

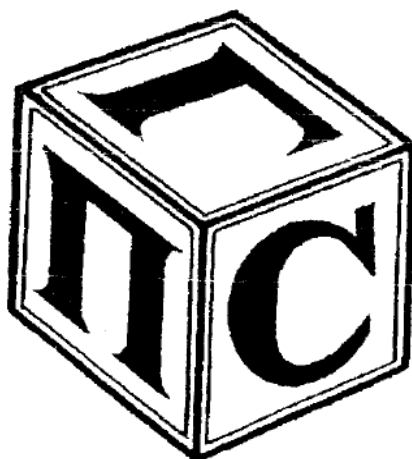
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальностей
6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью»
и 7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»
очной и заочной форм обучения*

Часть 1



Могилев 2025

УДК 69.059
ББК 38.683
Т38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
«27» февраля 2025 г., протокол № 9

Составители: канд. техн. наук, доц. С. В. Данилов;
Л. М. Фомичёва

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

В методических рекомендациях представлены теоретическая часть и
порядок проведения практических занятий.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Часть 1

Ответственный за выпуск	С. В. Данилов
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать	. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.	
Печать трафаретная. Усл. печ. л.	. Уч.-изд. л.	. Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2025

Содержание

Введение	4
1 Практическое занятие № 1. Определение объемов работ по срезке растительного слоя грунта	5
2 Практическое занятие № 2. Определение линейных размеров фундаментов и выемок.....	5
3 Практическое занятие № 3. Определение объемов работ по устройству строительной обноски	12
4 Практическое занятие № 4. Подсчет объемов работ по устройству котлованов, траншей и ям ..	14
5 Практическое занятие № 5. Выбор машин для разработки грунта в выемках	16
6 Практическое занятие № 6. Определение трудоемкости и машиноемкости производства механизированных земляных работ	19
7 Практическое занятие № 7. Подсчет объемов арматурных, опалубочных и бетонных работ	20
8 Практическое занятие № 8. Определение трудоемкости и машиноемкости возведения столбчатых фундаментов	22
8.1 Определение рационального количественного и квалификационного состава звена по возведению столбчатых фундаментов	24
8.2 Определение требуемого комплекта опалубки для возведения столбчатых фундаментов	25
9 Практическое занятие № 9. Подсчет объемов работ по обратной засыпке фундаментов и выбор машин и механизмов для уплотнения грунта	26
9.1 Выбор машин и механизмов для уплотнения грунта и подсчет объемов работ по обратной засыпке пазух и уплотнению грунта.....	26
9.2 Определение трудоемкости и машиноемкости устройства обратных засыпок пазух котлованов и траншей	29
10 Практическое занятие № 10. Проектирование календарного графика производства работ.....	31
10.1 Техничко-экономические показатели календарного графика производства работ	35
Список литературы	36
Приложение А	37
Приложение Б	40
Приложение В	42

Введение

Возведение подземной части здания включает производство земляных работ, работ по возведению конструкций фундаментов и специальных видов работ по устройству вводов инженерных сетей.

Производство земляных работ состоит из срезки растительного слоя грунта, вертикальной планировки строительной площадки, устройства временных выемок в виде котлованов, траншей либо ям, ручной доработки грунта под строительные конструкции фундаментов, обратной засыпки пазух котлованов, траншей либо ям с уплотнением грунта.

Котлованами называют выемки шириной более 3 м, траншеями – более узкие выемки для фундаментов или инженерных сетей. Ямы – это выемки под отдельно стоящие фундаменты или столбы.

Вертикальную планировку строительной площадки осуществляют по отдельно разработанному проекту с подсчетом объемов земляных работ. Ручную доработку грунта под строительные конструкции фундаментов осуществляют не более чем за одни сутки до начала их возведения. Устройство временных выемок осуществляют механизированным способом, как правило, с помощью землеройных машин в комплекте с бульдозерами и транспортными средствами. При значительных объемах работ выемки разрабатывают в летних условиях участками, не превышающими 1000 м², а в зимних – 300 м². Перерыв между окончанием разработки выемок и устройством фундаментов (более 24 ч), как правило, не допускается.

Наиболее распространенным видом фундаментов производственных зданий являются монолитные железобетонные столбчатые фундаменты стаканного типа. Возведение таких фундаментов включает опалубочные, арматурные и бетонные работы.

Опалубка должна соответствовать требованиям СТБ 1110 и обеспечивать проектную форму, геометрические размеры и качество поверхности возводимых конструкций в пределах установленных допусков. Распалубку незагруженных вертикальных монолитных бетонных и железобетонных конструкций можно производить при достижении бетоном прочности на сжатие 0,2...0,3 МПа.

Для обеспечения проектной толщины защитного слоя бетона рабочей арматуры применяют пластмассовые фиксаторы, а при устройстве фундаментов по грунту – бетонные подкладки. При устройстве фундаментов по бетонной подготовке толщина защитного слоя бетона равна 30...40 мм, а по грунту – 80 мм.

Транспортирование и подачу бетонной смеси осуществляют специализированными транспортными средствами, обеспечивающими сохранение заданных показателей бетонной смеси. Индивидуальные задания для практических занятий приведены в таблицах А.1, А.2 и на рисунке А.1.

1 Практическое занятие № 1. Определение объемов работ по срезке растительного слоя грунта

Срезку растительного слоя грунта производят в подготовительный период строительства. До начала земляных работ в пределах строительной площадки снимают плодородный растительный слой грунта и укладывают в отвалы для дальнейшего использования при рекультивации сельскохозяйственных земель и благоустройстве территорий. Плодородный слой снимают в талом состоянии бульдозерами, а при больших объемах работ – скреперами. Толщину срезки назначает проектная организация. Нормами учтена срезка грунта при отсутствии корней кустарника за один-два прохода по одному следу на глубину до 15 см; при наличии корней кустарника и деревьев – за два-три прохода по одному следу на общую глубину до 25 см. Ширина участка расчистки принята до 30 м.

Примерная схема производства работ по срезке растительного слоя грунта приведена на рисунке 1. Подсчет объемов работ производят по форме, приведенной в таблице 1.

2 Практическое занятие № 2. Определение линейных размеров фундаментов и выемок

Геометрические размеры котлованов траншей и ям зависят от конструкции и размеров фундаментов, вида грунта, глубины заложения фундаментов, рельефа местности, привязки строительных конструкций к разбивочным осям и других параметров.

Для определения размеров выемок необходимо:

- согласно индивидуальному заданию установить размеры фундаментов и вычертить их схемы по примеру, приведенному на рисунках 2 и 3;
- расположить фундаменты в соответствии с требованиями привязки колонн одноэтажных производственных зданий к разбивочным осям здания (рисунок 4);
- в соответствии с планировочными параметрами здания, приведенными в индивидуальном задании, и решениями, приведенными на рисунках 2–4, принять тип выемки для возведения столбчатых фундаментов (рисунки 5–7);
- в соответствии с требованиями по приближению строительных конструкций к откосам выемок установить размеры выемок понизу и поверху аналогично примерам, приведенным на рисунке 8.

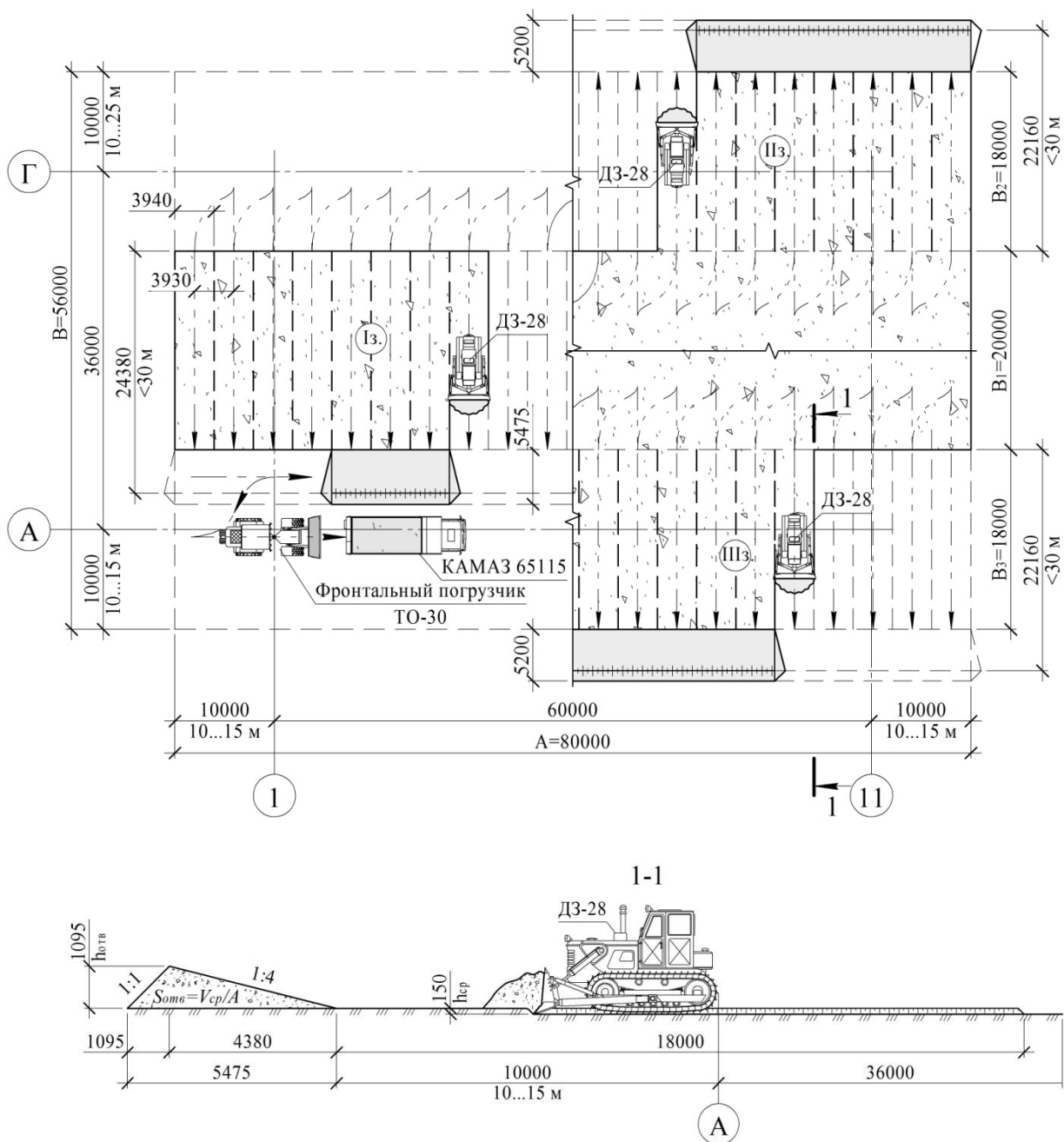


Рисунок 1 – Примерная схема срезки растительного слоя грунта

Таблица 1 – Ведомость объёмов работ по срезке растительного слоя грунта

Номер участка по схеме	Размер участка, м		Площадь срезки слоя грунта, 1000 м ²	Примечание
	длина	ширина		

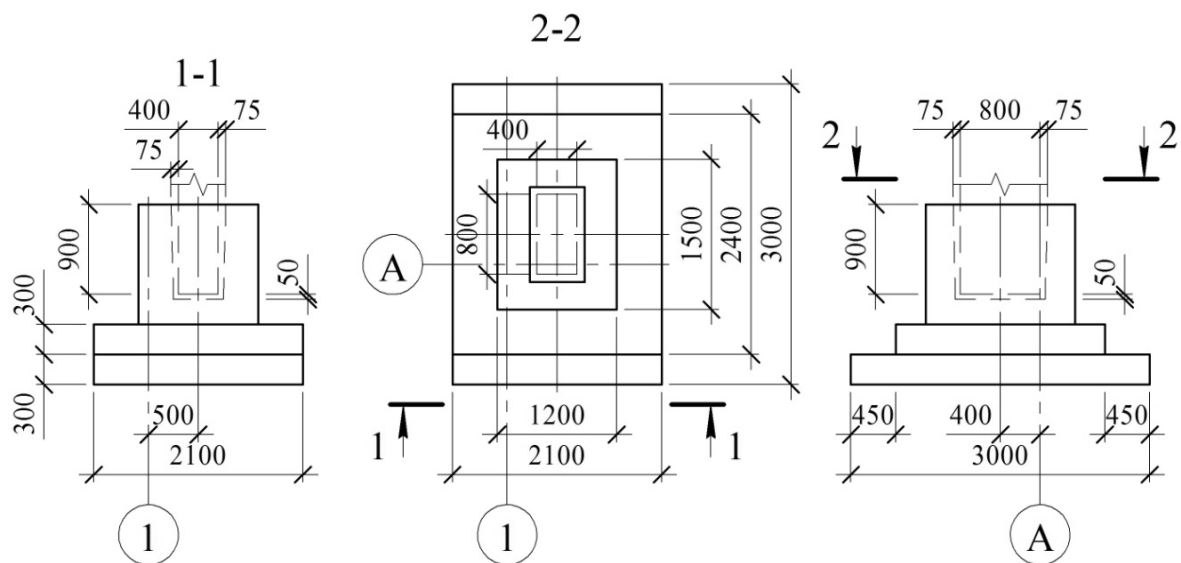


Рисунок 2 – Конструктивная схема фундаментов, расположенных по крайней оси

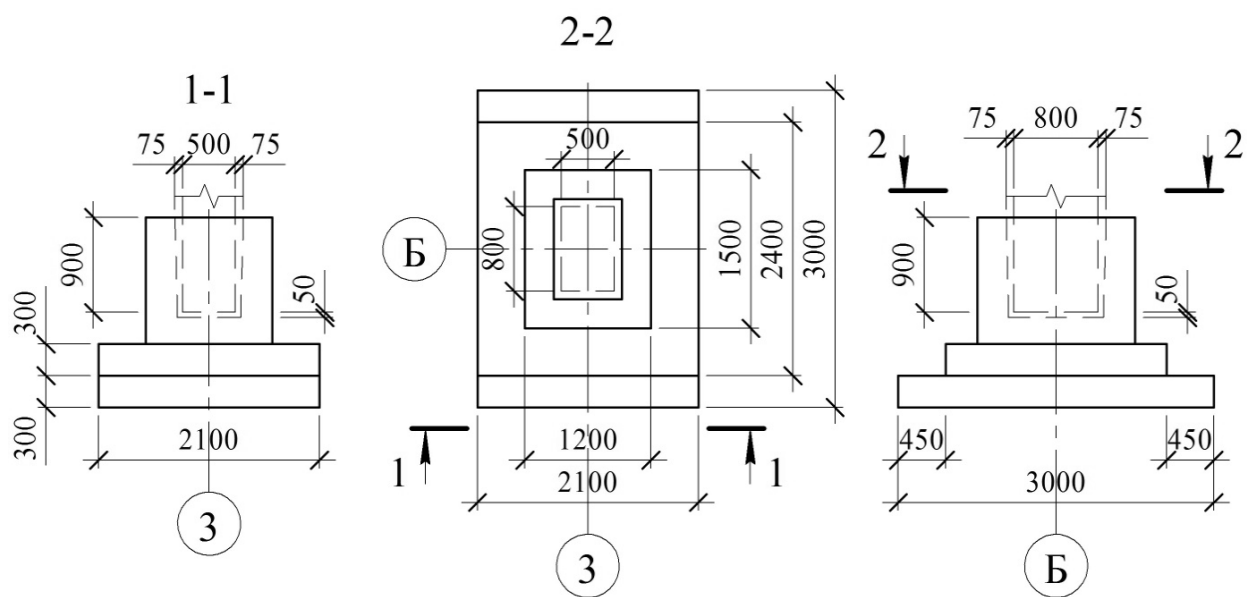


Рисунок 3 – Конструктивная схема фундаментов, расположенных по средней оси

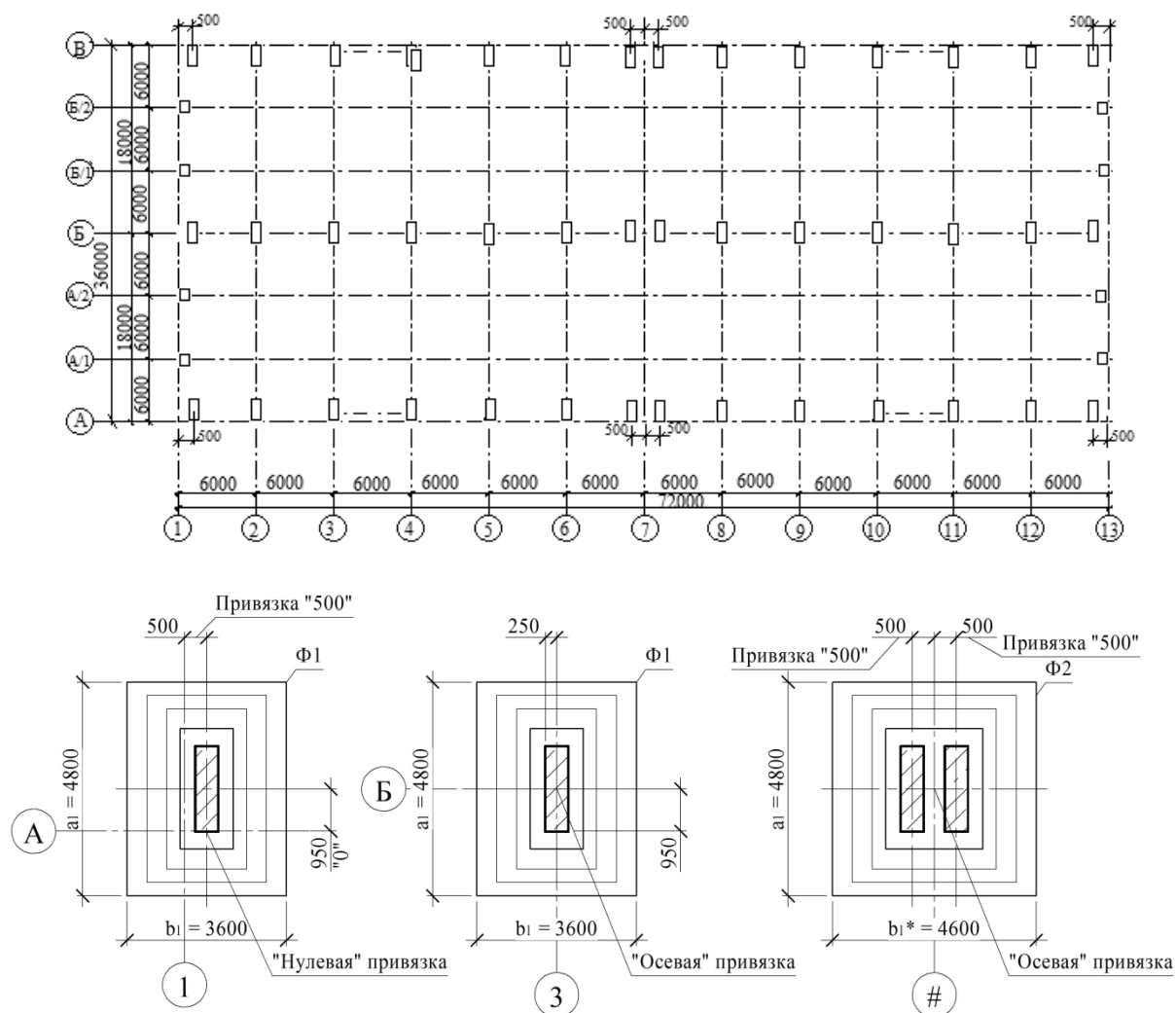


Рисунок 4 – Привязка фундаментов к разбивочным осям

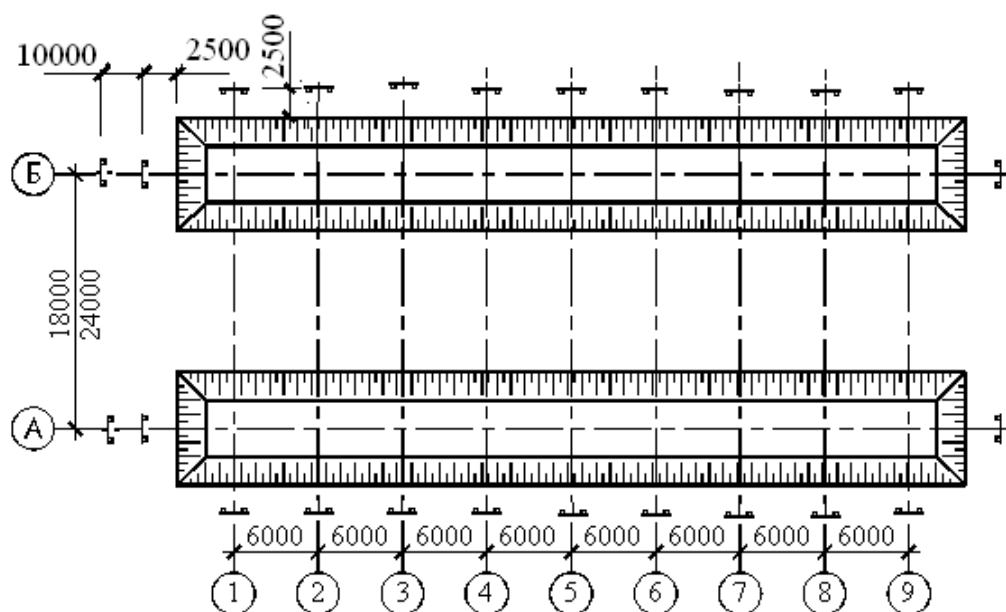


Рисунок 5 – Схема устройства траншей под фундаменты здания при пролетах 18 и 24 м

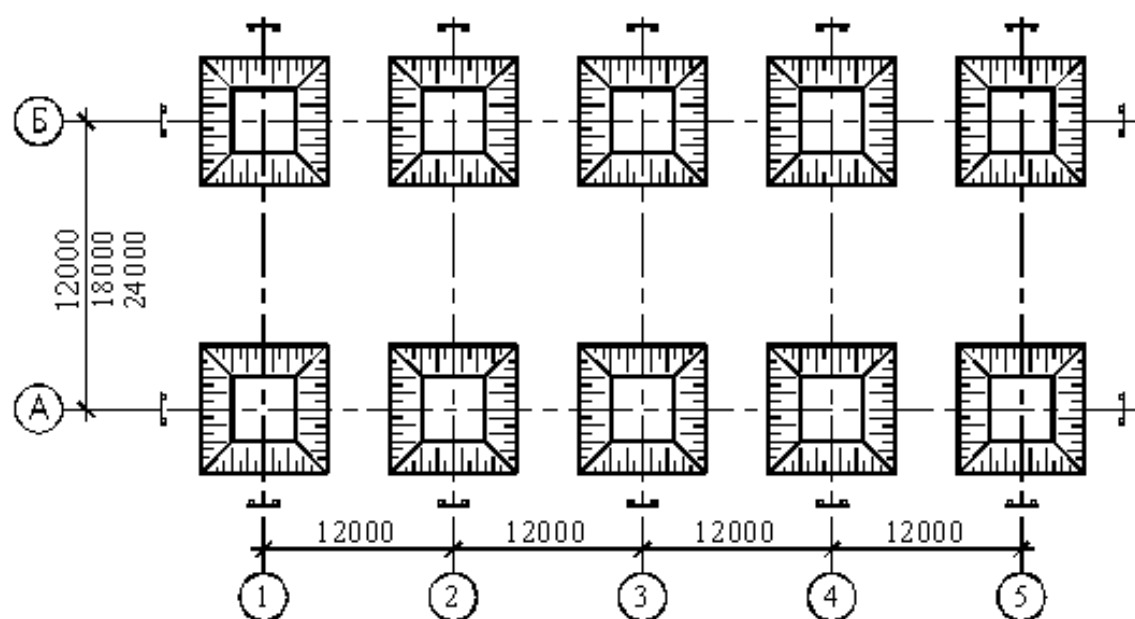


Рисунок 6 – Схема устройства котлованов при шаге и пролете колонн 12 м и более

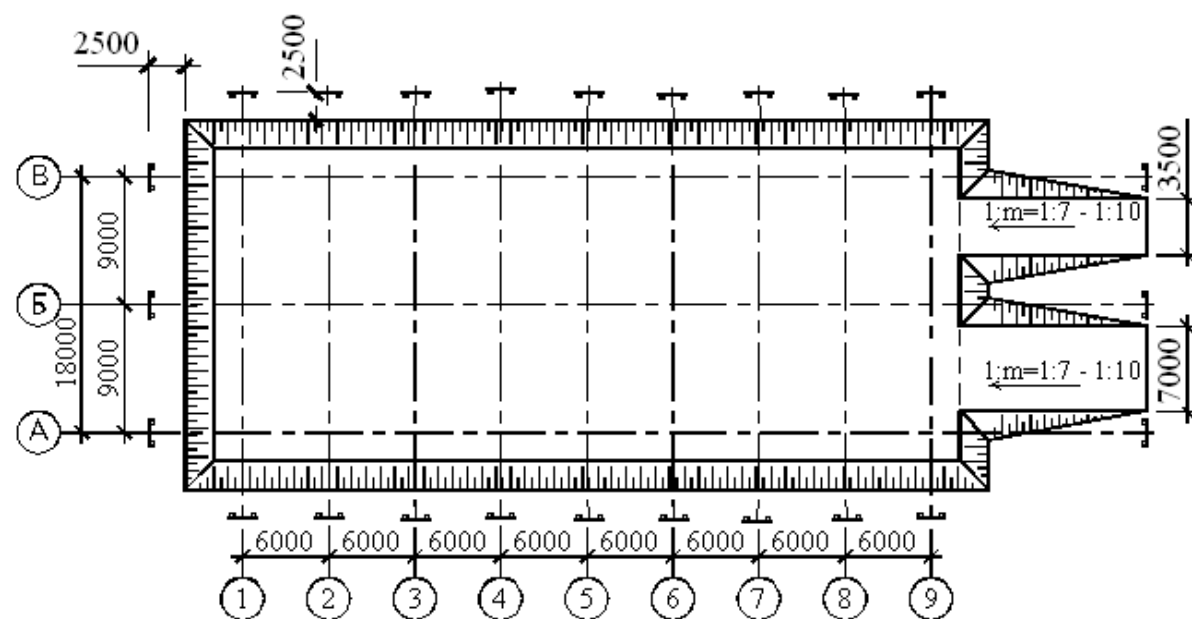
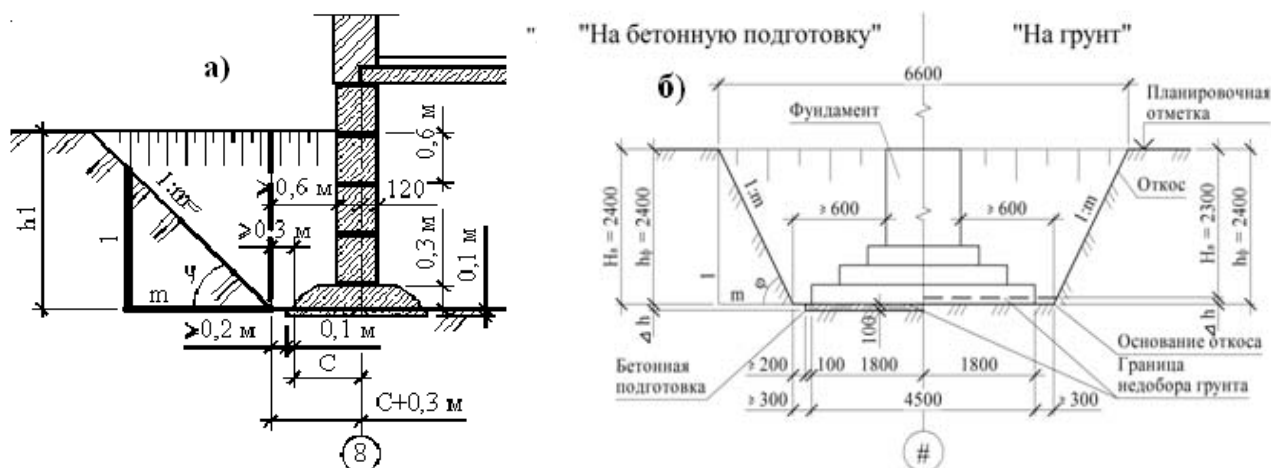


Рисунок 7 – Схема устройства котлована при сетке колонн 6 и 9 м



а – плитный ленточный фундамент; б – столбчатый фундамент

Рисунок 8 – Схема расположения конструкций фундаментов в выемке

Ширину въездных траншей при одностороннем движении автомобильного транспорта принимают 3,5 м, а при двухстороннем – 7 м. Обноску рекомендуется располагать на расстоянии 2,5...3 м от верхней бровки откоса.

Схемы устройства котлованов приведены на рисунках В.1–В.3. Схема установки машин на откосе выемки приведена на рисунке В.4, а минимальные расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины – в таблице В.1.

Линейные параметры прямоугольных выемок поверху назначают в соответствии с данными, приведенными на рисунках 9 и 10.

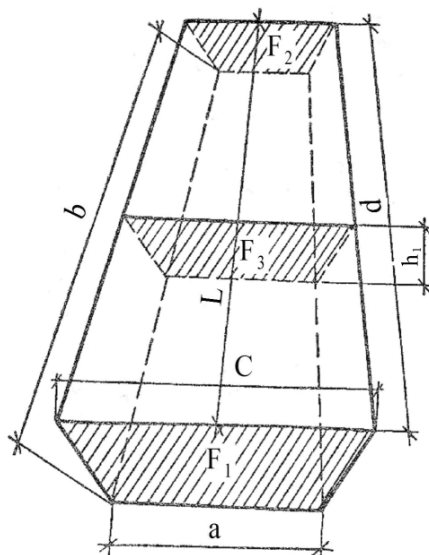


Рисунок 9 – Линейные параметры прямоугольных выемок

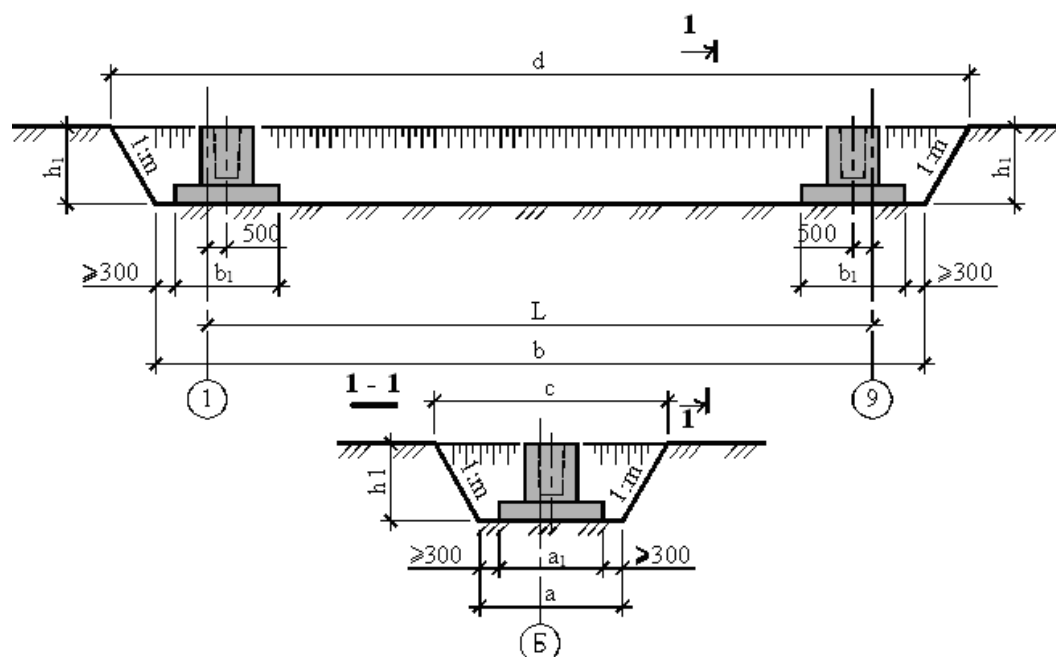


Рисунок 10 – Схема расположения столбчатых фундаментов в прямоугольной траншее

Размеры котлована поверху (см. рисунок 9) определяют по следующим формулам:

$$c = a + 2 \cdot m \cdot h_1; \quad (1)$$

$$d = b + 2 \cdot m \cdot h_1, \quad (2)$$

где m – показатель крутизны откоса для грунтов естественной влажности, определяемый по таблице 2 [3];

h_1 – глубина выемки, м;

a – ширина выемки понизу, м;

b – длина выемки понизу, м;

c – ширина выемки поверху, м;

d – длина выемки поверху, м.

Таблица 2 – Значения коэффициентов углов естественных откосов выемок

Вид грунта	Крутизна откоса $\text{tg} \alpha$ (отношение его высоты h_1 к заложению m) при глубине выемки h , м, не более		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,5	1:0,5

Размеры траншеи (см. рисунок 10) определяют по формулам

$$b = L + (b_1/2 + 300 - 500) + (b_2/2 + 300 - 500); \quad (3)$$

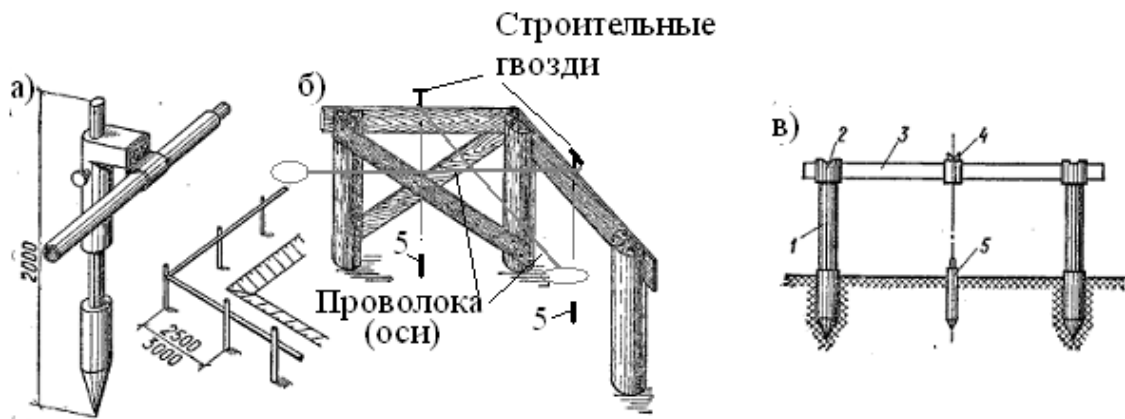
$$d = b + 2 \cdot m \cdot h_1; \quad (4)$$

$$a = a_1 + 600; \quad (5)$$

$$c = a + 2 \cdot m \cdot h_1. \quad (6)$$

3 Практическое занятие № 3. Определение объемов работ по устройству строительной обноски

Разбивку котлованов начинают с выноса и закрепления на местности створными знаками основных разбивочных осей. После этого вокруг будущего котлована на расстоянии на расстоянии 2...3 м от его бровки параллельно основным разбивочным осям устанавливают обноску (рисунок 11). Строганную верхнюю грань досок устанавливают по нивелиру и, по возможности, на уровне нулевой отметки. На доски обноски красками и гвоздями наносят оси и нумеруют их.



а, в – стальная инвентарная; *б* – деревянная односторонняя; *1* – стойка; *2* – крепежное устройство; *3* – горизонтальная рейка; *4* – номер оси; *5* – временный знак закрепления осей (штырь)

Рисунок 11 – Строительная обноски

Контроль глубины устройства траншей и котлованов ведут с применением ходовой визирки. По мере устройства выемки проверяют ее глубину, совмещая верх ходовой визирки с прямой линией, образованной визированием по верху обносок. Пример контроля глубины разработки траншеи с помощью обноски и ходовой визирки приведен на рисунке 13.

В завершение разрабатывают схему расположения выемок и строительной обноски по примеру, приведенному на рисунке 12.

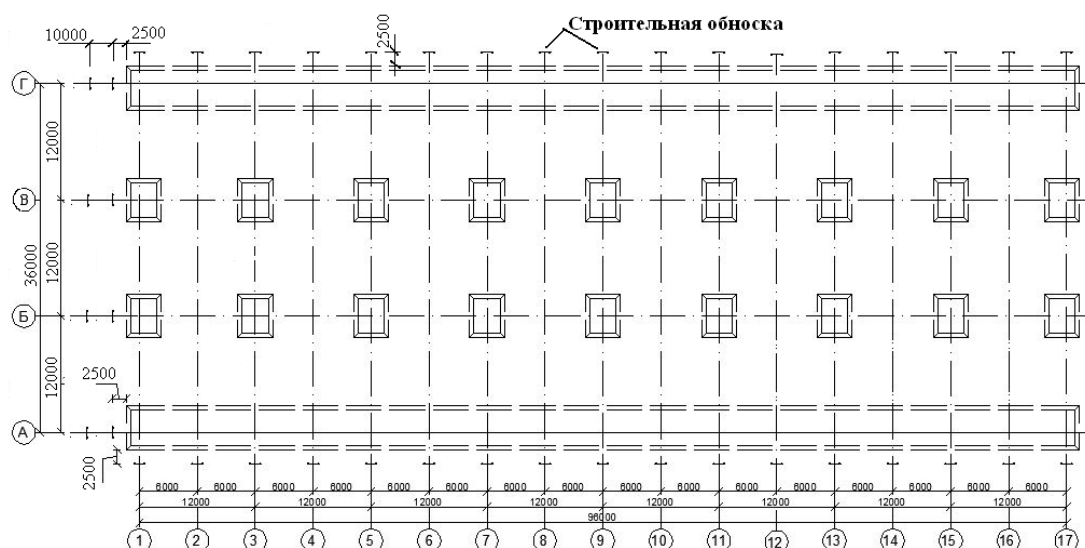


Рисунок 12 – Схема расположения выемок и обноски

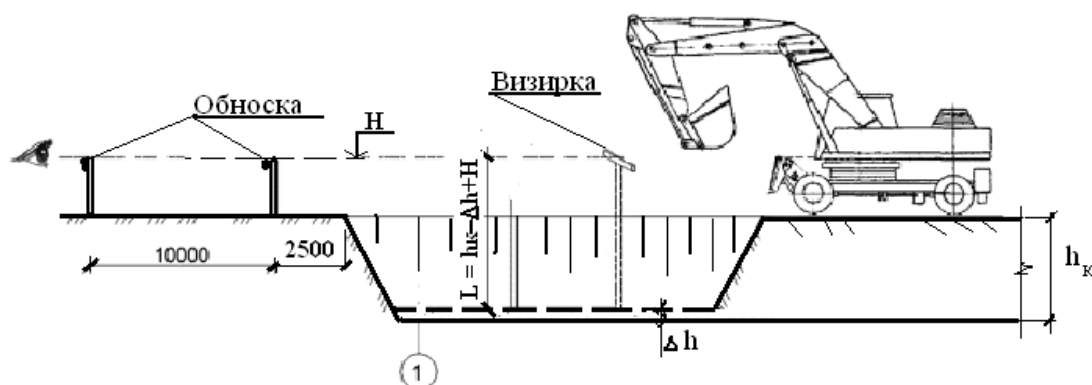


Рисунок 13 – Контроль глубины разработки траншеи с помощью обноски и ходовой визирки

С целью геодезического обеспечения производства земляных работ в начале траншеи на расстоянии 10...15 м друг от друга устраивают по две обноски (см. рисунок 13).

После возведения подземной части здания основные разбивочные оси здания переносят на его цоколь, используя их в дальнейшем для переноса разбивочных осей на этажи здания.

Подсчет объемов работ производят по форме, приведенной в таблице 3.

Таблица 3 – Ведомость подсчета объемов работ по устройству одноразовой (неинвентарной) обноски

Номер рисунка (чертежа)	Уча- сток между осями	Участок между ря- дами	Длина обноски, м	Количество ям для столбов обноски, шт.	Примечание

4 Практическое занятие № 4. Подсчет объемов работ по устройству котлованов, траншей и ям

Размеры котлованов определяют по рабочим чертежам сооружений, для возведения которых производятся земляные работы. В процессе проведения практического занятия размеры котлованов, траншей и ям устанавливают на основании индивидуальных заданий, а объемы работ по устройству котлованов, траншей и ям подсчитывают по разработанным чертежам на основании индивидуальных заданий.

Котлованы разрабатывают с недобором грунта Δh , величину которого устанавливает проектная организация. Он назначается от 5 до 20 см. Его величина зависит от способа разработки грунта, вида грунта, рабочих органов применяемых механизмов и др. При разработке грунта экскаватором, оборудованным прямой лопатой, недобор грунта составляет 10 см, обратной лопатой – 15 см, драглайном – 20 см. Недобор грунта защищает основание от атмосферных и механических воздействий. Этот объем грунта разрабатывают вручную либо механизированным способом не раньше одних суток до начала устройства фундаментов.

Ширина проезжей части подъездных путей (въездных траншей) в пределах разрабатываемых выемок и грунтовых карьеров должна быть для самосвалов грузоподъемностью до 12 т при двухстороннем движении 7 м, при одностороннем – 3,5 м. Уклоны въездных траншей должны быть в пределах 1:7–1:10.

Объем одиночных выемок для отдельных фундаментов и несложных по конфигурации фундаментов (рисунок 14) определяют по формуле

$$V_0 = \frac{H}{6} \cdot [a \cdot b + c \cdot d + (a + c) \cdot (b + d)], \quad (7)$$

где H – глубина котлована, м;

a, b – ширина и длина котлована по дну соответственно, м;

c, d – ширина и длина котлована по верху соответственно, м.

Объем механизированной разработки грунта без учета недобора грунта рассчитывают по формуле

$$V_0 = \frac{H - \Delta h}{6} \cdot [a \cdot b + c \cdot d + (a + c) \cdot (b + d)]. \quad (8)$$

Объем земляных работ по устройству въездной траншеи (рисунок 15)

$$V_{с.т} = m' \cdot \left(\frac{b \cdot h^3}{2} + \frac{h^3 \cdot m}{3} \right). \quad (9)$$

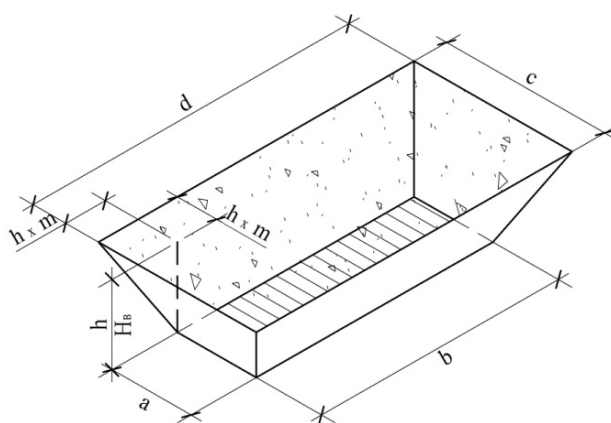


Рисунок 14 – Схема к определению линейных размеров выемок

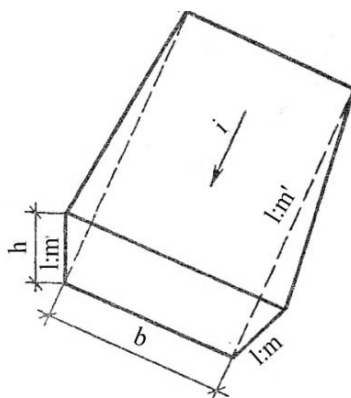


Рисунок 15 – Схема въездной (пионерной) траншеи

Таблица 4 – Подсчет объемов грунта в выемках

Номер рисунка (черте- жа)	Уча- сток между осями (ось)	Уча- сток между рядами	Длина, м		Ширина, м		Глуби- на, м	Количе- ство выемок, шт.	Объем грунта одной выемки, м ³	Объем грунта всех выемок, м ³
			пони- зу	по- верху	понизу	поверху				
1	А	1–17	96	99,7	3,6	4,6	2	1	794,9	794,9
Итого										2060

Объем грунта с учетом коэффициента первоначального разрыхления грунта

$$V_{\kappa} = (V_0 + V_{в.м}) \cdot K_{н.р.} = 2060 \cdot 1,2 = 2472 \text{ м}^3.$$

Ориентировочные показатели разрыхления грунтов и пород приведены в таблице 5.

Таблица 5 – 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
Глина сланцевая	28...32	6...9
Гравийно-галечные грунты	16...20	5...8
Растительный грунт	20...25	3...4
Лесс мягкий	18...24	3...6
Лесс твердый	24...30	4...7
Мергель	33...37	11...15
Песок	10...15	2...5
Разборно-скальные грунты	30...45	15...20
Суглинок легкий и лессовидный	18...24	3...6
Суглинок тяжелый	24...40	5...8
Супесь	12...17	3...5
Торф	24...30	8...10

5 Практическое занятие № 5. Выбор машин для разработки грунта в выемках

Для разработки грунта в выемках в качестве ведущей машины применяют экскаваторы с оборудованием типа «драглайн», «прямая» либо «обратная» лопата. Для узких (шириной понизу до 3 м) траншей, ям и котлованов под фундаменты одноэтажных производственных зданий применяют, как правило, экскаваторы, оборудованные «обратной» лопатой.

В зависимости от объема грунта в котловане определяют емкость ковша экскаватора (таблица 6).

Таблица 6 – Рекомендуемые емкости ковша экскаватора

Объем грунта в котловане, м ³	Емкость ковша экскаватора, м ³
До 500	0,15
500...1500	0,24 и 0,3
1500	0,50
2000...8000	0,65
6000...11000	0,8
11000...15000	1,0

По виду и категории грунта выбирают тип ковша экскаватора. Например, для песков и супесей выбирают ковш со сплошной режущей кромкой, а для глин и суглинков – с зубьями.

Затем определяют по схеме, приведенной на рисунке 16, требуемые технологические параметры (техническую характеристику) одноковшового экскаватора: вместимость ковша «обратной» лопаты, м^3 ; наибольшую глубину копания, $H_{\text{коп}}$, м; наибольший радиус копания на уровне стоянки $R_{\text{коп}}$, м; наибольшую высоту выгрузки, $H_{\text{выгр}}$, м; наибольший радиус выгрузки $R_{\text{выгр}}$, м.

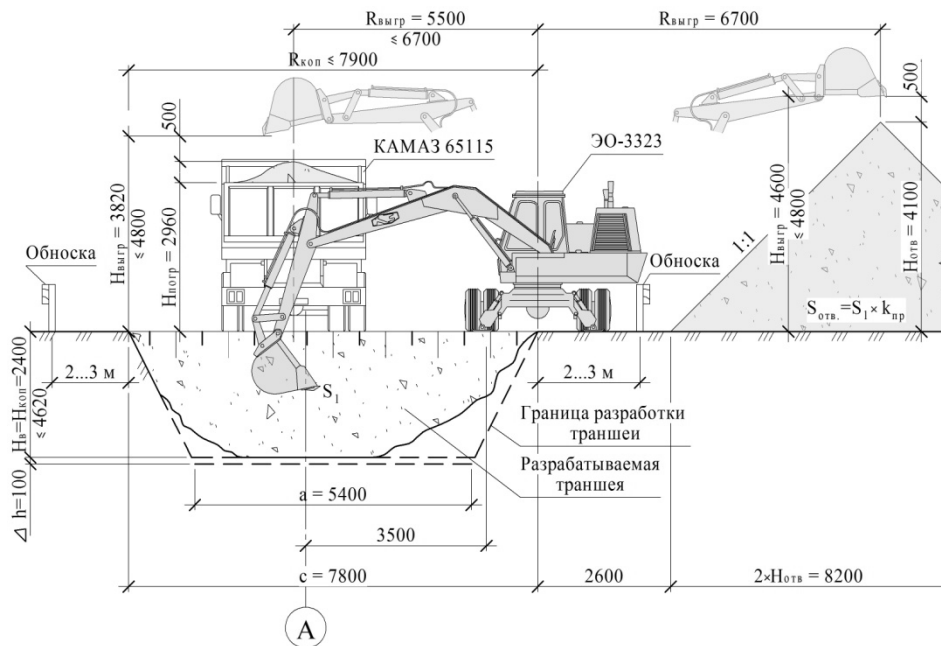


Рисунок 16 – Схема для определения требуемых технологических параметров экскаватора

По указанным характеристикам предварительно принимают два-три типа экскаваторов (таблицы 7 и 8), отличающихся видом оборудования, ёмкостью ковша или тем и другим вместе, и по наименьшим приведенным затратам выбирают экскаватор для устройства выемок. В качестве комплектующих машин для вывоза лишнего грунта из котлована и обеспечения совместной работы с экскаватором выбирают автосамосвалы (таблица 9).

Требуемое количество самосвалов определяют по выражению

$$n = \frac{T_{\text{ц}}}{t_n}, \quad (10)$$

где $T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла работы автосамосвала, мин;
 t_n – время погрузки в один автосамосвал, мин.

При выборе типа автосамосвала необходимо стремиться к тому, чтобы в его кузов загружалось не более пяти-шести ковшей грунта при максимальном использовании автомобиля самосвала по грузоподъемности.

Таблица 7 – Техническая характеристика одноковшовых гидравлических экскаваторов на пневмоколёсном ходу

Показатель	ЭО-3322А	ЭО-3322Б	ЭО-3322Д	ЭО-3323	ЭО-3323А	ЭО-3322В	ЭО-3333	ЭО-4321	ЭО-4321А	ЭО-4322
Экскаватор с оборудованием «обратная» лопата с нормальной стандартной рукоятью										
Вместимость ковшей «обратной» лопаты, м³	0,4; 0,5	0,4; 0,5	0,63	0,4; 0,5; 0,63; 0,8		0,4; 0,5	0,63	0,5	0,63	1,0
Наибольшая глубина копания H_{kop} , м	4,2	4,2		4,62		4,2	4,8	5,5	6,0	5,85
Наибольший радиус копания на уровне стоянки R_{kop} , м	7,36	7,6		7,9		7,6	8,5	8,95	9,3	9,0
Наибольшая высота выгрузки $H_{выгр}$, м	4,8	4,8		6,3		4,8	4,0	5,6	5,7	5,5
Наибольший радиус выгрузки $R_{выгр}$, м	6,2	6,6		6,7		6,6	—			7,16
База колёсная, (аутригерная), м	2,8 × 2,8 (5,0 × 3,2)									

Техническую характеристику принятого экскаватора приводят в табличной форме (см. таблицу 8).

Таблица 8 – Техническая характеристика одноковшового экскаватора (марка), оборудованного «обратной» лопатой

Марка экскаватора	Вместимость ковша «обратной» лопаты, м ³	Наибольшая глубина копания H_{kop} , м	Наибольший радиус копания на уровне стоянки R_{kop} , м	Наибольшая высота выгрузки $H_{выгр}$, м	Наибольший радиус выгрузки $R_{выгр}$, м

Таблица 9 – Технические характеристики автосамосвалов

Модель автомобиля	Вместимость кузова, м ³ (т)	Погрузочная высота $H_{погр}$, м	Скорость движения, км/ч	
			в груженом состоянии	в порожнем состоянии
1	2	3	4	5
ГАЗ-САЗ-35072-10	4,5 (3,95)	2,48	47	60
ЗИЛ-ММЗ-45085	3,8 (5,5)	2,81	42	60
МАЗ-555102-220	5,4 (10,0)	2,15	48	60
МАЗ-555402-220	5,5 (7,0)	2,15	42	60
МАЗ-551603-2121	10,5 (20,0)	2,60	50	60

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5
КамАЗ-6520	12,0 (14,4)	3,20	55	60
КамАЗ-6540	11,0 (18,5)	3,02	55	60
КамАЗ-65115	8,5 (15,0)	2,96	55	60
КамАЗ-53605	6,5 (7,5)	2,87	52	60
КрАЗ-65032	12,0 (18,0)	2,70	45	60
КрАЗ-65055	10,5 (16,0)	2,42	45	60
КрАЗ-6130С4	18,0 (20,5)	2,96	40	60
<i>Примечание – В скобках дана грузоподъемность при движении по грунту</i>				

6 Практическое занятие № 6. Определение трудоемкости и машиноёмкости производства механизированных земляных работ

Нормирование затрат труда на выполнение механизированных земляных работ производят в табличной форме в виде калькуляции трудовых затрат (таблица 10). Расчёт трудоёмкости и машиноёмкости производят в соответствии с действующими нормами затрат труда, ведомственными нормами или нормами организации, утверждёнными в установленном порядке. В калькуляцию включают как ведущие процессы, так и 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.).

Таблица 10 – Калькуляция затрат труда

Обоснование ЕНиР	Вид работ	Единица измерения	Количество единиц измерения	Трудоемкость, чел.-ч маш.-ч		Состав звена, чел.
				на единицу измерения	на весь объем	
1	2	3	4	5	6	7
<i>Срезка растительного слоя грунта</i>						
Е2-1-5, За	Срезка растительного слоя бульдозерами	1000 м ²	4,48	– 0,66	– 2,96	Машинист 6 разр. – 1
№ 4, Е1-3, т. 2	Погрузка в транспортное средство растительного слоя экскаватором	100 м ³	2,40	– 1,80	– 4,32	Машинист 6 разр. – 1
Итого					– 7,28	

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7
<i>Устройство не инвентарной (одноразовой) обноски</i>						
Е2-1-52, т. 2-1д	Разработка грунта II группы в ямах под обноску	1 яма	36	<u>1,30</u> —	<u>46,8</u> —	Землекоп 2 разр. — 1
Е6-52 № 7	Устройство неинвентарной обноски	100 м	7,53	<u>14,50</u> —	<u>109,19</u> —	Плотник 3 разр. — 1 Плотник 2 разр. — 1
Итого					<u>155,99</u> —	
<i>Механизированная разработка грунта в выемках</i>						
Е2-1-11, т. 7-4ж	Разработка грунта II группы в котловане одноковшовым экскаватором с емкостью ковша 0,5 м³, оборудованным «обратной» лопатой, на вымет	100 м³	— —	— 1,8	— —	Машинист 6 разр. — 1
Е2-1-11, т. 7-4а	То же с погрузкой в транспортные средства	100 м³	65,39	— 2,1	— 137,32	Машинист 6 разр. — 1
Итого					— 137,32	
Всего					<u>155,99</u> 144,60	

7 Практическое занятие № 7. Подсчет объемов арматурных, опалубочных и бетонных работ

Для подсчета объема арматурных работ следует составить ведомость объемов арматурных работ по форме, приведенной в таблице 11. Масса 1 п. м арматурного стержня диаметром: 10 мм = 0,617 кг; 12 мм = 0,888 кг; 14 мм = 1,208 кг; 16 мм = 1,578 кг; 18 мм = 1,998 кг; 20 мм = 2,466 кг. Армирование фундаментов рекомендуется принимать по данным, приведенным на рисунке 17.

Объем опалубочных работ $F_{оп.}$, м² состоит из площади опалубки первой ступени $F_{оп.1 ступ.}$, площади опалубки второй ступени $F_{оп. 2 ступ.}$, площади опалубки третьей ступени $F_{оп.3 ступ.}$, площади опалубки подколонника $F_{оп. подк.}$ и площади опалубки вкладыша стакана $F_{оп. вкл.}$ фундамента (рисунок 18).

$$F_{оп.} = F_{оп.1 ступ.} + F_{оп.2 ступ.} + F_{оп.3 ступ.} + F_{оп.подк.} + F_{оп.вкл.} . \quad (11)$$

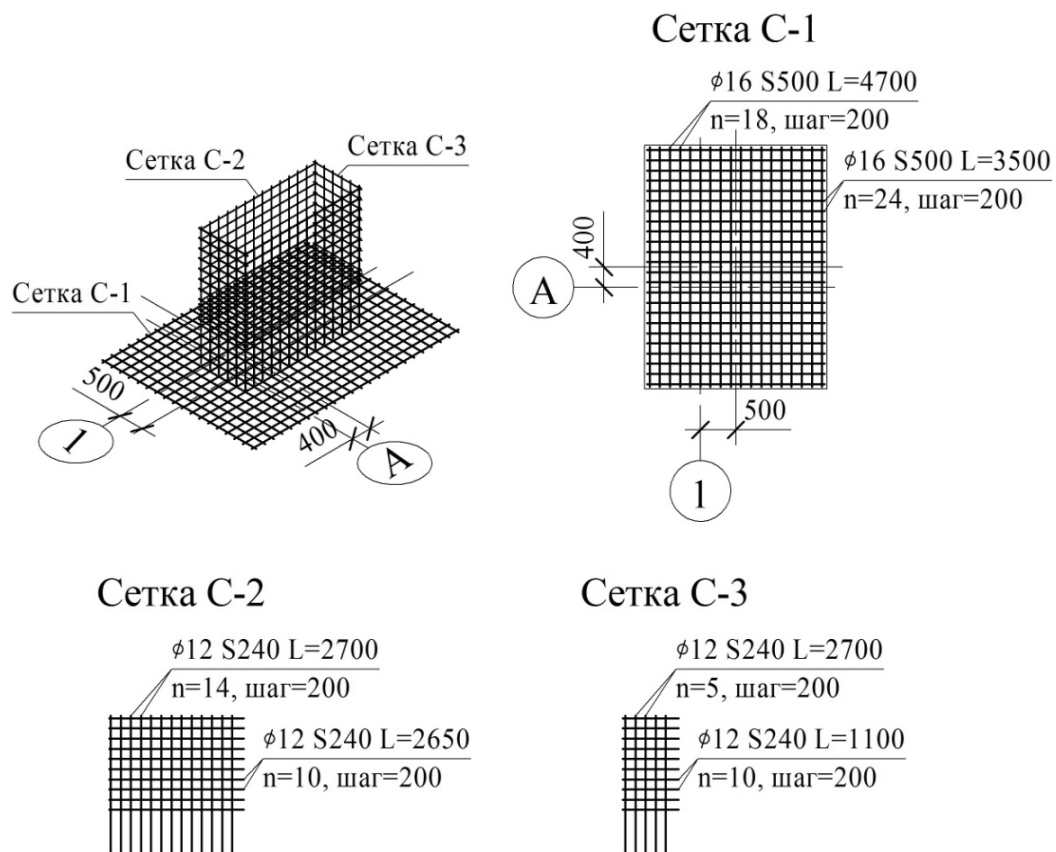


Рисунок 17 – Армирование столбчатого фундамента

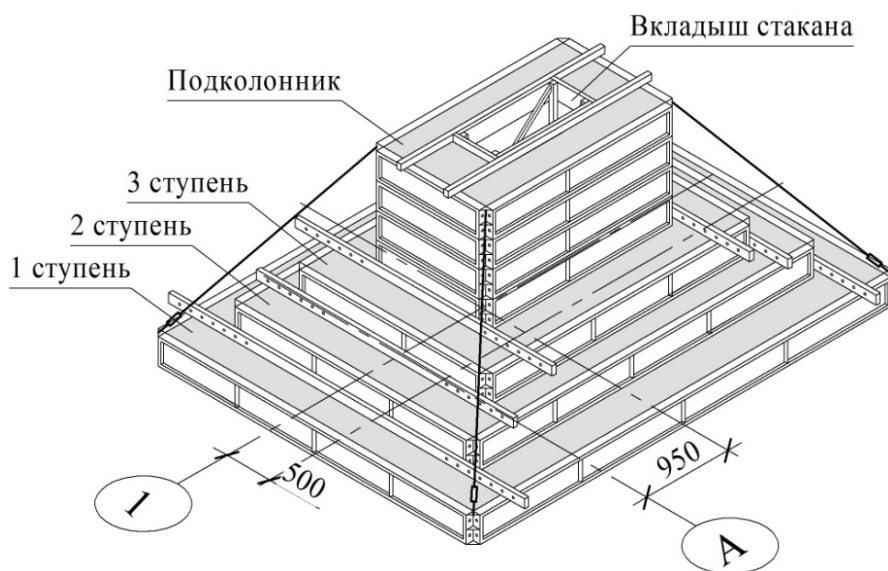


Рисунок 18 – Схема опалубки фундамента

Таблица 11 – Ведомость объемов арматурных работ

Мар-ка фунда-мента	Марка арматур-ного изделия	Эскиз арма-турного элемен-та	Пози-ция	Длина арма-турно-го эле-мента, мм	Мас-са 1 п. м, кг	Масса одно-го эле-мента, кг	Коли-чество эле-мен-тов, шт.	Масса всех эле-мен-тов, кг	Масса изде-лия, кг
Ф1	С-1 (1 шт.)	ø16 S500	1	3500	1,578	5,523	24	132,5	340,22
			2	4700		7,417	18	207,6	
	С-2 (2 шт.)	ø12 S240	3	2650	0,888	2,353	10	23,53	54,70
			4	2700		2,398	14	31,17	
	С-3 (2 шт.)	ø12 S240	5	1100	0,888	0,977	10	9,77	21,76
			4	2700		2,398	5	11,99	
Итого									493,14
Итого на все фундаменты, т									21,70

Объем бетона фундамента состоит из объема бетона первой ступени V_1 ступ., объема бетона второй ступени V_2 ступ., объема бетона третьей ступени V_3 ступ., объема бетона подколонника $V_{подк.}$ за вычетом объема стакана фундамента $V_{стакана}$ (см. рисунок 17).

$$V_{бетона} = V_{1 \text{ ступ.}} + V_{2 \text{ ступ.}} + V_{3 \text{ ступ.}} + V_{подк.} - V_{стакана}. \quad (12)$$

Рекомендуемая конструкция опалубок приведена на рисунках Б.1 и Б.2. Результаты выполненных расчетов заносят в таблицу 12.

Таблица 12 – Объемы бетонных, арматурных и опалубочных работ

Марка	Количество, шт.	Объем бетона, м ³		Расход арматурных сеток, шт.		Площадь опалубки, м ²	
		одного фундамента	всех фундаментов	на один фундамент	на все фундаменты	одного фундамента	всех фундаментов
Бетонная подготовка	44	1,90	83,60	—	—	—	—
Ф1	44	14,25	627,00	5	220	30,83	1356,52
Итого			710,60		220		1433,96

8 Практическое занятие № 8. Определение трудоемкости и машиноемкости возведения столбчатых фундаментов

Нормирование затрат труда на устройство столбчатых монолитных железобетонных фундаментов производят в табличной форме в виде калькуляции трудовых затрат (таблица 13).

Таблица 13 – Калькуляция затрат труда

Обос- нова- ние ЕНиР	Вид работ	Единица измере- ния	Количе- ство еди- ниц измерения	Трудоемкость, <u>чел.-ч</u> <u>маш.-ч</u>		Состав звена
				на едини- цу изме- рения	на весь объем	
1	2	3	4	5	6	7
<i>Устройство бетонной подготовки</i>						
Е2-1- 47 т. 2-1д	Ручная доработка грунта II группы в котловане	1 м ³	83,60	<u>0,85</u> –	<u>71,06</u> –	Землекоп 2 разр. – 1
Е4-1- 34 т. 2-1а	Установка деревометал- лической опалубки пло- щадью до 1 м ²	1 м ²	77,44	<u>0,62</u> –	<u>48,01</u> –	Плотник 4 разр. – 1 Плотник 2 разр. – 1
Е1-6 т. 2, № 16	Подача бетонной смеси в бадьях	1 м ³	83,60	<u>0,29</u> 0,145	<u>24,24</u> 12,12	Машинист 5 разр. – 1 Такелажник 2 разр. – 2
Е4-1- 49 т. 1, № 1	Укладка бетонной смеси в опалубку с помощью автомобильного крана	1 м ³	83,60	<u>0,42</u> –	<u>35,11</u> –	Бетонщик 4 разр. – 1 Бетонщик 2 разр. – 1
Е4-1- 34 т. 2-1а	Разборка деревометалли- ческой опалубки	1 м ²	77,44	<u>0,15</u> –	<u>11,62</u> –	Плотник 3 разр. – 1 Плотник 2 разр. – 1
Итого					<u>190,04</u> 1,12	
<i>Устройство фундаментов</i>						
Е4-1- 37 т. 2-1	Установка металличе- ской инвентарной опа- лубки	1 м ²	1356,52	<u>0,39</u> –	<u>519,04</u> –	Плотник 4 разр. – 1 Плотник 2 разр. – 1
Е4-1- 44 т. 1-1б	Установка краном арма- турных горизонтальных сеток массой до 0,6 т	1 сетка	44	<u>0,81</u> –	<u>35,64</u> –	Арматурщик 4 разр. – 1 2 разр. – 3
Е4-1- 44 т.1-2а	Установка краном арма- турных вертикальных сеток массой до 0,3 т	1 сетка	176	<u>0,79</u> –	<u>139,04</u> –	Арматурщик 4 разр. – 1 2 разр. – 3
Е1-6 т. 2, № 16	Подача бетона в бадьях стреловыми самоходны- ми кранами	1 м ³	627,00	<u>0,29</u> 0,145	<u>181,83</u> 90,92	Машинист 5 разр. – 1 Такелажник 2 разр. – 2
Е4-1- 49 т. 1, № 1	Укладка бетонной смеси в опалубку с помощью стрелового крана	1 м ³	627,00	<u>0,42</u> –	<u>263,34</u> –	Бетонщик 4 разр. – 1 Бетонщик 2 разр. – 1

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
Е1-6 т. 2, № 17	Подача арматурных сеток стреловыми самоходными кранами	100 т	0,22	<u>11,5</u> 23	<u>2,53</u> 5,06	Машинист 5 разр. – 1 Такелажник 2 разр. – 2
Е4-1-37 т. 2, № 2	Разборка металлической инвентарной опалубки	1 м ²	1356,52	<u>0,21</u> –	<u>284,27</u> –	Плотник 3 разр. – 1 Плотник 2 разр. – 1
Е1-6 т. 2, № 16	Подача металлической опалубки стреловыми самоходными кранами	100 т	0,81	<u>23</u> 11,5	<u>18,63</u> 9,32	Машинист 5 разр. – 1 Такелажник 2 разр. – 2
Е4-1-54 № 9	Уход за бетоном	100 м ²	1,36	<u>0,14</u> –	<u>0,19</u> –	Бетонщик 2 разр. – 1
Итого					<u>1444,50</u> 105,30	
Итого на один фундамент					<u>32,82</u> 2,39	

8.1 Определение рационального количественного и квалификационного состава звена по возведению столбчатых фундаментов

Работы по возведению монолитных фундаментов выполняют комплексными звеньями с совмещением работ по отдельным профессиям и специальностям. Пример расчета рационального количественного и квалификационного состава звена для возведения столбчатых фундаментов приведен в таблице 14.

В данном случае ведущим является процесс установки и разборки опалубки, т. к. его трудоемкость в комплексе работ является максимальной. На 52,8 % трудоемкости приходится трое рабочих. Исходя из этого состав комплексного звена не должен превышать 6 рабочих. Из технологических требований по производству работ принимаем звено в составе:

- плотник 4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.;
- бетонщик 4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.;
- арматурщик 4 разр. – 1 чел.

Всего $n_{\text{раб}} = 5$ чел.

Таблица 14 – Расчет рационального количественного и квалификационного состава звена для возведения столбчатых фундаментов

Наименование видов работ и процессов	Трудоем- кость вы- полнения работ, чел.-ч	Процентное соотношение отдельных видов работ и процессов, %	Нормативный состав звена, чел.	Принятый состав звена, чел.
Ручная доработка грунта в котловане	71,06	4,3	Землекоп 2 разр. – 1	Плотник 4 разр. – 1, 3 разр. – 1 Бетонщик 4 разр. – 1 3 разр. – 1 Арматурщик 4 разр. – 1
Подача, установка и разбор- ка опалубки	862,94	52,8	Плотник 4 разр. – 1 3 разр. – 1 2 разр. – 1	
Подача арматурных сеток и армирование фундаментов	195,84	12,0	Арматурщик 4 разр. – 1 2 разр. – 3	
Прием, подача и укладка бе- тонной смеси	504,52	30,9	Бетонщик 4 разр. – 1 2 разр. – 1	
Уход за бетоном	0,19	< 0,1	Бетонщик 2 разр. – 1	
Итого	1634,54	100		

8.2 Определение требуемого комплекта опалубки для возведения столбчатых фундаментов

Требуемый комплект опалубки для одного звена на одну рабочую смену следует определять по выражению

$$n_{оп.} = \frac{t_{смены} \cdot n_{раб.}}{q_{фунд.}}, \quad (13)$$

где $t_{смены}$ – продолжительность рабочей смены, $t_{смены} = 8$ ч;
 $n_{раб.}$ – количественный состав рабочих в звене, чел.;
 $q_{фунд.}$ – трудоемкость устройства одного фундамента, чел.-ч.

$$n_{оп.} = \frac{8 \cdot 5}{32,82} = 1 \text{ комплект.}$$

9 Практическое занятие № 9. Подсчет объемов работ по обратной засыпке фундаментов и выбор машин и механизмов для уплотнения грунта

9.1 Выбор машин и механизмов для уплотнения грунта и подсчет объемов работ по обратной засыпке пазух и уплотнению грунта

Существует два основных способа уплотнения грунта пазух и подсыпки: поверхностный и глубинный.

Обратные засыпки пазух котлованов и траншей уплотняют поверхностным способом.

Поверхностное уплотнение грунта может производиться укаткой, трамбованием, вибрацией или комбинированными способами, например, вибротрамбованием. Укатку грунта пазух производят в случае, если позволяют размеры пазух.

Техническая характеристика основных машин и механизмов для поверхностного уплотнения грунта обратных засыпок приведена в таблице 15.

Таблица 15 – Оборудование для механизированного уплотнения грунтов

Тип и марка уплотняющих машин и механизмов	Вид уплотняемого грунта	Толщина уплотняемого грунта h_y , мм	Число проходов (ударов) при значениях коэффициента уплотнения K_y		Минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до конструкций, см	
			от 0,98 до 0,97	от 0,96 до 0,95	b_0	h_0
1	2	3	4	5	6	7
<i>Трамбовки свободно падающие подвесные к экскаватору с высотой сбрасывания 6 м</i>						
Диаметром 1,2 м и массой 2500 кг	Песчаный	1200	16	12	120	160
Диаметром 1,4 м и массой 3500 кг	Глинистый	1400	16	12	140	180
Диаметром 1,6 м и массой 4500 кг	Глинистый	1600	16	12	160	200
<i>Вибротрамбовка (подвесная к крану или экскаватору)</i>						
ПВТ-3	Песчаный	600	4	3	50	120
<i>Виброплиты самопередвигающиеся</i>						
SVP-12.5	Песчаный	200	4	3	15	40
SVP-25	Песчаный	300	4	3	15	40
SVP-31.5	Песчаный	400	4	3	20	50

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7
<i>Трамбовки электрические</i>						
ИЭ-4504	Песчаный	350	4	3	20	50
ИЭ-4504а	Песчаный	250	4	3	20	50
ИЭ-4502	Глинистый	250	4	3	10	40
ИЭ-4502а	Глинистый	200	4	3	10	40
ИЭ-4505	Глинистый	100	4	3	5	15
<i>Вибротрамбовки самопередвигающиеся</i>						
ВУТ-5	Песчаный	200	2	3	20	50
ВУТ-4	Песчаный	300	4	3	20	50
ВУТ-3	Песчаный	400	4	3	20	50
СВТ-ЗМП	Песчаный	300	4	3	20	50
<i>Гидромолоты (навесные на экскаваторы)</i>						
ГПМ-120-1	Песчаный	300	20	15	30	60
ГПМ-120-2	Глинистый	200	20	15	30	60

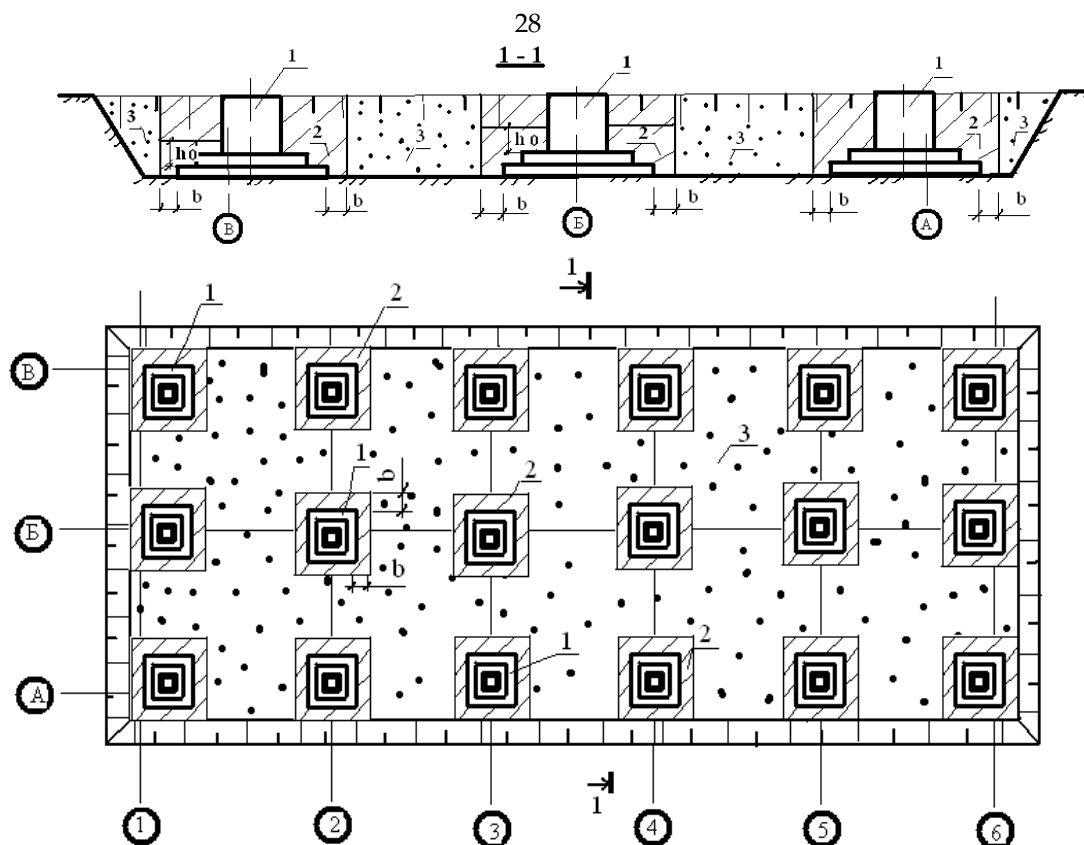
Предпочтение при выборе уплотняющих машин и механизмов следует отдавать подвесным вибротрамбовкам (для любых грунтов) или самопередвигающимся виброплитам (несвязные грунты).

Технологические операции при поверхностном уплотнении грунта обратных засыпок выполняются в следующем порядке: послойная отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта. Засыпка пазух производится послойно экскаваторами, экскаваторами-планировщиками, бульдозерами.

Грунт уплотняют, начиная с зон возле конструкций здания, а затем двигаются в направлении к краю откоса, при этом каждый последующий проход трамбующей машины должен перекрывать след предыдущей на 10...20 см.

При уплотнении грунта минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций b и толщину отсыпаемого слоя грунта над конструкциями h_0 (рисунок 19) принимают в зависимости от соотношения масс уплотняющих машин и механизмов и массы 1 м длины ленточного фундамента или общей массы отдельно стоящего фундамента (таблица 15).

Для обеспечения сохранности фундаментов засыпаемый вокруг них на расстоянии b и h_0 грунт засыпки (см. рисунок 19) следует уплотнять электрическими трамбовками. Толщину уплотняемого слоя грунта принимают в зависимости от технической характеристики уплотняющей машины (см. таблицу 15).



1 – монолитный фундамент; 2 – зона уплотнения грунта ручными электротрамбовками; 3 – зона уплотнения грунта механическими трамбовками

Рисунок 19 – Схема зон механизированного и ручного уплотнения обратной засыпки грунтом котлована

Объем грунта для обратной засыпки пазух котлованов и траншей определяют по выражению

$$V_{o.зас.} = \frac{(V_{\kappa} + V_{в.м}) \cdot K_{np} - V_{фунд.}}{K_{o.p.}}, \quad (14)$$

где $V_{фунд.}$ – объем фундаментов, m^3 ;

$K_{o.p.}$ – коэффициент остаточного разрыхления грунта (см. таблицу 5).

Объем фундаментов рассчитывают следующим образом:

$$V_{фунд.} = (V_{1 ступ.} + V_{2 ступ.} + V_{3 ступ.} + V_{подк.}) \cdot n, \quad (15)$$

где n – количество однотипных фундаментов, шт.

Послойное разравнивание грунта может выполняться малогабаритными бульдозерами, экскаваторами-планировщиками или вручную, если затруднительно применение средств механизации.

Объемы работ по уплотнению грунта пазух механизированным и ручным способами следует определять в кубических метрах и квадратных метрах. Площадь разравнивания и уплотнения грунта рассчитывается по выражению

$$F = \frac{V_{o.зас}}{h_y}, \quad (16)$$

где $V_{o.зас}$ – объем грунта обратной засыпки, м³;

h_y – толщина уплотняемого слоя грунта, м.

Подсчет объемов работ по уплотнению грунта обратных засыпок производится в табличной форме, приведенной в таблице 16.

Таблица 16 – Подсчет объемов грунта обратных засыпок котлованов и траншей

Номер чертежа	Ряд	Участок в осях	Объем механизированного уплотнения грунта, м ³	Объем ручного уплотнения грунта, м ³	Толщина механизированного уплотнения грунта, м	Толщина ручного уплотнения грунта, м	Площадь механизированного уплотнения грунта, м ²	Площадь ручного уплотнения грунта, м ²
Рисунок 22	А, Б, В, Г	1-11	3207,49	2312,69	1,40	0,25	2291,06	9250,76
Итого вручную				2312,69				9250,76
Итого механизировано			3207,49				2291,06	

9.2 Определение трудоемкости и машиноёмкости устройства обратных засыпок пазух котлованов и траншей

Трудоемкость и машиноёмкость устройства обратных засыпок зависит от вида грунта, его оптимальной влажности и применяемых машин и механизмов. В зависимости от конструкции фундаментов подземной части здания, размеров пазух фундаментов, зон ручного и механизированного уплотнения грунта обратных засыпок принимают одну из схем, приведенных на рисунках 20–22.

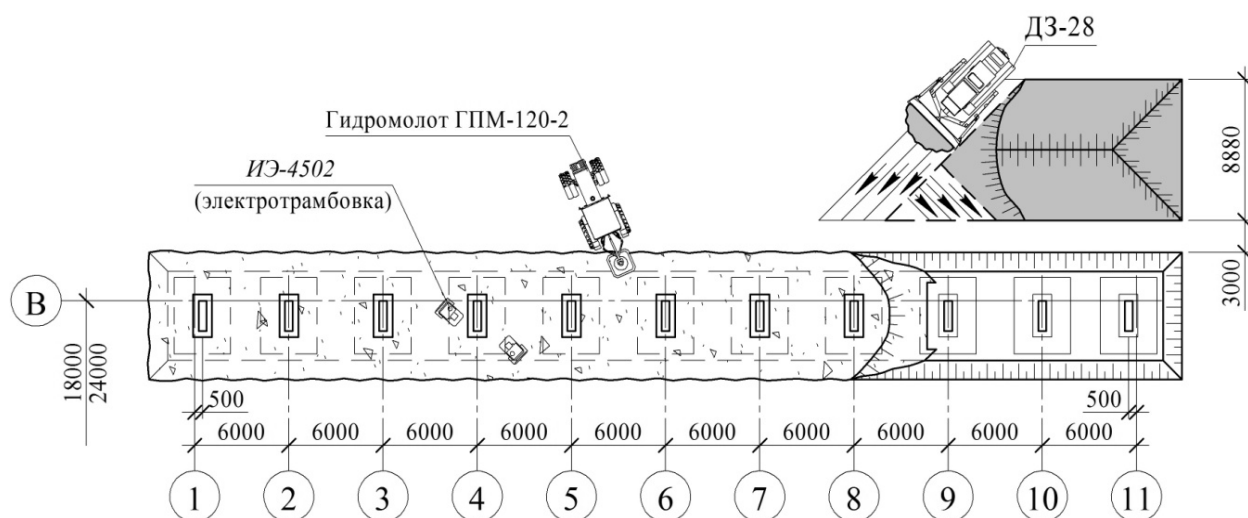


Рисунок 20 – Схема обратной засыпки с помощью бульдозера и уплотнения грунта в пазухах траншеи с помощью гидромолота

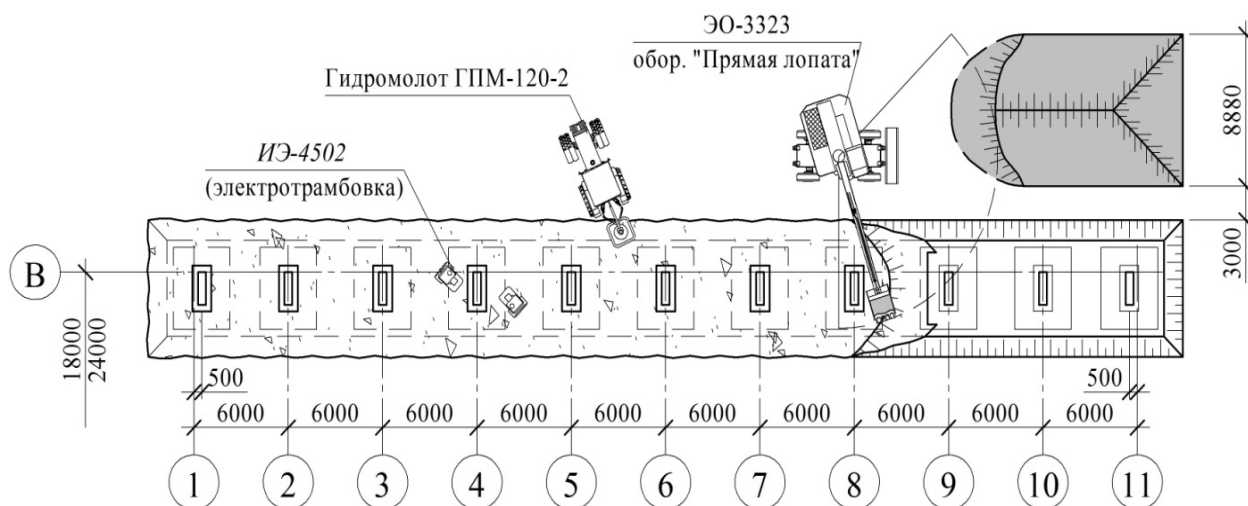


Рисунок 21 – Схема обратной засыпки с помощью экскаватора «прямая» лопата и уплотнения грунта в пазухах траншеи с помощью гидромолота

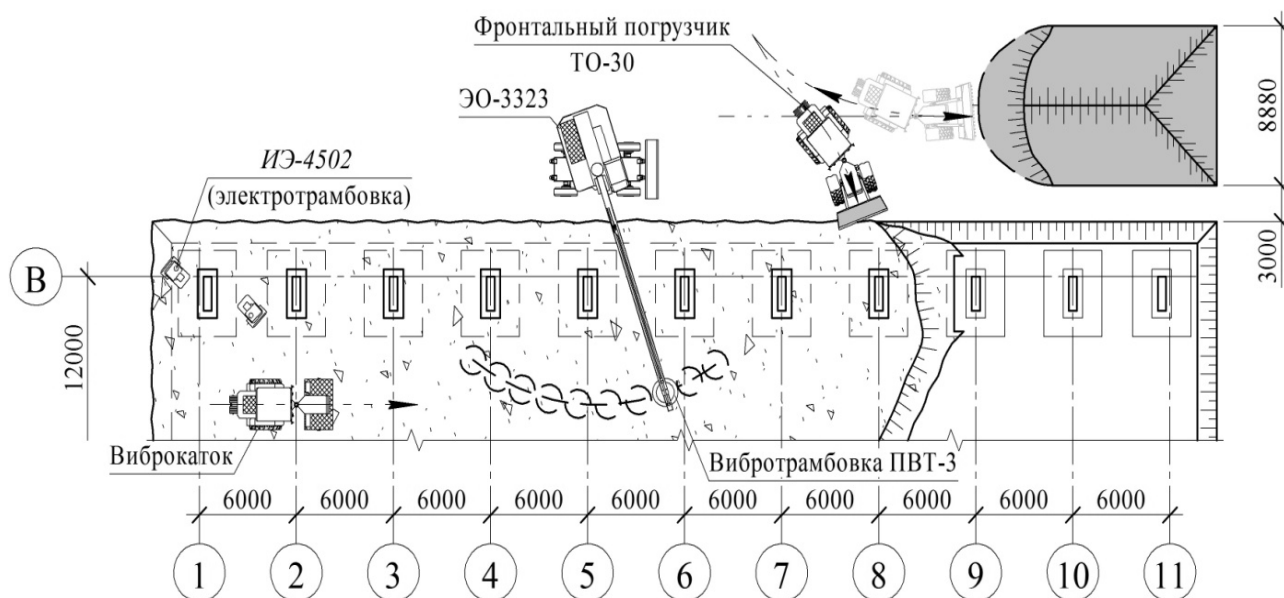


Рисунок 22 – Схема обратной засыпки с помощью фронтального погрузчика и уплотнения грунта в котловане с помощью падающей трамбовки

Расчет трудоемкости и машиноемкости обратных засыпок с уплотнением грунта производят в виде калькуляции трудовых затрат, форма которой приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Калькуляция затрат труда на обратную засыпку и уплотнения грунта

Обос- но- вание ЕНиР	Вид работ	Единица измере- ния	Количе- ство единиц измере- ния	Трудоемкость, чел.-ч маш.-ч		Состав звена, чел.
				на единицу	на весь объем	
Обратная засыпка и уплотнение грунта						
E1-1 т. 2-2а	Обратная засыпка пазух грунтом фронтальным погрузчиком	100 м³	49,68	– 2,2	– 109,30	Машинист 6 разр. – 1
E2-1- 58, 4а	Планировка грунта экс- каватором, оборудован- ным планировочным ковшом	100 м²	22,90	– 1,44	– 32,98	Машинист 6 разр. – 1 Помощник машиниста 5 разр. – 1
E2-1-3 2,б	Уплотнение грунта вибро- катком с толщиной уплот- няемого слоя до 0,4 м	100 м³	41,15	– 0,11	– 4,53	Машинист 5 разр. – 1
E2-1- 59 т. 3,2а	Трамбование грунта II группы ручными элек- тротрамбовками с квад- ратным башмаком	100 м²	92,51	1,90 –	175,77 –	Землекоп 3 разр. – 1 2 разр. – 1
Итого					175,77 146,81	
Итого на 100 м³ грунта					3,54 2,95	

10 Практическое занятие № 10. Проектирование календарного графика производства работ

Календарный график производства работ состоит из двух частей: левой расчетной и правой в виде линейного графика Ганта.

Основанием для проектирования календарного графика производства работ являются установленные объемы работ и затраты труда на отдельные виды работ, приведенные в калькуляции затрат труда.

Графиком производства работ устанавливаются:

- процент выполнения норм выработки;
- сменность выполнения отдельных строительных работ и процессов;
- требуемый состав бригад и звеньев строительных рабочих;
- продолжительность выполнения отдельных строительных работ и процессов;
- расчетная продолжительность выполнения всего комплекса работ.

Оптимизацию календарного графика производят по трудовым и материальным ресурсам, для чего в пределах календарной линейки разрабатывают график движения рабочих (гистограмма изменения численности рабочих), график поступления и расходования основных строительных материалов, кон-

струкций и изделий, а также график движения машин и механизмов. Для оптимизации календарного графика по трудовым ресурсам в курсовом проекте допускается разрабатывать только график движения рабочих. Форма календарного графика производства работ приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Форма календарного графика производства работ

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на весь объем, чел.-дн. маш.-см.	Трудоемкость принятая, чел.-дн. маш.-см.	Процент перевыполнения норм выработки, %	Принятое число смен	Принятый состав звена	Продолжительность выполнения работ, дн.	Рабочие дни				
									1		2		
									Рабочие смены				
									1	2	1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

В графу 1 (наименование работ) заносят виды работ, выполняемые отдельными специализированными либо частными потоками (бригадами, звеньями). В графу 2 (единица измерения) проставляют натуральный измеритель строительной продукции (вида работ). В графу 3 заносят объемы работ, соответствующие единицам измерения, принятым в графе 2. Графа 4 заполняется значениями трудоемкости работ, подсчитанными в калькуляции затрат труда. При этом трудоемкость на весь объем работ, взятую из калькуляции затрат труда, следует разделить на продолжительность рабочей смены для обеспечения ее измерения в человеко-днях. Графу 5 заполняют из условия перевыполнения норм выработки отдельных работ и процессов на 15 %...25 %. В графу 6 заносят принятый процент выполнения норм выработки. Принятое число смен (графа 7) для общестроительных работ, выполняемых с применением машин и механизмов (краны, экскаваторы, бульдозеры), должно быть не менее 2. В графу 8 заносят расчетный квалификационный и численный состав звеньев и бригад. Данные графы 9 получают делением графы 5 на графы 7 и 8, округляя данные расчетов до 0,5 смены. В графе 10 (линейный график) графически изображают работы и процессы, совмещая их во времени и пространстве в соответствии с требованиями технологии и организации производства работ и охраны труда. Гистограмму изменения численности рабочих получают путем суммирования по вертикали календарной линейки количества рабочих бригад и звеньев.

Пример календарного графика производства работ с результатами его технологических расчетов и гистограмма изменения численности рабочих приведены в таблице 19 и на рисунке 23.

Таблица 19 – Примерный график трудового процесса укладки бетонной смеси в столбчатые фундаменты

Календарный график производства работ

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Q _{ср-дн.} маш.-см.	Q _{п-1} ср-дн. маш.-см.	Перев. норм, %	Прин. смен	Принятый состав звена	Продолжительность, дн.	Рабочие дни																								
									Рабочие смены																								
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23											
Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-28	1000 м ²	4,48	-	0,91	-	121	1	Машинист 6 р-1	1,0																								
Устройство неинвентарной обноски	100 м	7,53	14,08	-	12,00	117	2	Плотник 4 р-1 Плотник 2 р-1	3,0	2																							
Разработка грунта котлована экскаватором ЭО-3323	100 м ³	65,39	-	17,17	16,00	107	2	Машинист 6 р-1	8,0	1																							
Устройство бетонной подготовки	100 м ³	0,84	23,75	1,52	20,00	119	2	Машинист 6 р-1 Плотник 4р-1 Бетонш. 4р-1	5,0	4																							
Устройство монолитных фундаментов	100 м ³	6,27	180,56	13,16	156,00	116	2	Машинист 6 р-1 Плотник 4р-1, 3р-1 Бетонш. 4р-1, 3р-1 Арматурш. 4р-1, 3р-1	14,5	8																							
Обратная засыпка и уплотнение грунта	100 м ³	95,06	56,47	13,74	78,00	117	2	Машинист 6 р-1 Землекоп 2р-2																									

$\Sigma Q_{p-1} = 266,00$
 $\Sigma Q_{p-2} = 42,25$

$\Sigma t = 31,5$

Гистограмма изменения численности рабочих

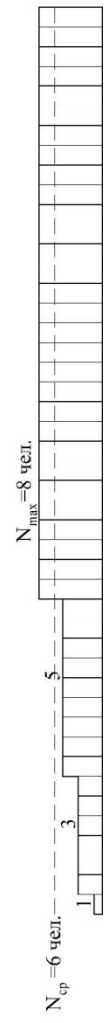


Рисунок 23 – Пример выполнения календарного графика производства работ и гистограммы изменения численности рабочих

10.1 Техничко-экономические показатели календарного графика производства работ

Продолжительность выполнения работ – это общая продолжительность строительства, определяемая по календарному графику.

Коэффициент сменности

$$k_{см} = \frac{t_1 \cdot c_1 + t_2 \cdot c_2 + \dots + t_i \cdot c_i}{\sum t_i}, \quad (17)$$

где t_1, t_2, t_i – продолжительность отдельных работ, дн.;

c_1, c_2, c_i – сменность (количество смен в сутки), применяется по отдельным процессам.

Значение $k_{см}$ растет с расширением применения трех- и двухсменной работы, что способствует сокращению срока строительства.

Коэффициент совмещенности строительных процессов во времени

$$k_{совм} = \frac{\sum t_i}{T}, \quad (18)$$

где $\sum t_i$ – суммарная продолжительность отдельных работ, дн.;

T – продолжительность выполнения работ, дн.

При совмещении работ значение $\sum t$ будет больше, чем T и коэффициент $k_{совм} > 1$; причем чем значительнее $k_{совм}$ будет больше единицы, тем больше это будет способствовать уменьшению срока производства работ.

Среднее количество рабочих в день $N_{ср}$, чел., определяется по формуле

$$N_{ср} = \frac{\sum Q}{T}, \quad (19)$$

где $\sum Q$ – общая трудоемкость строительства, чел.-дн.;

T – продолжительность выполнения работ, дн.

Коэффициент неравномерности движения рабочих

$$K_n = \frac{N_{\max}}{N_{ср}}, \quad (20)$$

где $N_{\max}$ – максимальное количество рабочих в день, определяемое по графику движения рабочих, чел.;

$N_{ср}$ – среднее количество рабочих в день, чел.

$K_n = 1, 1,1 \dots 1,4$. При большем значении K_n следует производить оптимизацию календарного графика по трудовым ресурсам.

Выработка на одного рабочего $B_{ср}$, объем/чел., вычисляется следующим образом:

$$B_{смп} = \frac{V_{смп}}{\Sigma Q}, \quad (21)$$

где $V_{смп}$ – объем строительного-монтажных работ;
 ΣQ – общая трудоемкость строительства, чел.-дн.

Список литературы

- 1 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и применения технологической документации на производство строительного-монтажных работ. – Минск : Минстройархитектуры, 2023. – 21 с.
- 2 Возведение строительных конструкций, зданий и сооружений: СН 1.03.01–2019. – Минск : Стройтехнорм, 2019. – 358 с.
- 3 Геодезические работы в строительстве. Основные положения : СН 1.03.02–2019. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2020. – 13 с.
- 4 Организация строительного производства : СН 1.03.04–2020. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2024. – 37 с.
- 5 Монолитные и сборные бетонные и железобетонные конструкции. Контроль качества работ: СП 1.03.09–2023. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2023. – 31 с.
- 6 Общие положения по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений: СП 5.01.01–2023. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2023. – 143 с.
- 7 Об утверждении Правил по охране труда при выполнении строительных работ: постановление М-ва труда и соцзащиты Респ. Беларусь и М-ва архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь от 31 мая 2019 г. № 24/33. – Минск, 2019. – 52 с.
- 8 Нормы затрат труда. Сборник № 1. Внутривозвездные транспортные работы: НЗТ № 1. – Минск : Стройэкономика, 2009. – 36 с.
- 9 Нормы затрат труда. Сборник № 2-1. Механизированные и ручные земляные работы: НЗТ № 2-1. – Минск : Стройэкономика, 2009. – 96 с.
- 10 Нормы затрат труда. Сборник № 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций: НЗТ № 4. – Минск : Стройэкономика, 2009. – 96 с.
- 11 Нормы затрат труда. Сборник № 6. Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях: НЗТ № 6. – Минск : Стройэкономика, 2009. – 63 с.
- 12 Нормы затрат труда. Сборник № 22-1. Сварочные работы. Конструкции зданий и промышленных сооружений: НЗТ № 22-1. – Минск: Стройэкономика, 2009. – 46 с.
- 13 Нормы затрат труда. Сборник № 5. Монтаж металлических конструкций. Конструкции зданий и промышленных сооружений: НЗТ № 5-1. – Минск: Стройэкономика, 2009. – 432 с.

Приложение А (обязательное)

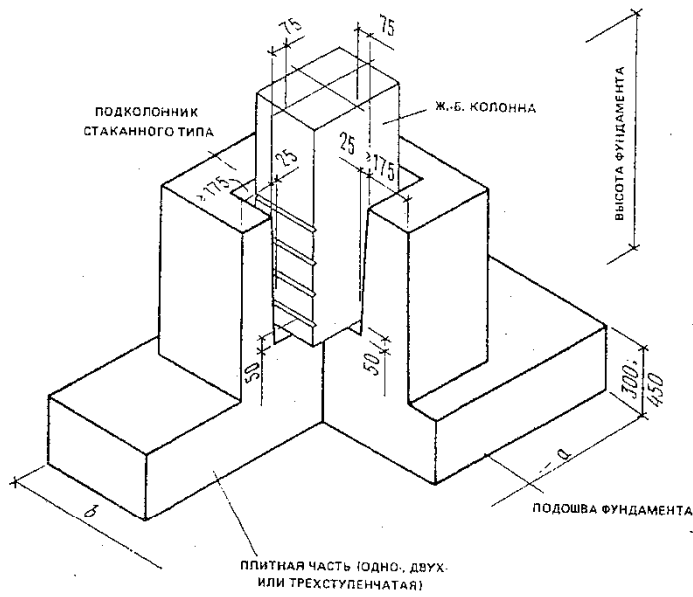
Таблица А.1 – Варианты заданий к практическим занятиям

Номер вари- анта	Параметры здания, м					Номер фун- да- мента	Вид грунта	Опираение фундамен- тов
	Дли- на	Ши- рина	Про- лет	Шаг колонн				
				край- них	сред- них			
1	60	48	24	6	12	1	Супесь	На бетон- ную подго- товку
2	48	36	18	6	12	2	Глина	
3	36	36	18	6	12	3	Песок	
4	42	36	12	6	6	4	Суглинок	
5	48	24	12	6	12	5	Песок	
6	48	36	18	6	6	6	Глина	
7	48	48	24	6	6	7	Песок	
8	42	36	18	6	6	8	Супесь	
9	36	24	12	6	6	9	Глина	
10	48	24	12	6	6	10	Суглинок	
11	48	48	24	6	12	11	Песок	На грунт
12	54	48	24	6	6	12	Глина	
13	36	24	12	6	6	13	Супесь	
14	48	48	24	6	12	14	Песок	
15	48	36	12	6	6	15	Глина	
16	48	24	12	6	6	16	Суглинок	
17	48	24	12	6	6	17	Песок	
18	48	36	12	6	6	18	Глина	
19	48	36	18	6	6	19	Супесь	
20	36	24	12	6	6	20	Глина	
21	36	36	18	6	6	21	Песок	На бетон- ную подго- товку
22	48	36	18	6	6	22	Суглинок	
23	48	48	24	6	12	23	Песок	
24	48	36	12	6	6	24	Глина	
25	54	24	12	6	6	25	Глина	
26	48	36	12	6	12	26	Супесь	
27	54	36	18	6	6	27	Песок	
28	48	36	18	6	6	28	Глина	
29	48	48	24	6	6	29	Суглинок	
30	48	24	12	6	6	30	Глина	
31	48	36	18	6	12	31	Песок	На грунт
32	54	24	12	6	6	32	Глина	
33	48	36	12	6	6	33	Супесь	
34	54	54	18	6	6	34	Песок	
35	48	24	12	6	6	35	Глина	
36	54	36	18	6	6	36	Суглинок	
37	48	36	12	6	12	34	Песок	
38	48	36	18	6	12	32	Глина	

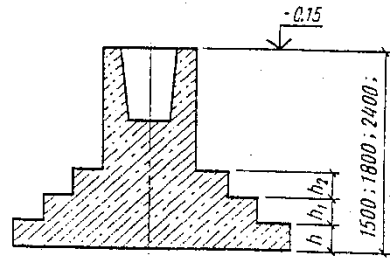
Таблица А.2 – Габаритные размеры фундаментов

Номер фундамента	Размеры фундаментов, м								
	a	b	a_1	b_1	a_2	b_2	h	h_1	h_2
Колонна $A_k \times B_k$ сеч. $0,4 \times 0,4$; подколонник $a_n \times b_n$ сеч. $0,9 \times 0,9$; глубина h_c стакана $0,8$									
1	1,5	1,5					0,3		
2	1,8	1,5					0,3		
3	1,8	1,5					0,45		
4	2,1	1,5					0,45		
5	2,4	1,5	1,8	1,5			0,3	0,3	
6	2,4	1,8	1,8	1,8			0,3	0,3	
7	2,7	1,8	2,1	1,8			0,3	0,3	
8	3,0	1,8	2,1	1,8			0,3	0,3	
9	3,0	2,1	2,1	1,5			0,3	0,3	
10	3,0	2,4	2,1	1,5			0,3	0,3	
11	3,3	2,4	2,1	1,5			0,3	0,3	
12	3,3	2,4	2,4	1,8	1,5	1,8	0,3	0,3	0,3
13	3,6	2,4	2,7	1,8	1,8	1,8	0,3	0,3	0,3
14	3,6	2,7	2,7	2,1	1,8	1,5	0,3	0,3	0,3
15	4,2	2,7	3,0	2,1	2,1	1,5	0,3	0,3	0,3
16	4,2	3,0	3,0	2,1	2,1	1,5	0,3	0,3	0,3
17	4,8	3,0	3,6	2,1	2,4	1,5	0,3	0,3	0,3
Колонна $A_k \times B_k$ сеч. $0,6 \times 0,4$ и $0,6 \times 0,5$; подколонник $a_n \times b_n$ сеч. $1,2 \times 1,2$; глубина стакана h_c $0,8$ и $0,9$									
18	2,1	1,5					0,45		
19	2,4	1,5					0,45		
20	2,4	1,8					0,45		
21	2,7	1,8	2,1	1,8			0,3	0,3	
22	3,0	1,8	2,4	1,8			0,3	0,3	
23	3,0	2,1	2,4	2,1			0,3	0,3	
24	3,0	2,1	2,4	2,1			0,3	0,3	
25	3,0	2,4	2,4	1,8			0,3	0,3	
26	3,3	2,4	2,4	1,8			0,3	0,3	
27	3,6	2,4	2,7	1,8			0,3	0,3	
28	3,6	2,7	2,7	2,1			0,3	0,3	
29	3,3	2,4	2,7	1,8	1,8	1,8	0,3	0,3	0,3
30	3,6	2,4	2,7	1,8	1,8	1,8	0,3	0,3	0,3
31	3,6	2,7	2,7	2,1	1,8	2,1	0,3	0,3	0,3
32	4,2	2,7	3,3	2,1	2,4	2,1	0,3	0,3	0,3
33	4,2	3,0	3,3	2,4	2,4	1,8	0,3	0,3	0,3
34	4,8	3,0	3,6	2,4	2,7	1,8	0,3	0,3	0,3
35	4,8	3,3	3,6	2,4	2,7	1,8	0,3	0,3	0,3
36	4,8	3,6	3,6	2,4	2,7	1,8	0,3	0,3	0,3

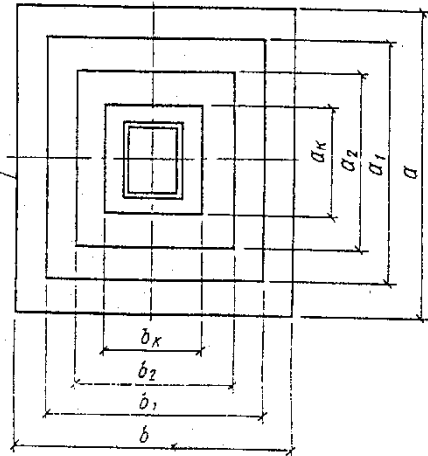
ЗАГЛУБЛЕНИЕ СПЛОШНОЙ КОЛОННЫ В ФУНДАМЕНТ



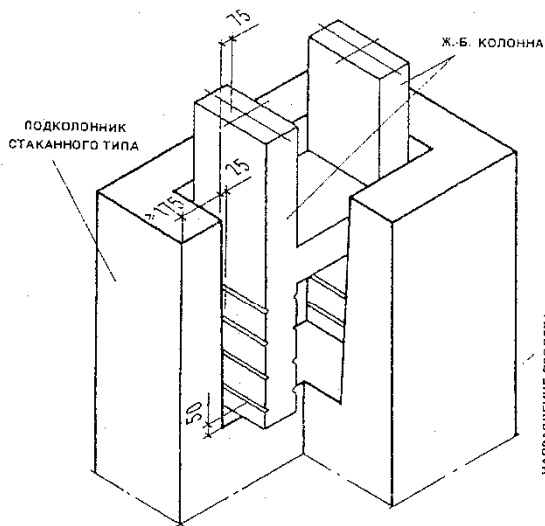
ФУНДАМЕНТ ПОД РЯДОВЫЕ КОЛОННЫ



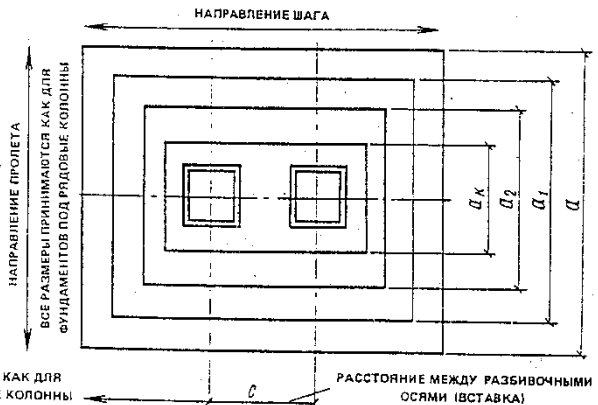
СОВМЕЩЕНИЕ УСТУПОВ ПРИМЕНЯЕТСЯ ПРИ СООТНОШЕНИИ СТОРОН ПОДШВЫ ОКОЛО 1:1,5
ВСЕ РАЗМЕРЫ В ПЛАНЕ КРАТНЫ 300 мм



ЗАГЛУБЛЕНИЕ ДВУХВЕТВЕВОЙ КОЛОННЫ В ФУНДАМЕНТ



ФУНДАМЕНТЫ ПОД СПАРЕННЫЕ КОЛОННЫ ПО ПОПЕРЕЧНЫМ РАЗБИВОЧНЫМ ОСЯМ (АНАЛОГИЧНО УСТРАИВАЮТСЯ ФУНДАМЕНТЫ ПО ПРОДОЛЬНЫМ РАЗБИВОЧНЫМ ОСЯМ)



РАЗМЕРЫ ПРИНИМАЮТСЯ КАК ДЛЯ ФУНДАМЕНТОВ ПОД РЯДОВЫЕ КОЛОННЫ
ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛИТНОЙ ЧАСТИ ФУНДАМЕНТОВ

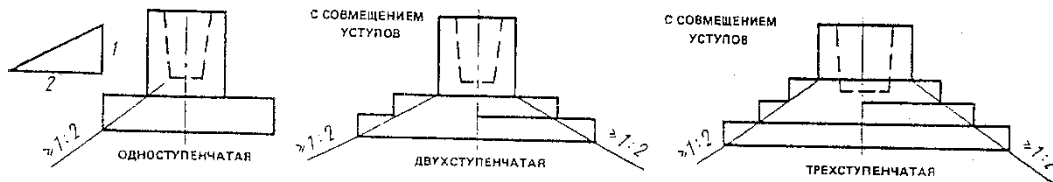
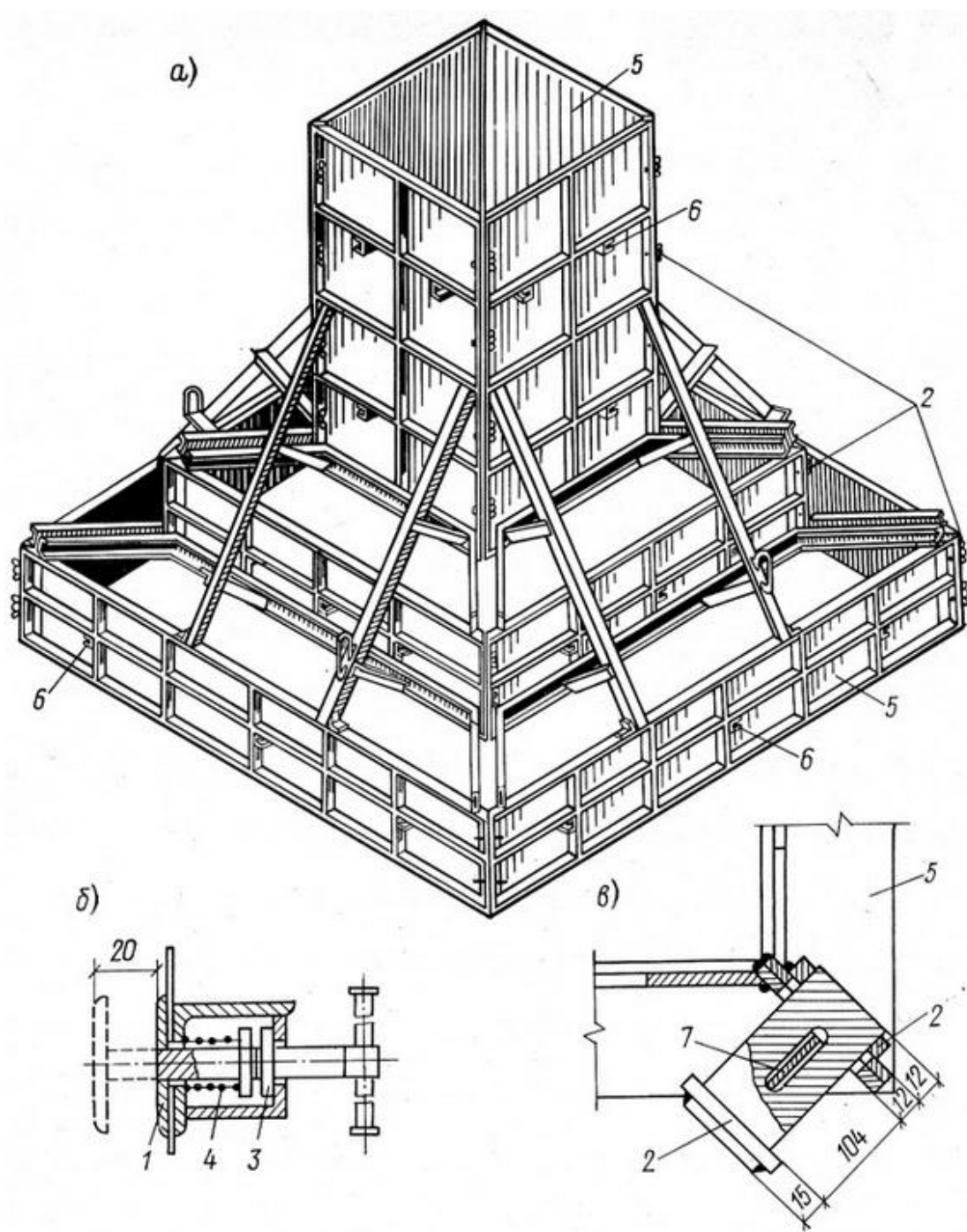


Рисунок А.1 – Линейные размеры фундаментов

Приложение Б (рекомендуемое)



a – общий вид опалубки; *б* – отжимное устройство; *в* – узел соединения створок;
1 – опорная пластина; *2* – клиновой замок; *3* – винт; *4* – пружина; *5* – створка; *6* – отжимное устройство; *7* – клин

Рисунок Б.1 – Объемная блок-форма опалубки

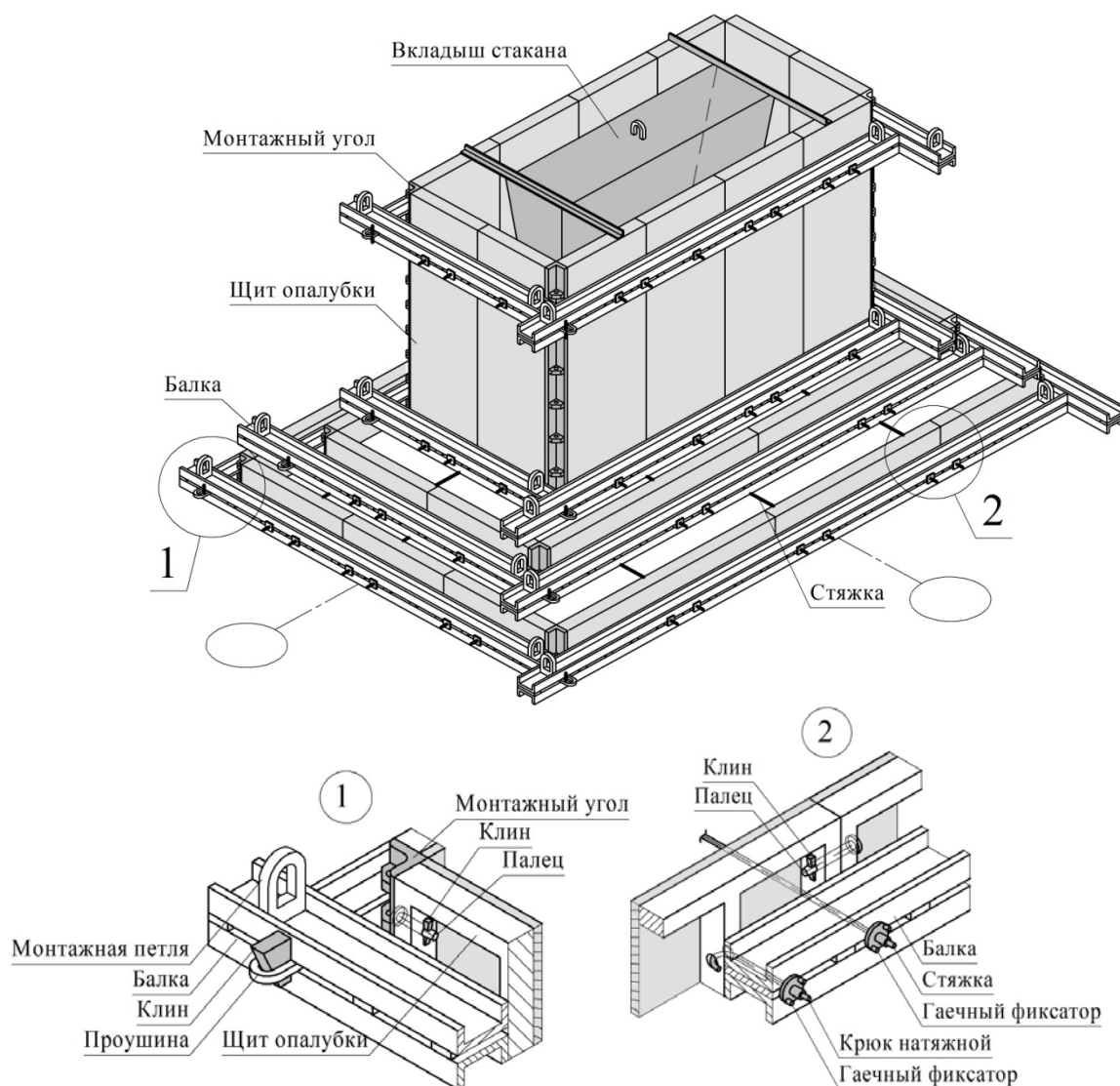
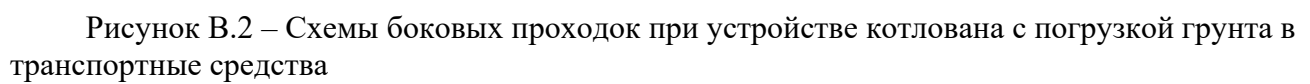
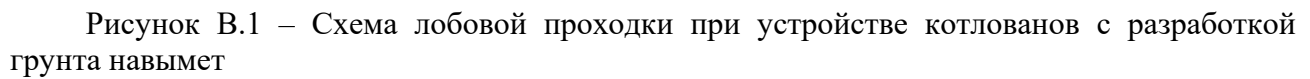


Рисунок Б.2 – Схема мелкощитовой опалубки монолитного фундамента

Таблица Б.1 – Технические параметры мелкощитовой опалубки фундаментов МОДОСТР

Наименование параметра	Значение параметра
Допустимое боковое давление бетонной смеси на опалубку, кПа(тс/м ²)	40 (4,0)
Высота щитов, мм	900, 1200, 1500, 2500
Ширина щитов, мм	100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 900
Толщина щитов, мм	82
Удельный вес щита, кг/м ²	38...42
Размер внутреннего угла в плане, мм	200×200
Размер наружного угла в плане, мм	80×80
Палуба	Стальной лист толщиной 2 мм
Тяж	Винтовой Ø16 мм
Тип замка	Зажимного действия
Оборачиваемость опалубки, цикл	150...200
Навесные подмости, ширина, мм	950



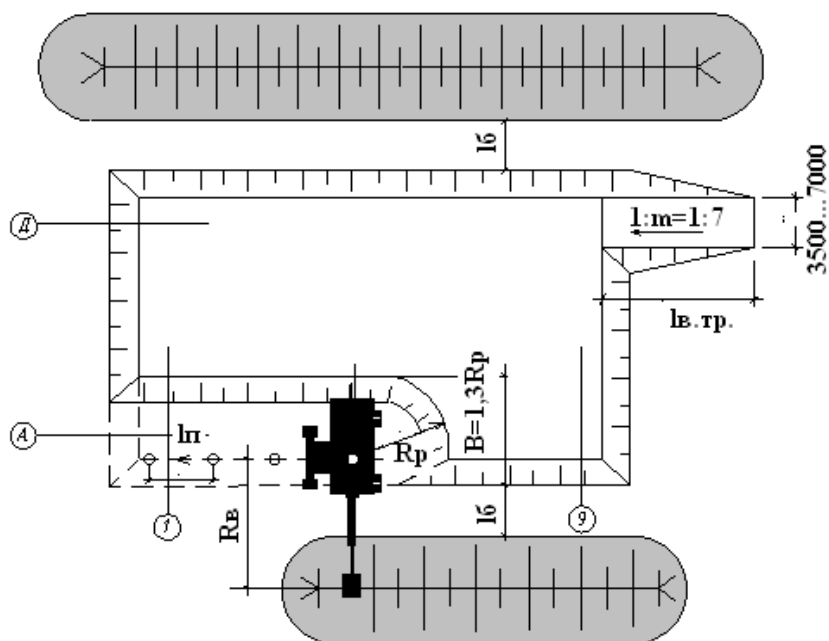


Рисунок В.3 – Схемы боковых проходов при устройстве котлована с разработкой грунта навывмет

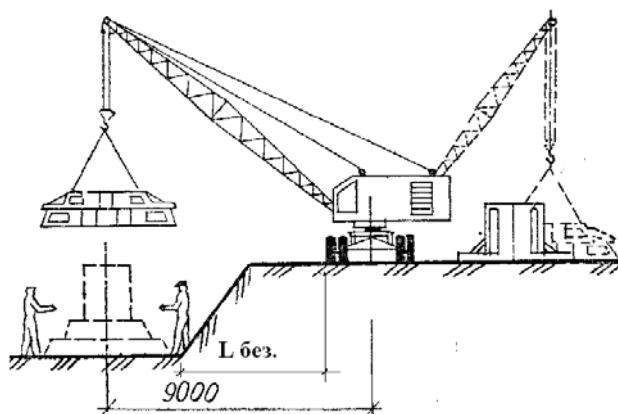


Рисунок В.4 – Схема установки машин и механизмов на откосе выемки

Таблица В.1 – Минимальное расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины

Глубина выемки, м	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины $L_{без.}$, м			
	песчаных	супесчаных	суглинистых	глинистых
1,0	1,5	1,25	1,00	1,00
2,0	3,0	2,40	2,00	1,50
3,0	4,0	3,60	3,25	1,75
4,0	5,0	4,40	4,00	3,00
5,0	6,0	5,30	4,75	3,50

Схемы организации работ по устройству монолитных столбчатых фундаментов приведены на рисунках В.5–В.7.

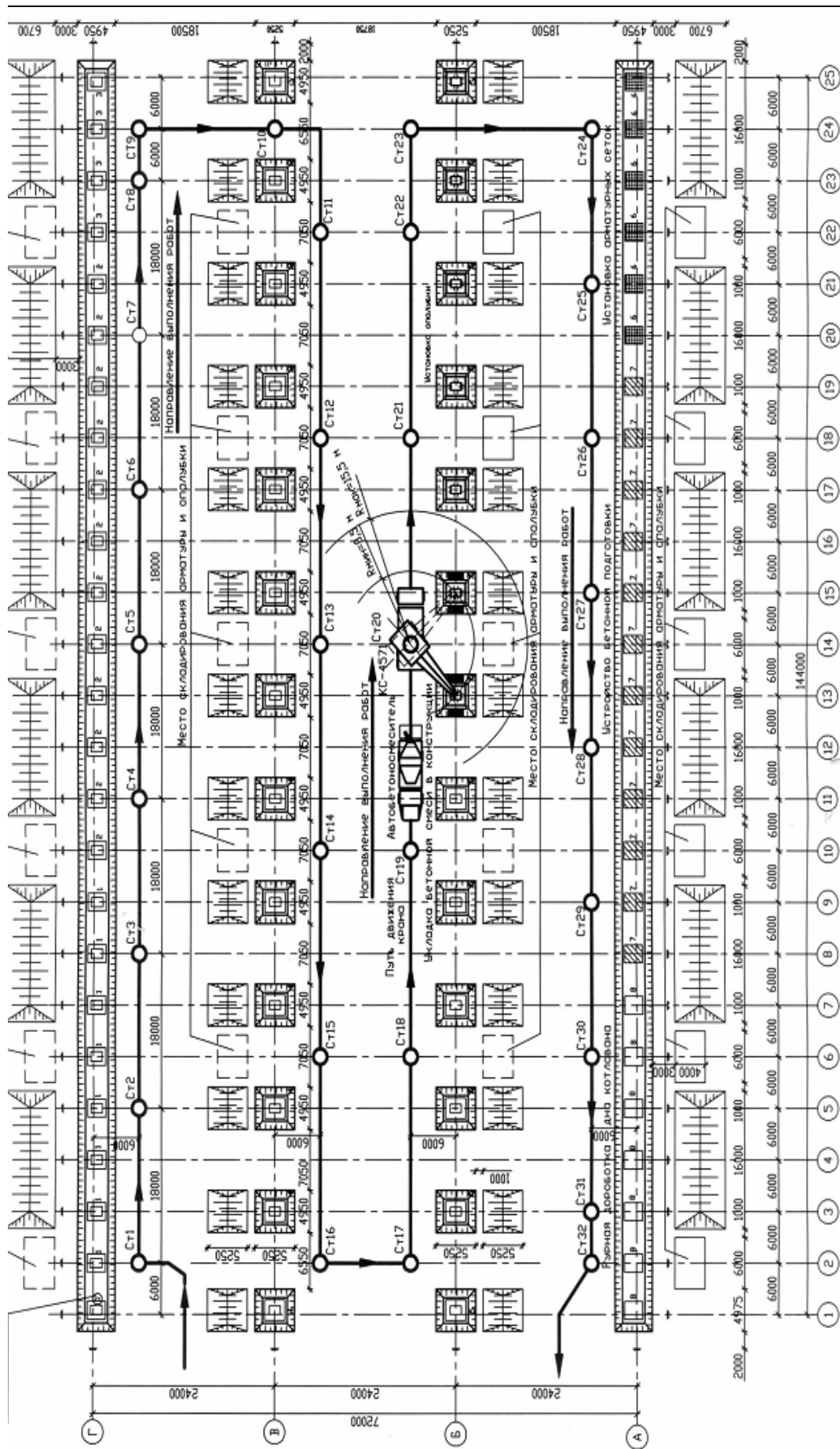


Рисунок В.5 – Схема организации работ по устройству монолитных столбчатых фундаментов

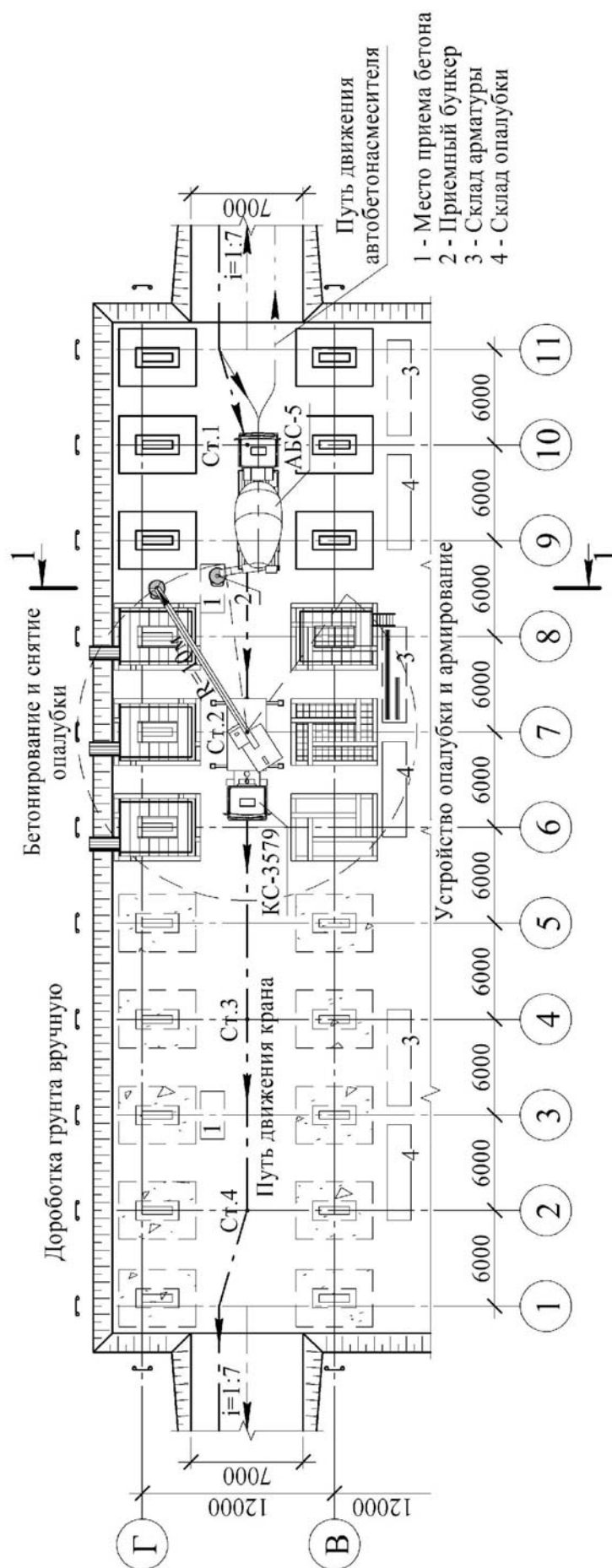


Рисунок В.6 – Схема организации работ по устройству монолитных столбчатых фундаментов в котловане

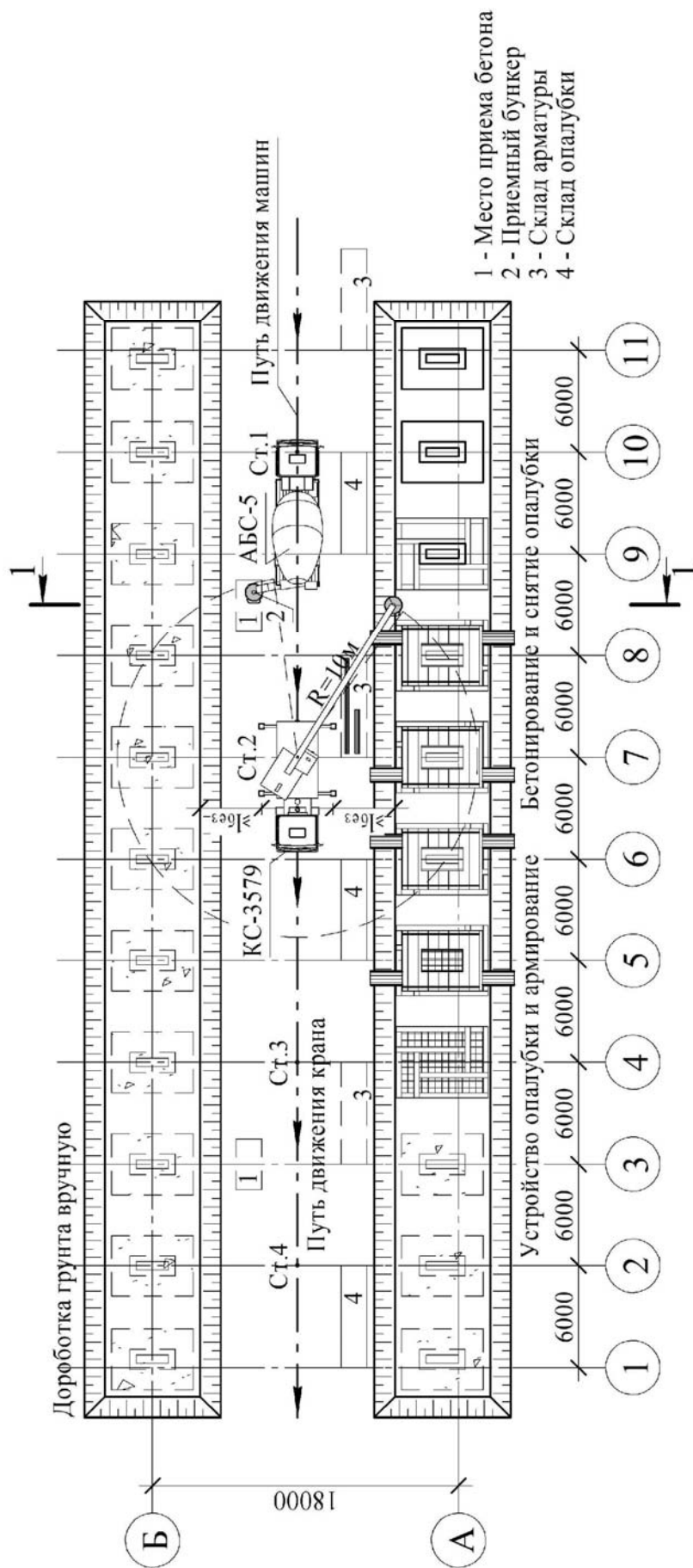
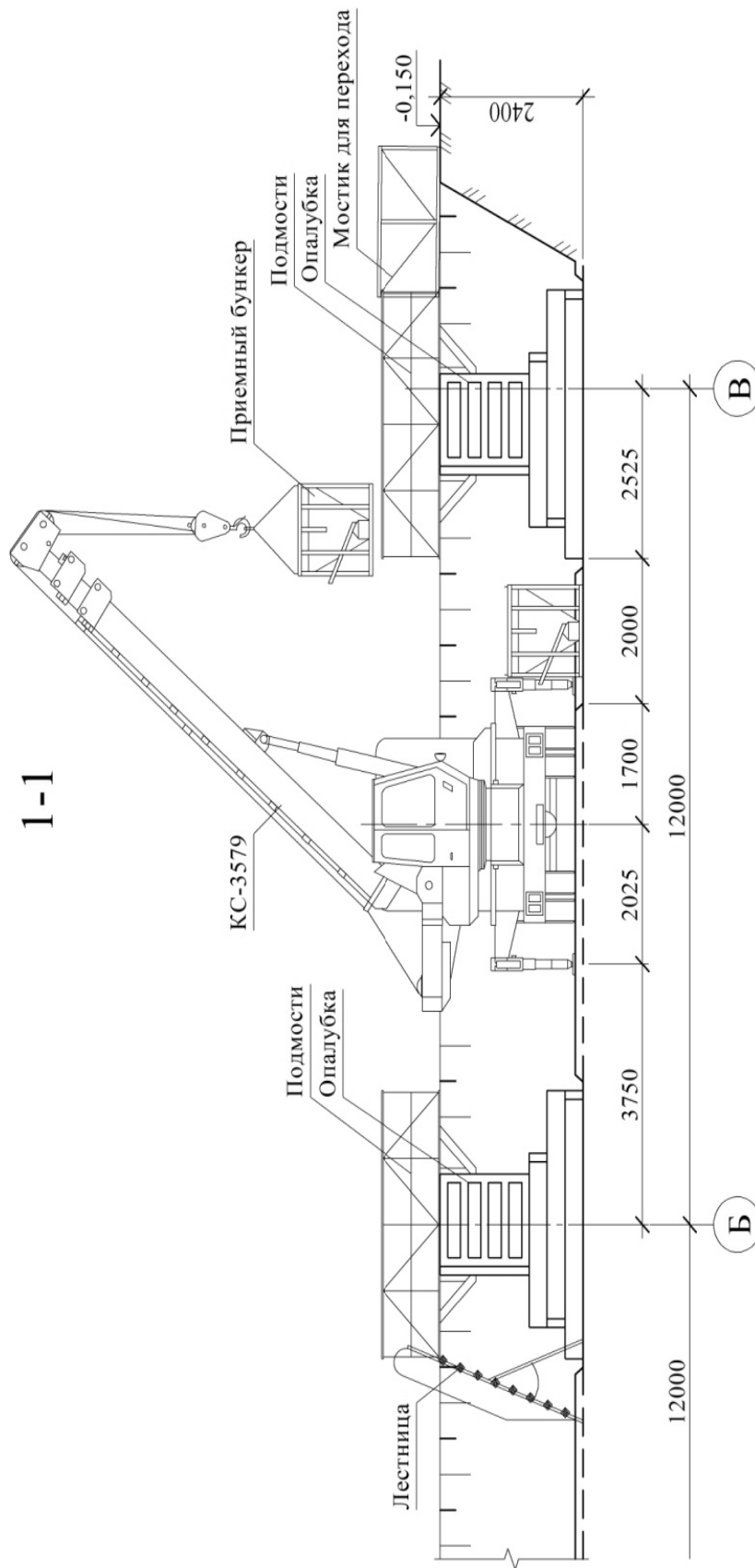
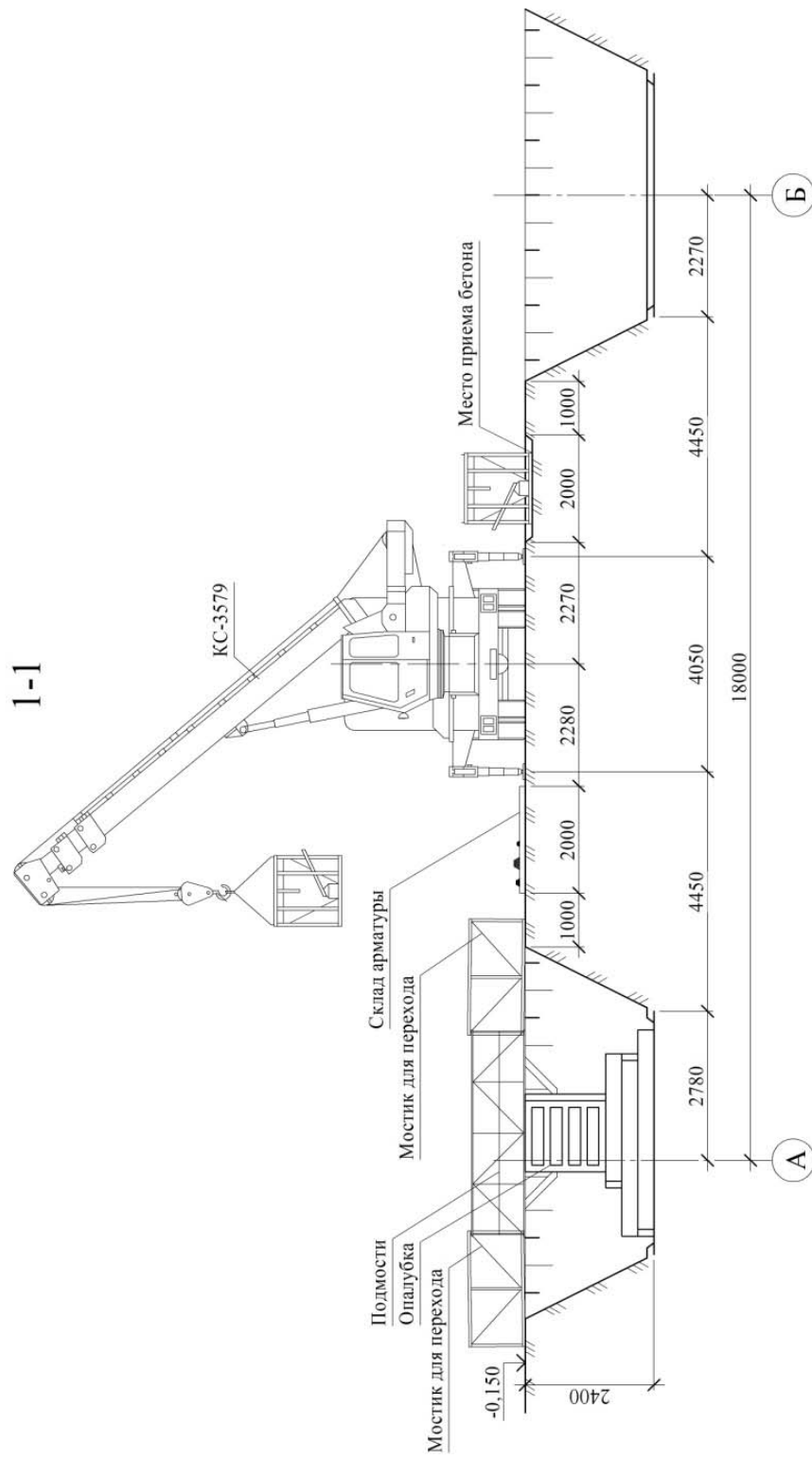


Рисунок В.7 – Схема организации работ по устройству монолитных столбчатых фундаментов в траншеях



Продолжение рисунка В.7



Окончание рисунка В.7