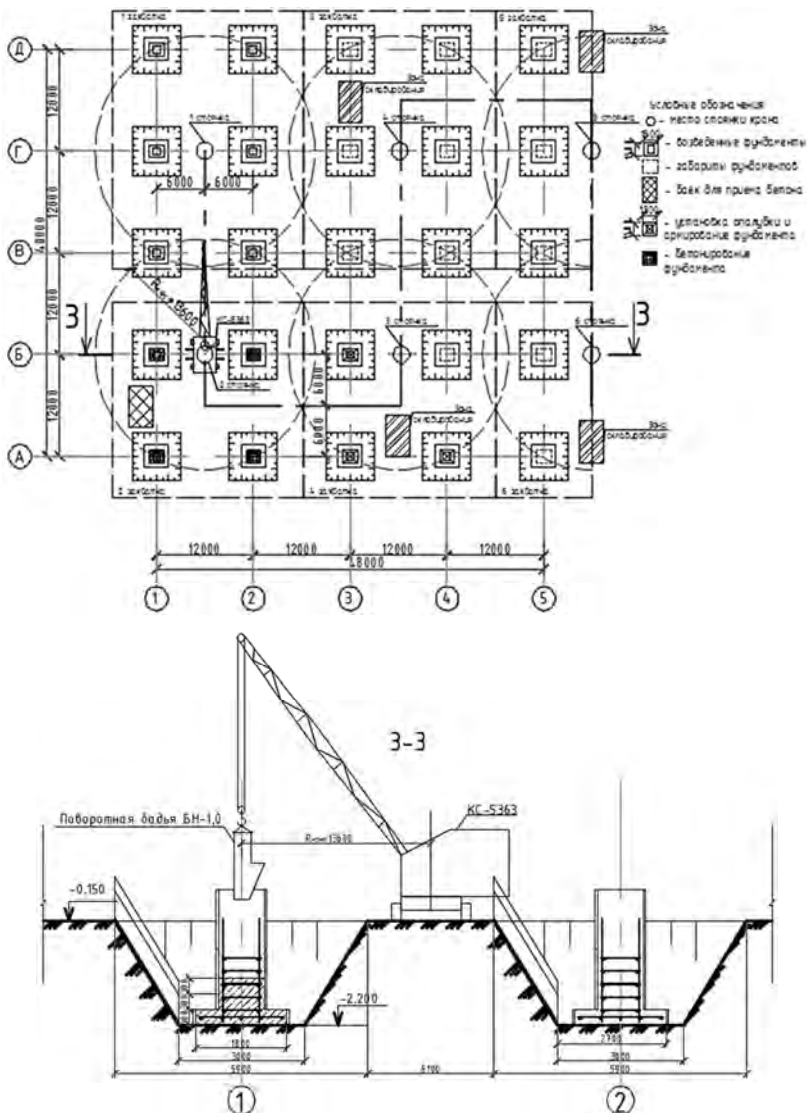
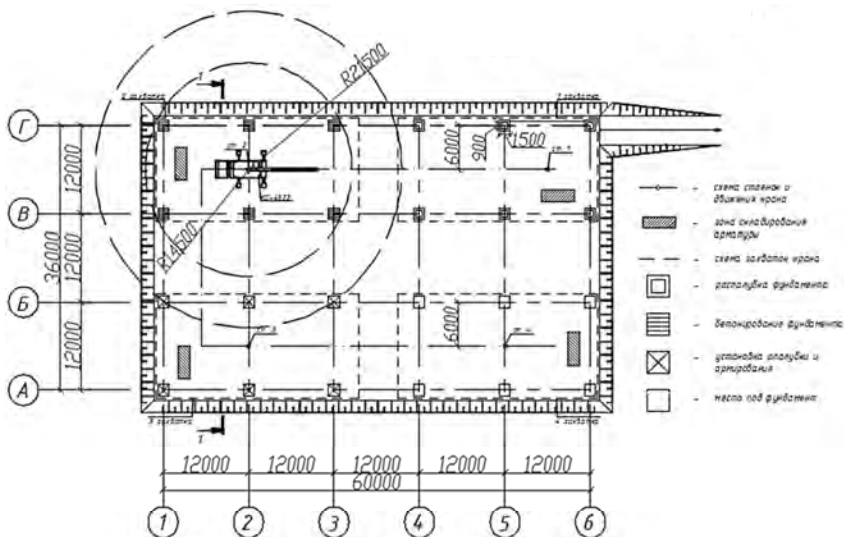


Рис. 40. Схема производства работ по возведению фундаментов



Разрез 1-1

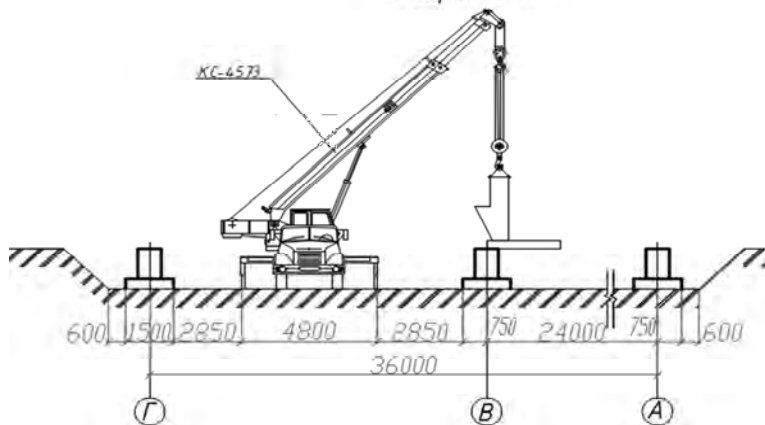


Рис. 41. Схема производства работ по возведению фундамента

Фрагмент № 3.

Название. **Схема бетонирования фундамента.**

Порядок выполнения.

1. Отдельно в более крупном масштабе показывается кран на одной стоянке, с которой идет бетонирование фундаментов в рабочей зоне крана.

2. Показать (с привязкой к осям) площадку с бадьями для приема бетонной смеси и автобетоносмеситель, выгружающий бетонную смесь в бады.

3. Вычертить разрез 3-3. На разрезе показать процесс бетонирования фундамента: кран удерживает над опалубкой бадью, рабочий с подмостей подает бетонную смесь в опалубку. Указать все необходимые размеры.

Пример представлен на рис. 42.

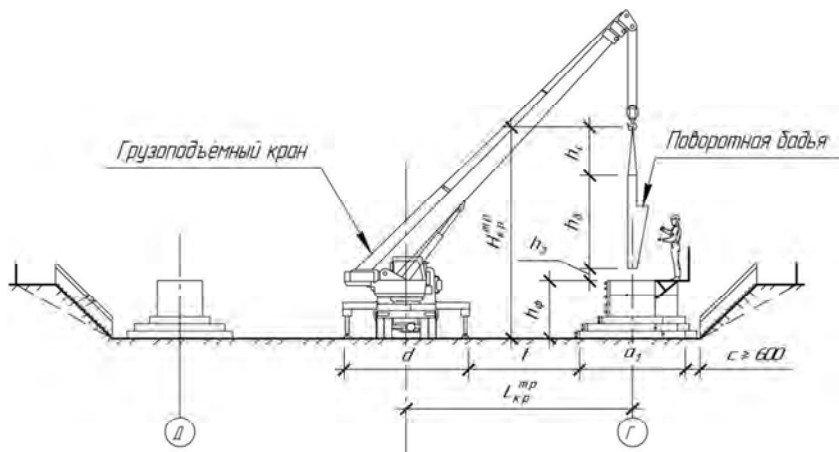


Рис. 42. Разрез 3-3

ВЫБОР МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКИ И УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

1. Технологические решения производства работ и требования к выбору машин и механизмов.

Обратная засыпка пазух выполняется после бетонирования и снятия опалубки фундаментов. Данные работы предполагают послойную засыпку котлована (траншей) с уплотнением каждого слоя до состояния получения заданного коэффициента уплотнения грунта.

В курсовом проекте отсыпка слоев выполняется по всей площади выемки, имеющей размеры десятки метров. Поэтому должен назначаться комплекс машин, обеспечивающий процесс загрузки экскаватором (погрузчиком) грунта из отвалов в кузов автосамосвала.

Последующая доставка грунта и выгрузка на дно выемки предполагает использование бульдозера для разравнивания слоя грунта заданной толщины. В местах ограниченной доступности между фундаментами и откосом возможно разравнивание грунта вручную, экскаватором-планировщиком или использование мини-бульдозера.

Вторая стадия работ по уплотнению грунта отсыпаемого слоя также имеет свои особенности. Использование вблизи фундаментов мощных грунтоуплотняющих механизмов запрещается из-за возможности повреждения фундаментов. Таким образом, для уплотнения требуется не менее двух механизмов: для уплотнения слоев вблизи фундамента и высокопроизводительный механизм для уплотнения грунтов на основной площади выемки.

Следовательно, необходимо подобрать комплект машин и оборудования, обеспечивающий комплексную механизацию работ. Окончательный выбор варианта комплексной механизации предусматривает вариантное сравнение с определением оптимальных технико-экономических показателей. В курсовом проекте разрешается назначать комплекс машин и механизмов, увязанных по техническим параметрам, не выполняя экономическое сравнение возможных вариантов комплексной механизации работ.

При выборе комплекта машин и механизмов следует соблюдать следующие условия:

- производительность грунтоуплотняющих машин должна соответствовать производительности комплекта машин по погрузке и доставке грунта;

- толщина отсыпаемого слоя не должна превышать величин, указанных в технологических характеристиках грунтоуплотняющих машин;

- каждый последующий ход катка во избежание пропусков в уплотнении грунта должен перекрывать предыдущий ход катка от 10 до 20 см;

- уплотнение грунтов обратных засыпок выполняют слоями одинаковой толщины.

2. Порядок работ и технологические параметры, учитываемые при назначении машин и механизмов.

Толщину уплотняемых слоев назначают в зависимости от условий производства работ, вида грунтов и типа применяемых уплот-

няющих машин. При уплотнении слоев на площадях, размеры которых достаточны для поворотов катка, рекомендуется применять схему движения катков по замкнутому кругу.

В стесненных местах вблизи фундаментов, недоступных для работы машин, уплотнение грунта производят трамбованием. Уплотнение грунта трамбованием осуществляют пневматическими, электрическими трамбовками. Для этого грунт разравнивают слоями от 10 до 20 см и первый проход делают с использованием башмака с большей площадью подошвы, а последующие – с меньшей площадью.

Установлены условия работы уплотняющих машин и механизмов вблизи строительных конструкций. Минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций b и толщина отсыпаемого слоя грунта над конструкциями, выбираются в зависимости от соотношения масс уплотняющих машин, механизмов (t) и общей массы отдельно стоящих строительных конструкций (фундаментов).

Таблица 24

Минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций b и толщина отсыпаемого слоя грунта над конструкциями h_0 (см)

| Тип и марка уплотняющих машин и механизмов | Масса уплотняющих машин и механизмов (m), кг | Соотношение масс строительных конструкций (M) и уплотняющих машин и механизмов (t), кг | | | | | |
|--|--|---|-------|-------------|-------|--------------|-------|
| | | $M \leq t$ | | $M \leq 5t$ | | $M \leq 10t$ | |
| | | Минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций b и толщина отсыпаемого слоя грунта h_0 , см | | | | | |
| | | b | h_0 | b | h_0 | b | h_0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Гидрололоты (навесные на экскаваторы): | | | | | | | |
| ГПМ-120 | 275 | 25 | 50 | 20 | 40 | 20 | 30 |
| ГПМ-150 | 345 | 25 | 50 | 20 | 40 | 20 | 30 |
| ГПМ-300 | 1033 | 50 | 70 | 30 | 70 | 20 | 60 |
| СП-71 А | 750 | 50 | 70 | 30 | 70 | 20 | 60 |
| СП-71 | 750 | 50 | 70 | 30 | 70 | 20 | 60 |
| СП-62 | 2100 | 60 | 90 | 40 | 90 | 20 | 80 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-----|----|----|----|----|----|----|
| Пневмомолоты (навесные на экскаваторы): | | | | | | | |
| ПН-1300 | 350 | 30 | 50 | 20 | 50 | 20 | 30 |
| ПН-1700 | 450 | 35 | 60 | 20 | 60 | 20 | 40 |
| ПН-2400 | 500 | 40 | 70 | 20 | 70 | 20 | 50 |
| Трамбовки электрические: | | | | | | | |
| ИЭ-4504 | 160 | 20 | 50 | 5 | 35 | 5 | 35 |
| ИЭ-4502 | 80 | 10 | 40 | 5 | 25 | 5 | 25 |

Например, масса M фундамента объемом $2 \text{ м}^3 - 5 \text{ т}$ (5000 кг), масса m трамбовки электрической ИЭ-4502 80 кг. Из таблицы следует, что, работа трамбовки не влияет на устойчивость фундамента – M всегда больше значений m , $5 m$, $10 m$. Трамбовка может уплотнять грунт практически вплотную к фундаменту.

Уплотнение грунтов обратных засыпок должно выполняться послойно. Толщину уплотняемых слоев следует назначать в зависимости от условий производства работ, вида грунтов, применяемых уплотняющих машин и предварительно можно принимать по табл. 25, 26.

Таблица 25

Техническая характеристика машин при уплотнении грунтов

| Уплотняющие машины | Толщина слоя грунта в плотном теле, см | | Число проходов или ударов в грунте | | |
|--|--|------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| | связного | несвязного | связном | несвязном | |
| Кулачковый каток весом 3–5 т | <u>15 – 20</u> | – | <u>6 – 8</u> | – | |
| | 10 – 15 | – | 8 – 12 | – | |
| Каток на пневматических шинах весом т: | <u>15 – 20</u> | <u>20 – 25</u> | <u>6 – 8</u> | <u>4 – 6</u> | |
| | 10 | 10 – 15 | 6 – 12 | 6 – 8 | |
| | 25 | <u>30 – 35</u> | <u>35 – 40</u> | <u>6 – 8</u> | <u>4 – 6</u> |
| | | 20 – 25 | 25 – 30 | 8 – 10 | 6 – 8 |
| | 50 | <u>35 – 40</u> | <u>45 – 50</u> | <u>6 – 8</u> | <u>4 – 6</u> |
| | | 25 – 30 | 35 – 45 | 8 – 10 | 6 – 8 |
| Трамбовочная плита весом 2 т при высоте падения 2 м | <u>80 – 90</u> | <u>100 – 110</u> | <u>4 – 5</u> | <u>2 – 4</u> | |
| | 70 – 80 | 80 – 90 | 6 – 8 | 4 – 6 | |
| Дизель-трамбовочная машина | 60 – 70 | 80 – 100 | 75 – 85 | – | |
| Навесной тракторный трамбовщик | 60 – 70 | 80 – 100 | – | – | |

Примечание. Над чертой даны значения, необходимые для уплотнения грунта до плотности не менее 0,95; под чертой – до плотности не менее 0,98 от максимальной.

Технические данные грунтоуплотняющих катков

| Тип и марка катка | Тягач | Масса, т | Толщина уплотняемого слоя, м | Ширина уплотняемой полосы, м |
|-------------------|-----------|----------|------------------------------|------------------------------|
| Кулачковые | | | | |
| ДУ-26 | Т-74С-2 | 4,68 | 0,2 | 1,8 |
| ДУ-27 | Т-100 | 9,2 | 0,2 | 4,0 |
| ДУ-32А | Т-100 | 9,0 | 0,3 | 2,6 |
| ДУ 4 | Т180 | 13,0 | 0,4 | 2,8 |
| ДУ-30 | Т-74С-2 | 12,5 | 0,25 | 2,2 |
| ДУ-39А | Т-100М | 25,0 | 0,35 | 2,6 |
| Пневмоколесные | | | | |
| ДУ-31А | – | 6,4 | 0,15 | 1,9 |
| ДУ-29 | – | 2,3 | 0,15 | 2,22 |
| ДУ-37Б | Т-180 | 13,0 | 0,25 | 2,6 |
| ДУ-16В | Маас-546П | 25,4 | 0,35 | 2,6 |
| ДУ-21 | БелАЗ-531 | 27,8 | 0,4 | 2,7 |

3. Особенности работы основных видов грунтоуплотняющих машин и механизмов.

Способы уплотнения грунта в котлованах и траншеях зависят от вида грунта. **Глинистые грунты** на глубину от 10 до 50 см хорошо уплотняются с помощью катков. Рекомендуется применять катки на пневматических шинах (рис. 43), кулачковые и решетчатые.



Рис. 43. Каток на пневматических шинах

Уплотнение грунта должно производиться проходками уплотняющих машин со смещением от краев к середине. Каждый последующий проход (удар) уплотняющей машины должен перекрывать след предыдущего на 0,1–0,2 м. На рис. 44 показана схема уплотнения грунта катком по замкнутому кругу.

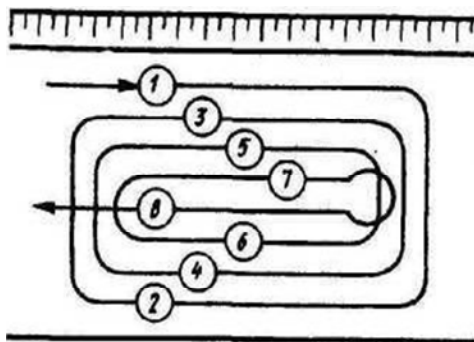


Рис. 44. Схема уплотнения грунта катком по замкнутому кругу

Уплотнение грунтов при обратных засыпках грунта в пазухах фундаментов в стесненных условиях должно производиться машинами с трамбуемыми и вибротрамбуемыми рабочими органами, выполненными как постоянное или сменное навесное оборудование к базовым серийно выпускаемым машинам (кранам, тракторам, экскаваторам).

Несвязные грунты хорошо уплотняются передвижными вибротрамбовками и виброплитами. С помощью виброплит достигается глубина уплотнения в среднем 0,5–0,7 м.

Навесная гидротрамбовка предназначена для уплотнения грунта при обратной засыпке траншей, пазух фундаментов, котлованов. Толщина уплотняемого слоя 0,5 м.

Трамбовки электрические ИЭ-4502, ИЭ-4504 и пневмотрамбовки ТР-4, ТР-6 предназначены для уплотнения несвязного грунта в стесненных условиях при засыпке траншей, котлованов. Уплотнение грунта производится путем возвратно-поступательного перемещения трамбуемого башмака. При применении электротрамбовок типа ИЭ-4502 (рис. 45) толщина отсыпаемого слоя должна быть не более 25 см и количество проходов – не менее 4.

При применении виброплит и электротрамбовок число проходов (ударов), должно быть 3–4. Каждый последующий след должен перекрывать след предыдущей на 10–20 см.



Рис. 45. Трамбовка электрическая ИЭ-4502

Трамбовки вибробезопасны, просты и надежны в работе, значительно повышают производительность труда при уплотнении грунта, исключают его последующее оседание. Глубина уплотнения за три прохода – 0,4 м.

Обратную засыпку нижних слоев грунта **в траншее** производят бульдозером, погрузчиком или экскаватором-планировщиком. Разравнивание выполняют вручную или, если позволяет рабочая зона, экскаватором-планировщиком. Верхние слои засыпают и разравнивают бульдозером. Грунт уплотняют, начиная с зон возле фундамента, а затем двигаются в направлении к краю траншеи, при этом каждый последующий проход трамбуемой машины должен перекрывать след предыдущего на 0,1–0,2 м.

Обратную засыпку грунта **в котлованах** производят автомобилями-самосвалами, разравнивание – бульдозером. В труднодоступных местах (между откосами и фундаментами) и в пределах 40 см от фундаментов грунт разравнивают вручную.

Способ уплотнения грунта также рекомендуется выбирать путем сравнения вариантов по технико-экономическим показателям с учетом области применения каждого метода. При выборе варианта уплотнения грунта необходимо учитывать:

- стесненность мест производства работ;
- свойства уплотняемых грунтов;
- объемы работ;
- наличие машин и механизмов.

Уплотнение грунта следует производить при оптимальной влажности. При недостаточной влажности связных грунтов их следует увлажнять, как правило, в местах разработки. При недостаточной влажности несвязных и малосвязных грунтов допускается увлажнять их в отсыпаемом слое. В таблице 27 приводятся оптимальные влажности грунтов и допустимые отклонения влажности (коэффициент «переувлажнения»).

Таблица 27

Значения оптимальной влажности грунтов
и допустимые отклонения влажности

| Наименование грунта | Оптимальная влажность, % | Коэффициент «переувлажнения» |
|--|--------------------------|------------------------------|
| Пески пылеватые, супеси легкие крупные | 8–12 | 1,35 |
| Супеси легкие и пылеватые | 9–15 | 1,25 |
| Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие и легкие пылеватые | 12–17 | 1,15 |
| Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые | 16–23 | 1,05 |

Выполненные работы по уплотнению грунта предъявляются авторскому и техническому надзорам и составляется акт на скрытые работы.

4. Порядок выбора машин и механизмов для обратной засыпки и уплотнения грунта.

1. Для отсыпки слоев грунта в котловане планируем использовать комплект машин, состоящий из погрузчика или экскаватора, который обеспечивает загрузку самосвалов. Отсыпаемый в котловане грунт будет разравниваться бульдозером.

2. Для уплотнения грунта в зоне фундаментов планируется использовать электрическую трамбовку типа ИЭ-4502 и каток массой 25 т на пневматических шинах для уплотнения грунта в остальных зонах.

3. Определим объемы уплотняемого грунта трамбовкой и катком на конкретном примере. На рис. 46 представлена схема засыпки пазух в котловане со столбчатыми фундаментами. Ранее были приведены объяснения о необходимости использования в зоне фундаментов для уплотнения грунта электрической трамбовки (рис. 46, зона 2). Остальной грунт уплотняется катком.

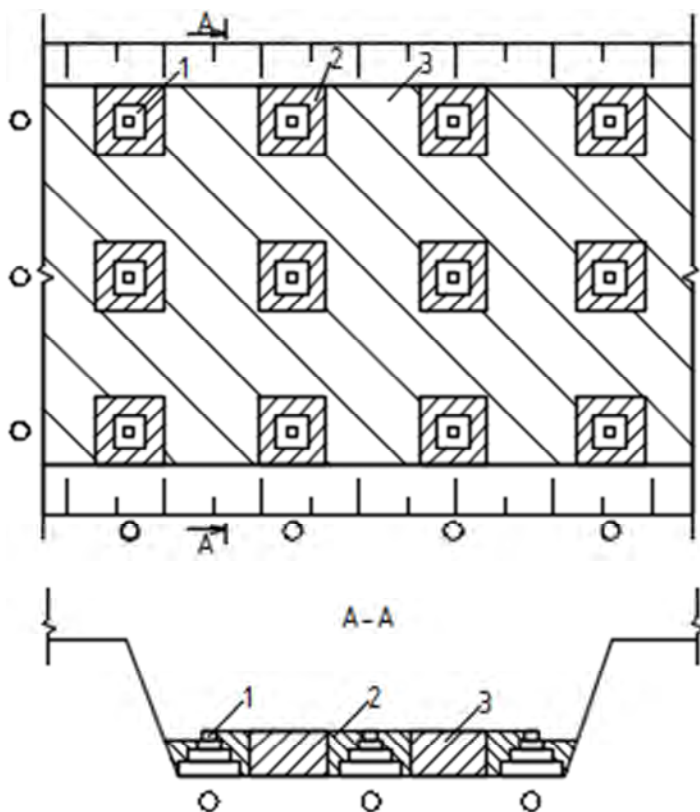


Рис. 46. Схема засыпки пазух котлована:

1 – фундамент с установленной колонной; 2 – зона уплотнения грунта ручными электротрамбовками; 3 – зона уплотнения грунта катком

При использовании электрической трамбовки Э-4502 уплотнение можно вести сразу от фундамента на ширину рабочей части трамбовки (размер трамбуемого башмака 43×33 см). Назначаем зону уплотнения 60 см (на ширину прохода до откоса). Тогда объем уплотняемого вокруг фундамента грунта можно определить по формуле:

$$V_1 = (A + 2 \cdot 0,6) \cdot (B + 2 \cdot 0,6) \cdot H - V_{\phi}, \text{ м}^3,$$

где A, B, H, V_1 – размеры подошвы фундамента, его высота в метрах и объем.

Зону между фундаментом и откосом также планируем уплотнять электрической трамбовкой Э-4502, тогда объем грунта в зоне откоса для одного фундамента будет:

$$V_2 = a \cdot (A \text{ или } B) \cdot H / 2, \text{ м}^3,$$

где a – значение заложения откоса, м;

(A или B) – ширина нижней ступени фундамента, параллельная откосу, м.

Общий объем грунта, уплотняемого электрической трамбовкой Э-4502 будет:

$$V_{\text{тр}} = V_1 \cdot N_{\text{общ}} + V_2 \cdot N_{\text{отк}}, \text{ м}^3.$$

Здесь общее количество фундаментов – $N_{\text{общ}}$, а количество фундаментов около откосов $N_{\text{отк}}$.

Определим объем грунта, уплотняемого катком:

$$V_{\text{кат}} = V_{\text{обр.зас}} - V_{\text{тр}}, \text{ м}^3.$$

Для уплотнения грунта выбираем каток на пневмошинах весом 25 т. Такой каток позволяет уплотнять (табл. 25) как песчаные грунты (с толщиной слоя уплотнения 25–30 см), так и глинистые грунты (с толщиной слоя уплотнения 20–25 см).

Электрическая трамбовка Э-4502 также обеспечивает уплотнение слоя грунта 25 см. Следовательно, можем обеспечить выполнение требования о том, что слой грунта должен иметь одинаковую

толщину по всей площади отсыпки. Это значение 25 см и используем в расчетах.

Для определения трудоемкости и продолжительности работ необходимо определить площадь всех уплотняемых слоев.

1. Электрическая трамбовка Э-4502:

$$S_{\text{тр}} = V_{\text{тр}} / 0,25, \text{ м}^2.$$

2. Каток на пневматических шинах:

$$S_{\text{кат}} = V_{\text{кат}} / 0,25, \text{ м}^2.$$

Для уплотнения грунта в пазухах фундаментов **в траншеях**, в зоне фундаментов также можно использовать электрическую трамбовку Э-4502. Эффективны для этих целей и пневматические трамбовки, например, ПН-1300 (размер уплотняющей плиты 300 × 300 мм).

На безопасном расстоянии от фундамента в данном случае можно рекомендовать использовать навесные гидромолоты на экскаватор, навесные и самоходные виброплиты, трамбовочные плиты, пневмомолоты.

Рассмотрим схемы производства работ при обратной засыпке и уплотнении грунтов (рис. 47–50).

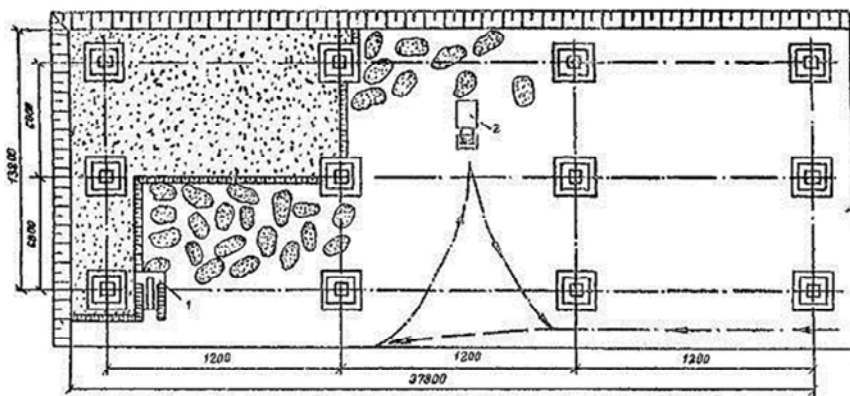


Рис. 47. Технологическая схема обратной засыпки и разравнивания грунта в котловане (на примере фрагмента котлована):

1 – бульдозер; 2 – автомобиль-самосвал МАЗ 4581

→ → → → → – направление движения автомобилей-самосвалов

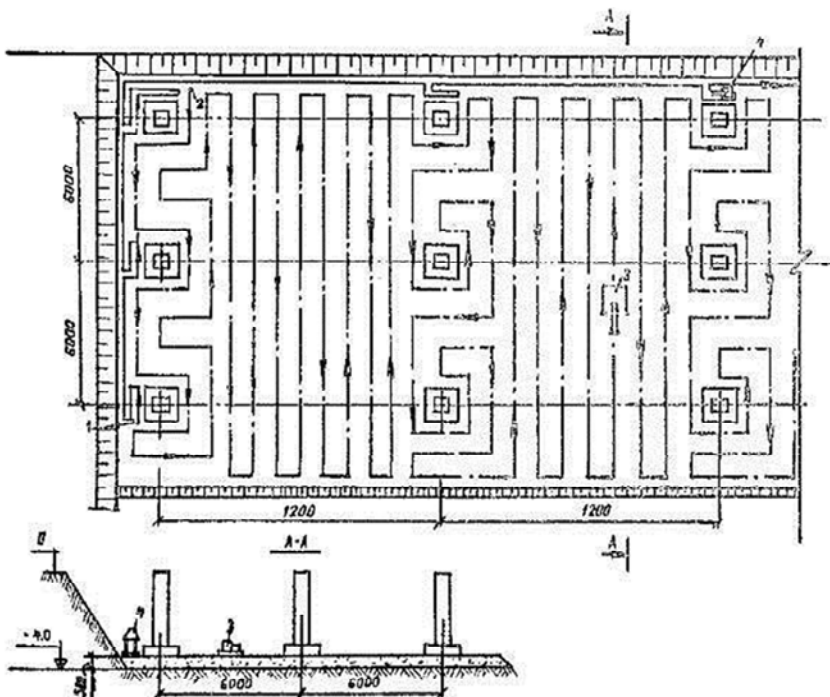


Рис. 48. Технологическая схема уплотнения несвязного грунта виброплитой (в котловане):

1 – начало работы и направление движения электротрамбовки; 2 – начало работы и направление движения вибративной плиты; 3 – вибративная плита; 4 – электротрамбовка ИЭ-4502

Примечания:

1. На схеме дано примерное направление движения вибративной плиты и электротрамбовки.
2. Уплотнение начинать с зон вокруг конструкций.

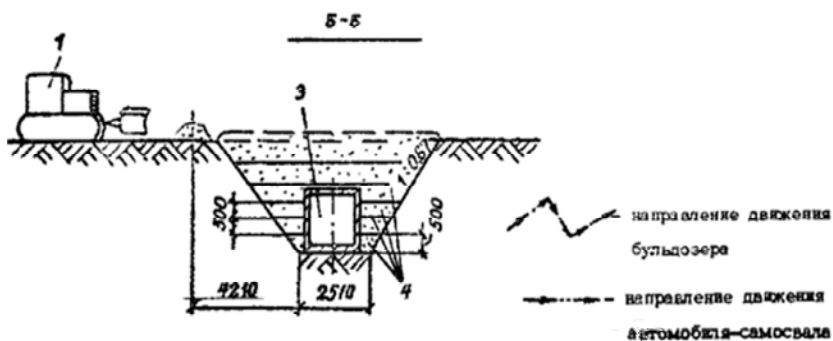
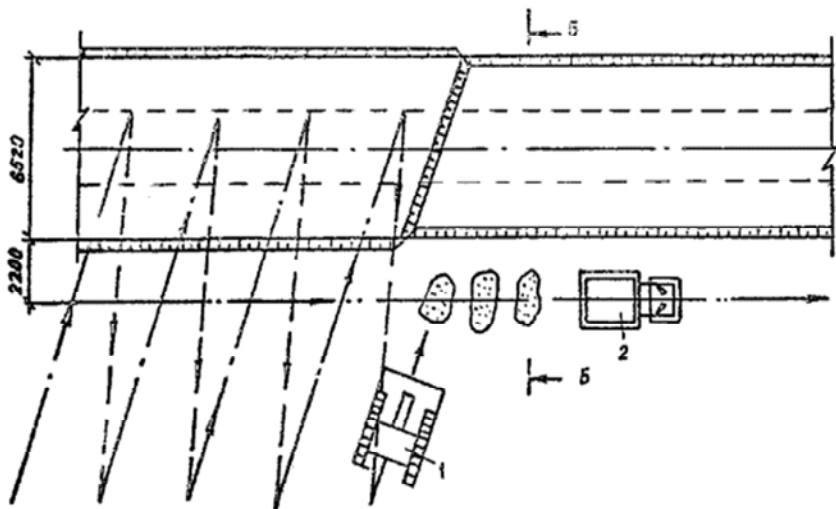


Рис. 49. Технологическая схема разравнивания грунта в траншее
 1 – бульдозер ДЗ-42; 2 – автомобиль-самосвал МАЗ 4581; 3 – коллектор;
 4 – зона разравнивания грунта вручную

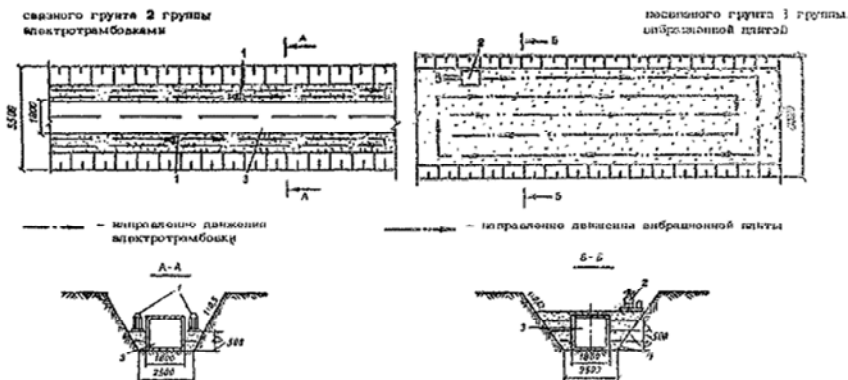


Рис. 50. Технологическая схема уплотнения связного и несвязного грунта в траншее:

1 – электротрамбовки ИЭ-4504 и др.; 2 – вибродвижная плита; 3 – коллектор;
4 – места уплотнения грунта электротрамбовкой ИЭ-4504

РАЗРАБОТКА УКАЗАНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКЕ И УПЛОТНЕНИЮ ГРУНТА

Данный раздел курсового проекта разрабатывается аналогично такому же разделу по разработке котлована (траншеи) и базируется на ранее выполненных расчетах по подбору машин для комплексной механизации работ при обратной засыпке и уплотнении грунта, на изучении требований нормативных документов.

Для практического использования разработаны типовые **технологические карты по обратной засыпке и уплотнению грунта**, в составе которых **содержится раздел «Организация и технология производства работ»**.

При разработке данного раздела курсового проекта предлагается использовать техническую литературу, нормативные документы и типовые технологические карты. Типовые технологические карты изучаются, перерабатываются и дополняются с учетом принимаемых технологических решений по производству работ на объекте, разрабатываемом в курсовом проекте.

Технологические решения по разделу «Производство работ при обратной засыпке и уплотнении грунта» включают **организацию**

и технологию производства работ по послойной засыпке котлована (траншей) с уплотнением каждого слоя до состояния получения заданного коэффициента уплотнения грунта.

РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ (3 ЧАСТЬ) ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКЕ И УПЛОТНЕНИЮ ГРУНТА

Фрагмент № 1.

Название. **1. Технологическая схема обратной засыпки и уплотнения грунта.**

Порядок выполнения.

1. Вычертить габариты площадки. Внутри вычертить сетку здания с нанесением обозначений осей и размеров в осях. Показать габариты, размеры отвала грунта для обратной засыпки пазух котлована и временные дороги вдоль отвала грунта для обратной засыпки с поворотом на въездную траншею в котлован. Показать работающий погрузчик (экскаватор), выполняющий загрузку самосвала. От начала до места работы погрузчика отвал отсутствует, так как ранее на этом участке отвала погрузчик уже загрузил грунт в автосамосвалы.

2. Нанести габаритные размеры всех фундаментов в местах пересечения осей. Нанести размеры поверху и понизу котлована (траншей) **в виде откосов** выемок.

3. Внутри котлована выделить участок, показать разгрузку и разравнивание грунта (см. в описании **1. Технологическая схема обратной засыпки и разравнивания грунта в котловане (на примере фрагмента котлована)**).

4. Внутри котлована выделить участок, показать работу трамбовки около фундаментов и катка или виброплиты (см. в описании **2. Технологическая схема уплотнения несвязного грунта виброплитой (в котловане)**) и рис. 48. Схема уплотнения грунта катком по замкнутому кругу).

5. Все работающие машины и механизмы обозначить – указать вид и марку или цифры с расшифровкой в условных обозначениях.

Схема обратной засыпки и трамбовки грунта представлена на рис. 51. Схема обратной засыпки, разравнивания, уплотнения грунта изображена на рис. 52.

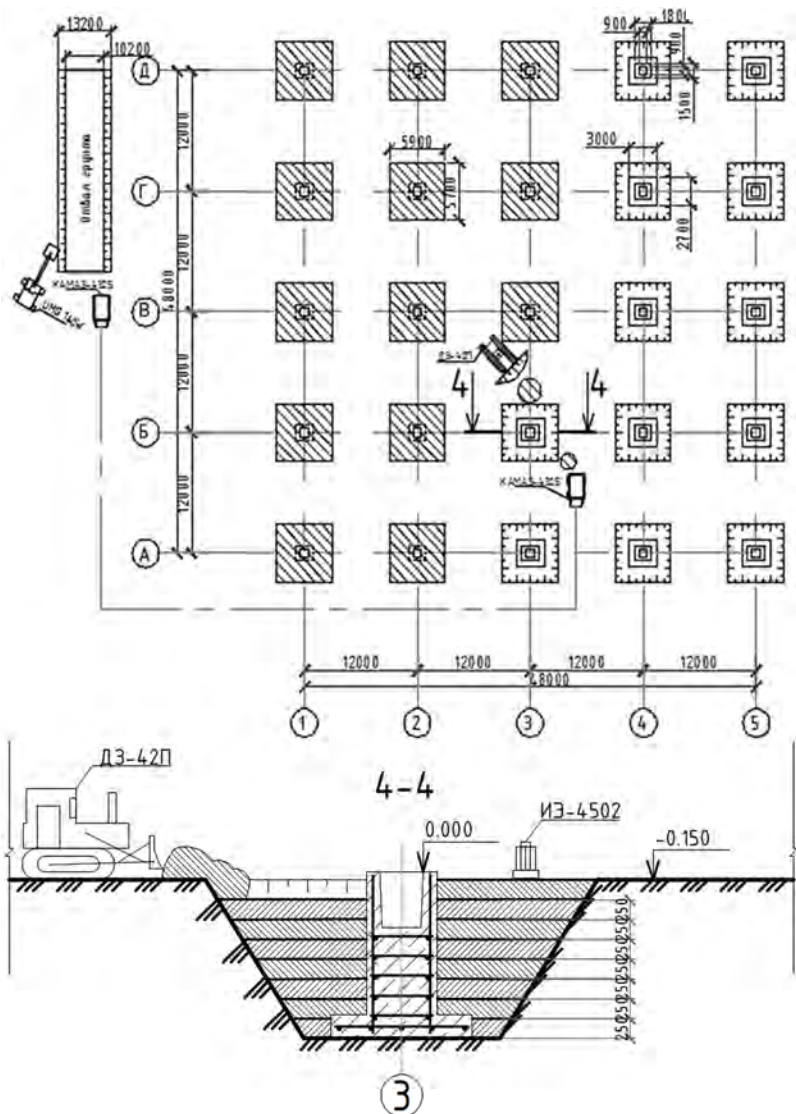
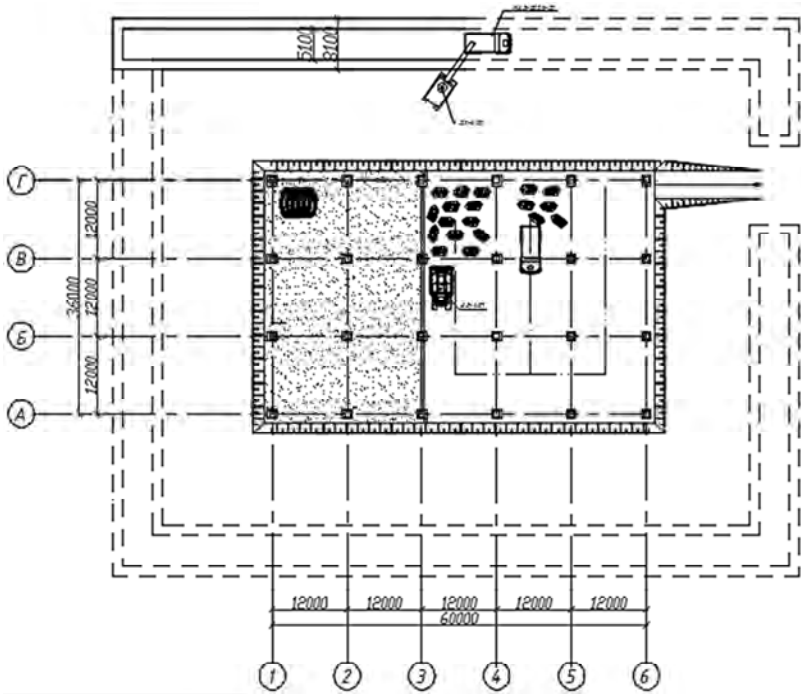


Рис. 51. Схема обратной засыпки и трамбовки грунта



Разрез 4-4

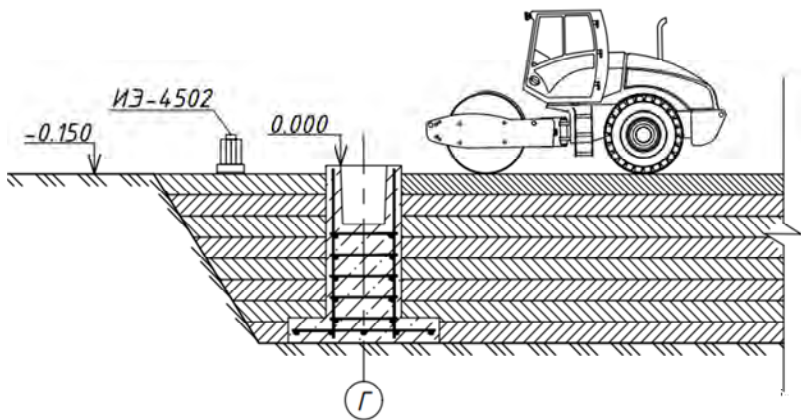


Рис. 52. Схема обратной засыпки, разравнивания, уплотнения грунта

СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЬКУЛЯЦИИ ЗАТРАТ ТРУДА И КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

1. Составление калькуляции и нормирование затрат труда

При разработке курсового проекта подсчитываются объемы работ, связанные как с разработкой выемки, так и с устройством фундамента. Все эти работы входят в калькуляцию. В калькуляцию включаются также технологические операции, выполняемые при подготовительных, вспомогательных и заключительных работах (разгрузка и складирование материалов и изделий в рабочей зоне, подача материалов и изделий к месту укладки или монтажа и др.).

При составлении калькуляции основные операции технологического процесса приводятся в технологической последовательности их выполнения.

Нормирование затрат труда на выполнение операций производится в соответствии с действующими **нормами затрат труда** (НЗТ), а также межотраслевых, отраслевых и местных норм затрат труда, с использованием хронометража или фотографии рабочего дня (п. 4.3 ТКП 45-1.01-159-2009 [11]).

На механизированные способы разработки грунта отсутствуют Республиканские нормы затрат труда (НЗТ), поэтому, в учебных целях, нормирование работ производим по сборнику Е2 «Земляные работы» (ЕНИР) [5] со ссылкой «применительно».

Как использовать сборники НЗТ для определения норм затрат.

В сборниках НЗТ приводятся:

- краткая характеристика машины (для механизированных процессов);
- указания по применению норм для отдельных сложных строительных процессов или видов работ;
- состав работ нормируемого процесса (перечисление основных операций, предусмотренных нормами;
- расчетные составы звена (наименование профессий, соотношения рабочих по разрядам и средние разряды;
- нормы затрат труда в человеко-часах;
- норма выработки на одного рабочего, определенные из расчета смены продолжительностью 8 часов;

– на механизированные процессы (кроме затрат труда рабочих строителей) приводятся отдельной графой затраты труда машинистов. Затраты труда машинистов для процессов, где механизмы участвуют эпизодически, как правило, не приводятся.

Список сборников НЗТ по земляным и бетонным работам, которые необходимы для составления в курсовом проекте калькуляции (табл. 28).

Таблица 28

Сборники НЗТ

| Шифр сборника | Наименование сборников |
|---------------|---|
| 1 | Внутрипостроечные транспортные работы |
| 2–1* | Земляные работы. Выпуск 1. Ручные земляные работы |
| 4–1 | Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения |
| 22–1 | Сварочные работы. Выпуск 1. Конструкции зданий и промышленных сооружений |
| 41 | Арматурные работы |
| б/н | Общие положения |

* – Сборник Земляные работы. Выпуск 2. Механизированные земляные работы планируется к выпуску в 2023 году. До выхода сборника затраты труда следует определять на основании хронометража или фотографирования рабочего дня. В учебных целях до выхода сборника затраты труда определяем по ЕНиР (Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы), Сборник Е2, Земляные работы, Выпуск 1, Механизированные и ручные земляные работы [5].

Составление калькуляции производится в форме таблицы (табл. 29), представленной ниже. Данная форма калькуляции **является обязательной** при разработке технологических карт в соответствии с ТКП 45-1.01-159-2009 [11]. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт».

В графе «Объем» указывается величина с учетом единицы измерения, которая назначается в соответствии со значением, принятым в НЗТ (ЕНИР).

Калькуляция затрат труда

| № п/п | Обоснование | Наименование работ | Ед. изм. | Объем | Норма времени на единицу, чел.-ч (маш.-ч) | Состав звена (бригады) | | | Затраты труда на объем, чел.-ч (маш.-ч) |
|-------|-------------|--------------------|----------|-------|---|------------------------|--------|------------|---|
| | | | | | | Профессия | Разряд | Количество | |

Из данных НЗТ (ЕНИР) заполняется графа «Состав звена». Значение «Затраты труда на объем» находим умножением показателей «Норма времени» на «Объем» по нормируемым значениям в чел.-часах и маш.-часах (значение показателя приводится в графе в скобках).

2. Построение календарного графика производства работ

При построении календарного графика реализуется принцип комплексной механизации производства работ. На каждом этапе выделяется ведущий процесс, от выполнения которого зависят сроки окончания строительства объекта. На графике данные работы выделяются сплошной линией (рекомендуется делать ее более жирной). Сопутствующие работы могут совпадать по продолжительности и тоже обозначаются сплошной линией.

Если сопутствующие работы имеют более короткие сроки, но они должны сопровождать ведущие работы, тогда на графике их обозначают пунктирной линией.

Если продолжительность сопутствующих работ превышает продолжительность ведущей работы, тогда увеличиваем численность занятых на выполнении сопутствующих работ звеньев рабочих или участвующих в работах машин. Регулировать продолжительность работ позволяет также изменение числа смен работы в течение суток.

На основании калькуляции трудовых затрат, а также технологии ведения работ составляется календарный график производства работ в форме таблицы (табл. 30).

Календарный график производства работ

| № п/п | Наименование работ | Ед. изм. | Объем | Затраты труда на объем, чел.-дн. (маш.-см) | Состав звена | К-во смен | Продолжительность работ в днях | Рабочие дни | | | | |
|-------|--------------------|----------|-------|--|--------------|-----------|--------------------------------|-------------|---|---|---|---------|
| | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | и т. д. |

Заполнение граф календарного графика производства работ производится по данным рассчитанной калькуляции. Графа «Затраты труда на объем» указывается в чел.-днях (маш.-сменах), значение показателя определяется путем деления величины «Затраты труда на объем» в чел.-часах (маш.-часах) на продолжительность смены 8 часов.

В графе «Продолжительность работ в днях» указывается значение t , определяемое по формуле:

$$t = \frac{T}{n_p \cdot n_{зв} \cdot n_{см}},$$

где T – затраты труда на объем, в чел.-днях (маш.-сменах);

n_p – количество рабочих в звене, чел;

$n_{зв}$ – количество звеньев, участвующих в работе;

$n_{см}$ – принятое количество рабочих смен в течение суток.

При этом, если работу звена сопровождает, например, монтажный кран, то продолжительность работ, найденная по формуле через значение затрат труда в чел.-днях, будет совпадать с продолжительностью работ, найденной по значению затрат в маш.-сменах.

Полученные значения продолжительности работ рекомендуется округлять до величины, кратной целому значению дней или 0,5 дня.

При заполнении графика возможно указывать значение каждого столбца как один день или одна смена. При построении графика, если выявляется, что продолжительность ведущих процессов не соответствует сопутствующим процессам (продолжительность сопутствующих процессов превышает продолжительность ведущих), производится перерасчет данных работ по принципам регулирования, изложенным выше.

При заполнении календарного графика, если отдельные работы выполняются одними и теми же исполнителями, например, прием бетонной смеси и укладка бетонной смеси, их трудоемкость можно суммировать и показывать на графике одной линией.

Основные требования, предъявляемые к графику:

- строгое соответствие технологической последовательности выполнения работ;
- обеспечение безопасности производства работ;
- максимальное совмещение выполнения работ.

3. Примеры из типовых технологических карт по перечню работ, включенных в калькуляцию.

Примеры представлены в табл. 31–35.

Таблица 31

При производстве земляных работ по разработке котлована (траншей)

| № п/п | Обоснование | Наименование работ | Ед. изм. | Норма времени | |
|-------|-------------|--|---------------------|-----------------|--|
| | | | | рабочих, чел.-ч | машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | Срезка грунта растительного слоя бульдозером с перемещением до 30 м | 1000 м ² | | |
| 2 | | Разработка грунта экскаватором, оборудованным ковшом обратная лопата с погрузкой в автосамосвал. Вместимость ковша 0,65 м ³ | 100 м ³ | | |
| 3 | | Транспортирование грунта автосамосвалами в отвал 1 на расстояние 0,5 км | м ³ | | |
| 4 | | Транспортирование грунта автосамосвалами в отвал 2 на расстояние 3 км | м ³ | | |
| 5 | | Подчистка дна траншеи экскаватором, оборудованным стругом (или планировочным ковшом), с погрузкой в автотранспорт | 100 м ³ | | |

Окончание табл. 31

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|--------------------|---|---|
| 6 | | Разработка недобора грунта бульдозером и перемещение до 20 м | 100 м ³ | | |
| 7 | | Добор немерзлого грунта вручную при выкидке грунта на две стороны | м ³ | | |
| 8 | | Погрузка грунта недобора | 100 м ³ | | |
| 9 | | Разравнивание грунта на отвале при выгрузке из автосамосвалов | 100 м ³ | | |

Таблица 32

При производстве опалубочных работ

| № п/п | Обоснование | Наименование работ | Ед. изм. | Норма времени | |
|-------|-------------|--|----------------|-----------------|--|
| | | | | рабочих, чел.-ч | машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч) |
| 1 | | Разгрузка элементов опалубки с транспортных средств | 100 т | | |
| 2 | | Сортировка конструкций | т | | |
| 3 | | Укрупнительная сборка панелей опалубки | м ² | | |
| 4 | | Подача укрупненных панелей к месту монтажа | 100 т | | |
| 5 | | Монтаж укрупненных панелей | м ² | | |
| 6 | | Установка кронштейнов для подмащивания | шт. | | |
| 7 | | Демонтаж укрупненных панелей опалубки | м ² | | |
| 8 | | Очистка щитов от бетона. Смазка лицевой поверхности | м ² | | |
| 9 | | Демонтаж кронштейнов | шт. | | |
| 10 | | Подача укрупненных панелей на площадку складирования | 100 т | | |

Таблица 33

При производстве арматурных работ

| № п/п | Обоснование | Наименование работ | Ед. изм. | Норма времени | |
|-------|-------------|---|----------------------|-----------------|--|
| | | | | рабочих, чел.-ч | машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч) |
| 1 | | Разгрузка арматурных сеток | 100 т | | |
| 2 | | Сортировка арматурных сеток вручную | т | | |
| 3 | | Установка сеток массой до 20 кг вручную | 1 сетка | | |
| 4 | | Укрупнительная сборка арматурных каркасов на площадке укрупнительной сборки | 1 сборный элемент, т | | |
| 5 | | Погрузка арматурных каркасов на автомашины | 100 т | | |
| 6 | | Подача арматурных каркасов к месту установки краном | 100 т | | |
| 7 | | Установка арматурных каркасов | каркас | | |
| 8 | | Сварка арматуры | 10 м шва | | |

Таблица 34

При производстве бетонных работ

| № п/п | Обоснование | Наименование работ | Ед. изм. | Норма времени | |
|-------|-------------|---|--------------------|-----------------|--|
| | | | | рабочих, чел.-ч | машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч) |
| 1 | | Прием бетонной смеси из автобетоносмесителя в бункеры | 100 м ³ | | |
| 2 | | Подача бетонной смеси к месту укладки в бункерах краном | м ³ | | |
| 3 | | Укладка бетонной смеси в конструкцию объемом до 10 м ³ | м ³ | | |

При производстве земляных работ по обратной засыпке

| № п/п | Обоснование | Наименование работ | Ед. изм. | Норма времени | |
|-------|-------------|--|--------------------|-----------------|--|
| | | | | рабочих, чел.-ч | машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч) |
| 1 | | Увлажнение грунта поливочной машиной ПМ-130Б при уплотнении грунта | 100 м ³ | | |
| 2 | | Уплотнение грунта слоем 0,2 м вибрационным катком ДУ-47Б | 100 м ² | | |
| 3 | | Обратная засыпка грунта автомобилями-самосвалами по слоям | 100 т | | |
| 4 | | Разравнивание грунта вручную | м ³ | | |
| 5 | | Разравнивание грунта бульдозером ДЗ-42 по слоям | 100 м ³ | | |
| 6 | | Уплотнение грунта электротрамбовкой ИЭ-4504 по слоям | 100 м ² | | |
| 7 | | Уплотнение грунта вибрационной плитой с SVP31,5 по слоям | 100 м ³ | | |
| 8 | | Засыпка траншеи бульдозером на тракторе Т-74 на расстоянии до 10 м | 100 м ³ | | |

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ

При разработке курсового проекта часть расчетов выполняется по разделам технологических карт (ТК). Требования к содержанию ТК регламентируются ТКП 45-1.01-159-2009 (02250) «Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт».

Технологические карты должны содержать следующие разделы:

- область применения;
- нормативные ссылки;

- характеристики основных применяемых материалов и изделий;
- организация и технология производства работ;
- потребность в материально-технических ресурсах;
- контроль качества и приемка работ;
- техника безопасности, охрана труда и окружающей среды;
- калькуляция или калькуляция и нормирование затрат труда.

Ранее для курсового проекта излагалась последовательность разработки разделов ТК «Организация и технология производства работ», «Калькуляция и нормирование затрат труда».

Последующие разделы «Потребность в материально-технических ресурсах», «Контроль качества и приемка работ», «Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды» разрабатываются также в соответствии с требованиями ТКП 45-1.01-159-2009 [10].

Раздел «Потребность в материально-технических ресурсах» должен содержать перечень ресурсов, необходимых для выполнения технологического процесса. Перечень ресурсов приводится как:

- ведомость потребности в материалах, изделиях, используемых при производстве работ;
- перечень средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования.

Количество и номенклатуру материалов, изделий и оборудования определяют по объемам работ и по нормам расхода ресурсов.

Количество и типы средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования определяют по принятой схеме организации работ в соответствии с объемами работ, сроками их выполнения и количеством смен.

Ведомость потребности в материалах и изделиях оформляют по форме, приведенной ниже в табл. 36.

Таблица 36

Ведомость потребности в материалах и изделиях

| № п/п | Наименование материала, изделия | Наименование и обозначение ТНПА | Единица измерения | Количество |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------|
|-------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------|

Перечень средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования оформляют по следующей форме (табл. 37).

Таблица 37

Перечень машин, механизмов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений

| № п/п | Наименование | Тип, марка, завод-изготовитель | Назначение | Основные технические характеристики | Количество на звено (бригаду), шт. |
|-------|--------------|--------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|
|-------|--------------|--------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|

РАЗРАБОТКА РАЗДЕЛА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ

Раздел «Контроль качества и приемка работ» должен содержать методы и средства контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ. Перечень методов и средств контроля должен содержать следующие подразделы:

- входной контроль поступающей продукции;
- операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций;

– приемочный контроль выполненных работ.

Для всех видов контроля должны быть указаны:

- контролируемые показатели;
- место контроля;
- объем контроля;
- периодичность контроля;
- метод контроля и обозначение ТНПА;
- средства измерений и испытательное оборудование, марка (тип), технические характеристики (диапазон измерения, цена деления, класс точности и т. д.);
- исполнитель контроля (отдел, служба, специалист);
- документ, в котором регистрируются результаты контроля (журналы работ, акты освидетельствования скрытых работ, протоколы испытаний и т. д.).

Раздел «Контроль качества и приемка работ» оформляют по следующей форме (табл. 38).

Таблица 38

Карта контроля технологических процессов

| | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|
| Объект контроля (технологический процесс) | Контролируемый параметр | | | Место контроля (отбора проб) | Периодичность контроля | Исполнитель контроля или проведения испытания | Метод контроля, обозначение ТНПА | Средства измерений, испытаний | | Оформление результатов контроля |
| | Наименование | Номинальное значение | Предельное отклонение | | | | | Тип, марка, обозначение ТНПА | Диапазон измерений, погрешность, класс точности | |
| | | | | | | | | | | |

РАЗРАБОТКА РАЗДЕЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Раздел «Охрана труда и окружающей среды» должен содержать описание безопасных методов выполнения технологических операций для всех рабочих мест, в том числе:

- решения по охране труда и технике безопасности;
- схемы безопасной организации рабочих мест с указанием ограждений опасных зон, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования;
- применяемые средства индивидуальной защиты и указания по их использованию;
- правила безопасного выполнения сварочных работ и работ, связанных с использованием открытого пламени;
- экологические требования к производству работ (условия сбора и удаления отходов; ограничение уровня шума; концентрации вредных веществ, пыли в воздухе рабочей зоны и др.).

Требования по охране труда, окружающей среды излагаются в соответствии с действующими правилами и нормами. Состав и содержание решений по охране труда должны соответствовать требованиям действующих ТНПА и правовых нормативных актов [2, 12].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗРАБОТАННОГО КОМПЛЕКСНОГО ПРОЦЕССА УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ

Технико-экономические показатели характеризуют эффективность выбранных методов работ:

1. Продолжительность работ $T_{\text{общ}}$ (в днях), определяется по календарному графику как общая продолжительность всего комплекса работ с учетом их совмещения.

2. Суммарные трудозатраты подсчитываются для трех этапов работ:

- по комплексному процессу разработки котлована (траншей);
- по комплексному процессу устройства монолитных фундаментов;

– по комплексному процессу обратной засыпки и уплотнения грунта пазух котлована.

Суммарные трудозатраты (в чел.-днях) определяются по калькуляции или календарному графику путем суммирования трудозатрат по комплексному процессу по столбцу «Затраты труда на объем».

3. Трудоемкость единицы объема работ (в чел-дн/м³) определяется для трех этапов работ, указанных в пункте 2. Находим делением суммарной трудоемкости данного этапа работ (из пункта 2) на общий объем этого вида работ.

4. Выработка на один чел.-день для трех этапов работ, указанных в пункте 2. Определяется как величина, обратная трудоемкости (в м³/чел.-день).

В конце раздела все вышеперечисленные технико-экономические показатели представляются в табличном виде.

СОСТАВ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Объем графической части – 1 лист формата А1. При расположении на листе графического материала (схем, чертежей, графиков) рекомендуется располагать материал по степени снижения масштабности, его удельного веса и последовательности выполнения работ. Размещать материал по принципу: слева направо, сверху вниз.

Перечень материала графической части содержится в соответствующих разделах, представленных под заголовками:

Разработка материалов для оформления графической части курсового проекта по результатам проектирования производства работ (части 1, 2, 3).

Расположение схем производства работ и сопутствующих разрезов, графиков, условных обозначений рекомендуется размещать компактно с зонированием листа графической части по стадиям выполняемых работ.

СОСТАВЛЕНИЕ СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на литературу, нормативно-техническую документацию, иные источники, использованные при работе над курсовым проектом, помещают в конце расчетно-пояснительной записки перед приложениями в виде «Списка использованной литературы».

В тексте расчетно-пояснительной записки все ссылки на анализируемые опубликованные сведения, заимствованные положения, формулы, таблицы, иллюстрации, методики записывают арабскими цифрами в квадратных скобках в возрастающем порядке.

В списке использованной литературы позиции располагают и нумеруют в той последовательности, в которой расположены и пронумерованы ссылки в тексте расчетно-пояснительной записки [13].

Без ссылок в тексте расчетно-пояснительной записки разрешается использовать сведения, полученные на учебных занятиях.

Библиографические описания должны быть выполнены в соответствии с правилами, установленными стандартом ГОСТ 7.1-2003 [14].

Образцы описания источников в списке.

Пример указания книги:

1. Леонович, С. Н. Технология строительного производства: пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02-2 «Экспертиза и управление недвижимостью» специализации 1-27 01 01-17 «Экономика и организация производства (строительство)» / С. Н. Леонович, В. Н. Черноиван. – Минск: БНТУ, 2015. – 505 с.

Пример указания нормативных документов:

2. Строительство. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ: СТБ 1958-2009. – Введ. 06.09.2017. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 18 с.

3. Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта: СТБ 2255-2012. – Взамен ГОСТ 21.101-93; введ. 01.07.2012. – Минск: Госстандарт, 2012. – 38 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устройство оснований и фундаментов: СП 5.01.02-2023. – Взамен П16-03 к СНБ 5.01.01-99; введ. 04.05.2023. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2023. – 172 с.
2. Правила по охране труда при выполнении строительных работ. – Введ. 31.05.2019. – Минск: Министерство труда и социальной защиты Респ. Беларусь, Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2019. – 51 с.
3. Нормы затрат труда на монтажные и ремонтно-строительные работы. Земляные работы. Выпуск 1. Ручные земляные работы: НЗТ. – Введ. 22.06.2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 49 с.
4. Хамзин, С. К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / С. К. Хамзин, А. К. Карасев. – М.: ООО БАСГЕТ, 2006. – 216 с.
5. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы: ЕНиР. – Введ. 05.12.1986. – М., 1986. – 193 с.
6. Горячева, И. А. Производство земляных работ и устройство фундаментов: учебно-методическое пособие / И. А. Горячева, Г. Г. Мадалинский. – Минск: БНТУ, 2005. – 110 с.
7. Организация строительного производства: СН 1.03.04-2020. – Введ. 29.03.2021. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2020. – 39 с.
8. Нормы затрат труда на строительные монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник № 4 Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения: НЗТ. – Введ. 22.06.2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 97 с.
9. Возведение строительных конструкций, зданий и сооружений: СН 1.03.01-2019. – Введ. 16.08.2020. – Минск: МАиС РБ, 2020. – 124 с.
10. Монтаж зданий. Правила механизации: ТКП 45-1.03-63-2007. – Введ. 01.09.2007. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2007. – 88 с.

11. Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт: ТКП 45-1.01-159-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 52 с.

12. Об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г., № 1982. – Минск: Амалфея, 1992.

13. Инструкция о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломным проектам (дипломным работам), их содержанию и оформлению, обязанности руководителя, консультанта, рецензента дипломного проекта (дипломной работы). – Минск: БНТУ, 2014. – 30 с.

14. Библиографическая запись. Общие требования и правила составления: ГОСТ 7.1-2003. – Введ. 30.04.2004. – Москва: ИПК Издво стандартов, 2004. – 47 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

При назначении исходных данных для курсового проектирования нужно учитывать зависимость размеров фундаментов от значений пролетов. Предлагаются таблицы вариантов заданий для подбора размеров фундаментов с различным количеством ступеней в зависимости от величины пролетов.

Варианты заданий КП с одноступенчатыми фундаментами (размер подколонника $0,9 \times 0,9$ м, сечение колонны $0,4 \times 0,4$ м, глубина стакана $0,7$ м) представлены в таблицах 1.1, 1.2.

Таблица 1.1

Варианты задания для одноступенчатого фундамента

| Вариант № п/п | Пролет, м | Кол-во пролетов | Шаг колонн, м |
|------------------|-----------|--------------------|------------------|
| 1 | 12 | 3 | 6 |
| 2 | 12 | 4 | 6 |
| 3 | 12 | 5 | 12 |
| 4 | 12 | 4 | 12 |
| 5 | 9 | 3 | 6 |
| 6 | 9 | 4 | 6 |
| 7 | 6 | 5 | 6 |
| 8 | 6 | 6 | 6 |

Для каждого варианта дополнительно назначаются длина здания, размеры фундамента в плане, высота ступеней, глубина заложения фундамента, группа грунта, дальность перевозки грунта.

Таблица 1.2

Исходные данные для проектирования одноступенчатого фундамента

| Длина здания, м | Фундамент | | $H_{\text{ф}}$, м | Грунт, $\Gamma_{\text{р}}$ | Дальность перевозки грунта $L_{\text{тр}}$, км |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------|--|
| | Размеры фундамента в плане, м | Высота ступеней, см | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 48 | $1,5 \times 1,5$ | 1 (30) | 1,6 | 1 | 2 |
| 54 | $1,5 \times 1,8$ | 1 (30) | 1,8 | 2 | 3 |

Окончание табл. 1.2

| | | | | | |
|----|-----------|--------|-----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 60 | 1,8 × 1,8 | 1 (30) | 2,0 | 3 | 4 |
| 66 | 1,8 × 1,8 | 1 (45) | 2,2 | 4 | 5 |
| 72 | 1,8 × 2,1 | 1 (45) | | | 6 |
| 42 | 2,4 × 1,8 | 1 (45) | | | |
| 36 | | | | | |

Варианты заданий КП с двухступенчатыми фундаментами (размер подколонника 1,2 × 1,2 м, сечение колонны 0,4 × 0,6 м, глубина стакана 0,8 м) представлены в табл. 1.3, 1.4.

Таблица 1.3

Варианты задания для двухступенчатого фундамента

| Вариант № п/п | Пролет, м | Кол-во пролетов | Шаг колонн, м |
|---------------|-----------|-----------------|---------------|
| 1 | 18 | 3 | 6 |
| 2 | 18 | 4 | 6 |
| 3 | 18 | 5 | 12 |
| 4 | 18 | 4 | 12 |
| 5 | 24 | 3 | 6 |
| 6 | 24 | 4 | 6 |
| 7 | 24 | 5 | 12 |
| 8 | 24 | 4 | 12 |

Для каждого варианта дополнительно назначаются длина здания, размеры фундамента в плане, высота ступеней, глубина фундамента, группа грунта, дальность перевозки грунта.

Таблица 1.4

Исходные данные для проектирования двухступенчатого фундамента

| Длина здания, м | Фундамент | | Н _ф , м | Грунт, Г _р | Дальность перевозки грунта L _{тр} , км |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|---|
| | Размеры фундамента в плане, м | Высота ступеней, см | | | |
| 48 | 2,4 × 2,4 | 2 (30) | 2,4 | 1 | 2 |
| 54 | 2,4 × 2,7 | 2 (30) | 2,6 | 2 | 3 |

Окончание табл. 1.4

| | | | | | |
|----|-----------|--------|-----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 60 | 2,4 × 3,0 | 2 (30) | 2,8 | 3 | 4 |
| 66 | 3,0 × 2,7 | 2 (45) | 3,0 | 4 | 5 |
| 72 | 3,0 × 3,3 | 2 (45) | | | 6 |
| 42 | 3,0 × 3,0 | 2 (45) | | | |

Варианты заданий КП с трехступенчатыми фундаментами (размер подколонника 1,2 × 1,5 м, сечение колонны 0,4 × 0,8 м, глубина стакана 0,9 м) представлены в табл. 1.5, 1.6.

Таблица 1.5

Варианты задания для трехступенчатого фундамента

| Вариант № п/п | Пролет, м | Кол-во пролетов | Шаг колонн, м |
|------------------|-----------|--------------------|------------------|
| 1 | 24 | 3 | 6 |
| 2 | 24 | 4 | 6 |
| 3 | 24 | 5 | 12 |
| 4 | 24 | 4 | 12 |
| 5 | 30 | 3 | 6 |
| 6 | 30 | 4 | 6 |
| 7 | 30 | 5 | 12 |
| 8 | 30 | 4 | 12 |

Для каждого варианта дополнительно назначаются длина здания, размеры фундамента в плане, высота ступеней, глубина фундамента, группа грунта, дальность перевозки грунта.

Таблица 1.6

Исходные данные для проектирования трехступенчатого фундамента

| Длина здания, м | Фундамент | | Н _ф , м | Грунт, Г _р | Дальность перевозки грунта L _{тр} , км |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|--|
| | Размеры фундамента в плане, м | Высота ступеней, см | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 48 | 3,0 × 3,3 | 3 (30) | 3,2 | 1 | 2 |
| 54 | 3,0 × 3,6 | 3 (30) | 3,4 | 2 | 3 |

Окончание табл. 1.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|-----------|--------|-----|---|---|
| 60 | 3,3 × 3,3 | 3 (30) | 3,6 | 3 | 4 |
| 66 | 3,3 × 3,6 | 3 (45) | 3,8 | 4 | 5 |
| 72 | 3,3 × 3,9 | 3 (45) | | | 6 |
| 42 | 3,6 × 3,6 | 3 (45) | | | |
| 36 | | | | | |

В составе заданий на курсовое проектирование рекомендуется назначать индивидуальные задания. Ниже приведены 6 вариантов индивидуальных заданий на разработку варианта технологии производства работ:

1. Разработка выемки под фундаменты в зимних условиях (глубина промерзания грунта 0,7 м).

2. Разработка выемки под фундаменты в условиях наличия грунтовых вод (уровень грунтовых вод 1,2 м) с использованием водоотлива.

3. Разработка выемки под фундаменты в условиях наличия грунтовых вод (уровень грунтовых вод 1,2 м) с использованием искусственного водопонижения.

4. Разработка технологии бетонирования фундаментов в зимних условиях с использованием греющих проводов.

5. Разработка технологии бетонирования фундаментов в зимних условиях с использованием метода термоса.

6. Разработка технологии бетонирования фундаментов в зимних условиях с использованием противоморозных добавок.

Образец титульного листа

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Строительные материалы и технология строительства»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КУРСОВОГО ПРОЕКТА

«Производство земляных работ и устройство фундаментов»

по дисциплине «Технология строительного производства»

Обучающийся __ курса
группы _____ (Инициалы, фамилия)
(подпись)

Руководитель _____ (Инициалы, фамилия)
(подпись)

Минск 2023 г.

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет – *строительный*

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой _____

«__» _____ 202__ г.

ЗАДАНИЕ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Студенту группы _____

Тема курсового проекта – *Производство земляных работ и устройство фундаментов*

1. Сроки сдачи законченного проекта – _____

2. Исходные данные к курсовому проекту:

| Пролет, м | Кол-во пролетов | Шаг колонн, м | Длина здания, м | H_f , м | Размеры фундамента в плане, м | Размер подколника, м | Кол-во, (высота) ступеней | Сечение колонны, м | Глубина стакана, м | Грунт, Γ_p | Дальность перевозки грунта $L_{пр}$, км |
|-----------|-----------------|---------------|-----------------|-----------|-------------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--|
| | | | | | | | | | | | |

Вариант индивидуального задания ____.

1. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, которые подлежат разработке):

- титульный лист стандартного образца;
- исходные данные для проектирования (подшивается данное утвержденное задание по курсовому проектированию).
- Содержание;
- введение (цели проектирования);
- разработка плана фундаментов здания, разреза по фундаментам с определением их размеров и объемов фундаментов;
- определение вида и объема выемки под фундаменты по результатам расчета возможности разработки грунта экскаватором и прохода транспортных средств;
- определение объемов грунта при срезке растительного слоя, при зачистке дна котлована, для обратной засыпки, вывозимого за пределы строительной площадки;

– уточнение вида и фактических параметров экскаватора, определение размеров и количества проходок, выбор средств для зачистки дна котлована, выбор и расчет транспортных средств для отвозки грунта;

– разработка указаний по технологии и организации производства земляных работ;

– подсчет объемов опалубочных, арматурных и бетонных работ;

– выбор методов производства, машин и механизмов для выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ;

– разработка указаний по технологии и организации производства опалубочных, арматурных и бетонных работ;

– разработка указаний по технологии и организации работ по обратной засыпке и уплотнению грунта в выемках с определением объемов работ и подбором необходимых машин и механизмов;

– разработка указаний (с необходимыми расчетами) по технологии и организации работ индивидуального задания;

– составление калькуляции затрат труда на производство земляных работ и устройство фундаментов;

– разработка календарного графика производства работ с определением технико-экономических показателей;

– составление ведомостей потребности в материалах, машинах, механизмах, приспособлениях, инвентаре и инструментах;

– разработка указаний по контролю качества и приемке земляных, опалубочных, арматурных и бетонных работ;

– разработка указаний по технике безопасности, охране труда и окружающей среды;

– список использованных источников, в том числе нормативных, проектных и справочных материалов.

2. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков):

– схема разбивки котлована с указанием обноски, границ котлована и плана фундаментов, мест складирования растительного грунта, грунта обратной засыпки, временных дорог, зоны складирования материалов для устройства фундаментов;

– схема производства работ по срезке растительного слоя;

– схема производства работ по разработке котлована (траншей под фундаменты) с разрезом по месту работы экскаватора;

- схема производства работ по зачистке дна котлована с разрезом по месту работы применяемого механизма;
- схема производства работ по выполнению опалубочных, арматурных и бетонных работ с указанием дорог, мест складирования материалов с разрезом по месту работы применяемых механизмов;
- схема раскладки опалубки;
- схема производства работ по засыпке пазух котлована и уплотнению грунта с разрезом по месту работы применяемых механизмов;
- схема производства работ по технологии, разработанной по индивидуальному заданию.

Примечание. На схемах производства работ указываются (при необходимости) границы разбивки на захватки, пути движения и стоянки механизмов.

- схемы организации рабочей зоны основных машин при выполнении отдельных видов работ (если организация рабочей зоны не показана на схеме производства соответствующих работ);
- график работы автосамосвалов при отвозке грунта;
- технические характеристики основных применяемых машин;
- календарный график производства работ.

Руководитель _____
(подпись)

Подпись обучающегося _____

Дата выдачи задания _____ 202__ г.

СОДЕРЖАНИЕ (пример)

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| РАЗРАБОТКА ПЛАНА И РАЗРЕЗА ПО ФУНДАМЕНТАМ ЗДАНИЯ | 5 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ВЫЕМКИ ПОД ФУНДАМЕНТЫ | 11 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ГРУНТА | 11 |
| ВЫБОР ЭКСКАВАТОРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОТЛОВАНА ПОД ФУНДАМЕНТЫ | 11 |
| ВЫБОР АВТОСАМОСВАЛА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУНТА | 11 |
| ПОДБОР БУЛЬДОЗЕРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НЕДОБОРА ГРУНТА | 11 |
| РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРА С РАЗРАБОТКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНА ПОД ФУНДАМЕНТЫ | 22 |
| УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНА | 2 |
| ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ | 22 |
| ВЫБОР КРАНА ДЛЯ ПОДАЧИ БЕТОННОЙ СМЕСИ | 22 |
| УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ СТУПЕНЧАТЫХ ФУНДАМЕНТОВ | 22 |
| ВЫБОР МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКИ И УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА | 22 |
| УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКЕ И УПЛОТНЕНИЮ ГРУНТА | 22 |
| СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЬКУЛЯЦИИ ЗАТРАТ ТРУДА И КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ | 30 |
| ПОТРЕБНОСТЬ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ | 30 |
| КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКА РАБОТ | 30 |
| ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ | 30 |
| ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТАННОГО КОМПЛЕКСНОГО ПРОЦЕССА УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ | 30 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 30 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 30 |

ВВЕДЕНИЕ

Оформление подраздела «Введение» рекомендуется выполнять после завершения расчетов по курсовому проекту. В этом случае не будет сложностей в описании целей проектирования.

Например, подраздел «Введение» может быть изложен в следующем виде:

ВВЕДЕНИЕ

В курсовом проекте представлены разработанные технологические и организационные решения по... (дается перечень).

Выполнено обоснование принятых технологических решений по... (дается перечень).

Определены объемы работ по... (дается перечень).

С учетом исходных данных и параметров запроектированных процессов выполнен подбор машин и механизмов по... (дается перечень).

Проработаны решения по работе ведущих машин при выполнении... (дается перечень).

По результатам подсчета трудоемкости работ составлена калькуляция, график производства работ, определены технико-экономические показатели. Разработаны указания по охране труда, контролю качества и приемке работ.

Введение оформляется на отдельной странице

Учебное издание

С о с т а в и т е л и:
БОЗЫЛЕВ Василий Васильевич
ШЕВКО Владимир Викторович

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
по дисциплине «Технология строительного производства»
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»

Редактор *П. П. Горбач*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 15.02.2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 8,38. Уч.-изд. л. 5,86. Тираж 50. Заказ 685.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.