

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный архитектурно-строительный университет»

С.В. Коробков, Д.И. Мокшин

**РАЗРАБОТКА ГРУНТА В КОТЛОВАНАХ
И ТРАНШЕЯХ**

Учебное пособие

Томск
Издательство ТГАСУ
2016

УДК 624.13 (075.8)
ББК 38.58я7

Коробков, С.В. Разработка грунта в котлованах и траншеях
К68 [Текст] : учебное пособие / С.В. Коробков, Д.И. Мокшин. –
Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – 112 с.

ISBN 978-5-93057-735-8

В учебном пособии рассмотрены вопросы проектирования производства работ при устройстве котлованов и траншей. Освещены теоретические положения по технологии земляных работ. Изложен теоретический материал по содержанию курсового проекта (курсовой работы) и технологической карты в составе ВКР, а также приведен справочный материал.

Пособие предназначено для студентов очной и заочной форм, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 08.03.01 «Строительство», профилям подготовки: «Промышленное и гражданское строительство», «Городское строительство и хозяйство», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Водоснабжение и водоотведение», «Механизация и автоматизация строительства», «Экспертиза и управление недвижимостью», «Автомобильные дороги», «Автодорожные мосты и тоннели», «Жилищно-коммунальный комплекс», «Инженерно-сметная деятельность в строительстве», «Плазменные технологии в производстве строительных материалов», и специалистов, обучающихся по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений», по дисциплине «Технология строительных процессов».

УДК 624.13 (075.8)
ББК 38.58я7

Рецензенты:

М.М. Титов, д.т.н., профессор кафедры «Технология и организация строительства» НГАСУ (Сибстрин);

А.В. Рубанов, к.т.н., доцент кафедры «Технология строительного производства» ТГАСУ.

ISBN 978-5-93057-735-8

© Томский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2016

© Коробков С.В., Мокшин Д.И., 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Общие указания по выполнению курсового проекта (работы)	7
2. Основные теоретические положения	8
2.1. Основные положения и понятия, принятые в технологии строительного производства	8
2.2. Технология земляных работ	10
2.2.1. Общие положения	10
2.2.2. Способы разработки грунта	13
2.2.3. Способы уплотнения грунта	17
2.2.4. Обеспечение устойчивости земляных сооружений	17
2.2.5. Организация водоотвода, водоотлива и водопонижения грунтовых вод	21
3. Методические указания к курсовому проекту (работе)	23
3.1. Исходные данные	23
3.2. Определение типа и размеров котлована (траншеи) под фундаменты здания	29
3.3. Вычисление объемов земляных работ	33
3.3.1. Подсчет объемов работ при срезке грунта растительного слоя	33
3.3.2. Подсчет объемов грунта при разработке съездной траншеи	35
3.3.3. Подсчет объемов грунта при разработке котлована (траншей)	35
3.4. Подбор комплекта машин для разработки грунта	37
3.5. Составление ведомости объемов земляных работ	38
3.6. Калькуляция затрат труда и машинного времени	41
3.7. Расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта	42
3.8. Расчет забоя одноковшового экскаватора	42
3.8.1. Расчет забоя для экскаватора «прямая лопата» ...	43
3.8.2. Расчет параметров забоя для экскаваторов «обратная лопата» и драглайн	46

3.8.3. Расчет параметров забоя для экскаваторов «обратная лопата» и драглайн при разработке траншей	49
3.9. График производства земляных работ	51
3.10. Технология производства земляных работ	52
3.11. Расчет технико-экономических показателей комплекта машин	53
3.12. Техника безопасности	53
3.13. Расчет материальных ресурсов для производства земляных работ	54
3.14. Графическая часть	54
Контрольные вопросы	57
Библиографический список	58
Приложение 1	60
Приложение 2	70
Приложение 3	83
Контрольный пример № 1	84
Контрольный пример № 2	98

ВВЕДЕНИЕ

Целью проекта (работы) является приобретение навыков проектирования технологии выполнения строительных процессов, закрепление теоретического материала раздела «Земляные работы» при изучении дисциплины «Технология строительных процессов», а также при разработке технологической карты в составе выпускной квалификационной работы бакалавра.

Задачей выполнения проекта (работы) является формирование:

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

В результате выполнения работы обучающийся должен:

1. *Знать*: 1) основные нормативные документы в строительстве, посвященные производству земляных работ;
- 2) основные положения и задачи строительного производства в части производства земляных работ;
- 3) методы технологии при выполнении простых и комплексных строительных процессов земляных работ с применением средств механизации, включая обычные и экстремальные условия строительного производства;

4) требования к качеству строительной продукции и методы ее обеспечения, требования и обеспечение охраны труда и природы при производстве земляных работ;

5) методику выбора и документирование технологических решений на стадии проектирования производства земляных работ и на стадии их выполнения;

6) методику определения потребных ресурсов для производства земляных работ.

2. *Уметь:* 1) определять состав и объемы выполнения строительных процессов при производстве земляных работ;

2) производить расчеты для подбора средств механизации, технологической оснастки и потребного количества рабочих при выполнении строительных процессов земляных работ;

3) рассчитывать технико-экономические показатели при выполнении строительных процессов земляных работ;

4) разрабатывать организационно-технологические схемы выполнения строительных процессов земляных работ;

5) разрабатывать календарное планирование выполнения строительных процессов земляных работ;

6) рассчитывать материально-технические ресурсы для выполнения строительных процессов земляных работ.

3. *Владеть:* 1) базовой инженерной терминологией в области производства земляных работ;

2) знаниями правил и технологии производства земляных работ;

3) способностью вести подготовку документации по менеджменту качества типовыми методами контроля качества технологических процессов на производственных участках при производстве земляных работ;

4) способностью организации рабочих мест, их технического оснащения, размещения технологического оборудования, а также контролем за соблюдением технологической дисциплины и экологической безопасности при производстве земляных работ.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Объем курсового проекта (работы). Курсовой проект (работа) состоит из расчетно-пояснительной записки, выполненной на листах писчей бумаги формата А4 и графической части, выполненной на листе формата А1 (ГОСТ 2.301–68*).

Расчетно-пояснительная записка и графическая часть должны быть оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95*, 21.101–2009, 21.501–2011, 2.306–68*.

Содержание курсового проекта (работы). Пояснительная записка содержит следующие разделы:

1. Исходные данные.
2. Определение типа и размеров котлована (траншеи) под фундаменты здания.
3. Вычисление объемов земляных работ.
4. Подбор комплекта машин для разработки грунта и его транспортирования.
5. Составление ведомости объемов земляных работ.
6. Калькуляция затрат труда и машинного времени.
7. Расчет забоя одноковшового экскаватора.
8. Расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта.
9. График производства земляных работ.
10. Технология производства земляных работ.
11. Расчет технико-экономических показателей комплекта машин для земляных работ.
12. Техника безопасности.
13. Расчет материальных ресурсов для производства работ.
14. Список использованной литературы.

Графическая часть включает технологическую схему производства земляных работ при разработке грунта в котловане (траншее).

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Основные положения и понятия, принятые в технологии строительного производства

Строительное производство объединяет процессы, выполняемые непосредственно на строительной площадке, и изучается такими дисциплинами, как технология строительного производства и организация строительного производства.

Технология строительного производства – это наука, изучающая методы выполнения строительных процессов, которые направлены на переработку строительных материалов и конструкций с целью получения продукции заданного качества.

Строительной продукцией является законченный конструктивный элемент здания или здание целиком (фундамент, стена, перекрытие и т. д.).

Строительный процесс – это совокупность операций, технологически связанных между собой и направленных на получение конечной строительной продукции (например, разработка грунта в котловане, укладка бетонной смеси, установка колонны и т. д.). Для выполнения строительных процессов необходимы материальные элементы (предметы труда) и технические средства (орудия труда). Технические средства, управляемые рабочим, действуют на материальные элементы, что приводит к созданию строительной продукции.

Строительные процессы делятся: по назначению – на заготовительные, транспортные, подготовительные и монтажно-укладочные; по степени сложности – на простые и комплексные; по степени механизации – на ручные, механизированные и автоматизированные.

Строительные процессы характеризуются временными и пространственными параметрами. К временным относятся: продолжительность процесса, сроки выполнения, сменность ра-

боты. Развитие процессов во времени может протекать последовательным, параллельным или поточным способами. К пространственным параметрам относятся: рабочее место, деланка, захватка, участок, фронт работы.

Совокупность строительных процессов, связанных общностью обрабатываемых предметов труда, образует вид строительной работы (например, земляные, бетонные, каменные, монтажные работы и др.). Строительные работы подразделяются на общестроительные, подготовительные и специальные. Они выполняются в три цикла: нулевой (подземный), надземный и отделочный.

При техническом нормировании строительных процессов устанавливают следующие нормы:

1. Норма времени ($N_{вр}$, чел.-ч/ед. продукции) – время, необходимое для создания единицы продукции заданного качества одним рабочим в условиях правильной организации труда и с соблюдением технологии выполнения процесса.

2. Норма машинного времени ($N_{м.вр}$, маш.-ч/ед. продукции) – время работы машины для получения единицы продукции в условиях максимального использования эксплуатационной производительности данной машины.

3. Норма выработки ($N_{выр}$, ед. продукции/ед. времени) – количество доброкачественной продукции, полученное за единицу времени при тех же условиях, что и при назначении нормы времени:

$$N_{выр} = 1 / N_{вр}.$$

Трудоемкость работ – это затраты труда (времени) для выполнения определенного объема работ. Она определяется при составлении калькуляции путем умножения нормы времени на количество (объем) работ.

При тарифном нормировании устанавливается *расценка* (P , руб./ед. продукции) – это стоимость единицы произведенной рабочим или звеном продукции требуемого качества. Она зависит от нормы времени и квалификации рабочих.

Для определения заработной платы рабочих при выполнении какого-либо процесса необходимо расценку умножить на объем (количество) работ.

Нормы времени и расценки для различных процессов определяются по «Единым нормам и расценкам» (ЕНиР), которые также содержат данные о составе звена, составе работ, технических характеристиках машин, единице измерения объема (количества) работ, поправочных коэффициентах к нормам времени и расценкам.

2.2. Технология земляных работ

2.2.1. Общие положения

Земляные работы объединяют процессы, связанные с переработкой грунта. Они состоят из подготовительных, вспомогательных и основных процессов.

Состав основных процессов зависит от способа разработки грунта.

Подготовительные процессы (разбивка земляного сооружения, понижение уровня грунтовых вод и др.) выполняются до начала разработки грунта.

Вспомогательные процессы (рыхление грунта, водоотлив, крепление стенок сооружения и др.) могут выполняться как до начала разработки, так и во время разработки грунта.

Сооружения, получаемые после выполнения земляных работ, называются *земляными сооружениями*. Они подразделяются на выемки (котлован, траншея, резерв и др.) и насыпи (дорожное полотно, кавальер и др.).

Основными элементами котлована являются: дно, откос, берма, подошва откоса, заложение откоса, бровка котлована, его размеры понизу и поверху, высота (глубина) котлована (рис. 1).

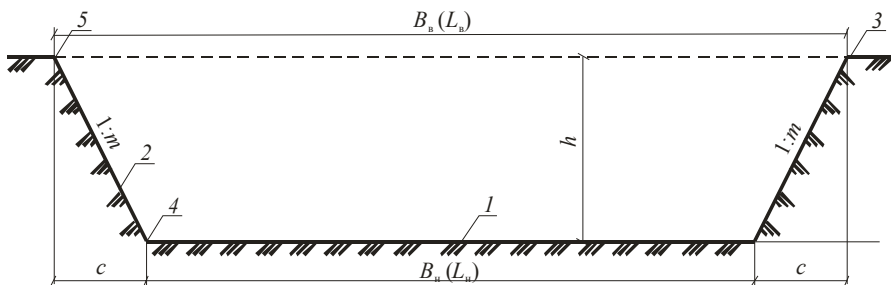


Рис. 1. Элементы котлована: 1 – дно котлована; 2 – откос котлована; 3 – берма котлована; 4 – основание откоса; 5 – бровка котлована

Откос котлована устраивается с целью обеспечения его устойчивости и характеризуется крутизной. Крутизна откоса – это отношение высоты земляного сооружения (h) к заложению откоса (c), обозначается как $1 : m$, т. е

$$1 : m = h/c.$$

Из этого соотношения определяем величину заложения откоса:

$$c = m \cdot h.$$

С учетом размеров котлована понизу, которые определяются исходя из плана фундаментов под наружные несущие конструкции, с учетом требований нормативных документов и величины заложения откосов, найдем размеры котлована поверху.

При устройстве траншеи её размер понизу определяется согласно табл. 1, в зависимости от типа и диаметра прокладываемых труб [9].

Необходимо учитывать, что при разработке траншей одноковшовым экскаватором их ширина должна быть не меньше ширины режущей кромки ковша экскаватора с добавлением в песчаных грунтах и супесях 0,15 м, в глинах и суглинках – 0,10 м.

Ширина траншей поверху определяется крутизной её откосов.

Таблица 1

Наименьшая ширина траншеи по дну

Способ укладки трубопровода	Наименьшая ширина траншеи по дну, м, для труб		
	стальных и пластмассовых	раструбных чугунных, бетонных, железобетонных, асбестоцементных	бетонных и железобетонных на муфтах и фальцах, керамических
Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре труб D , м:			
до 0,7	$D + 0,3$, но не менее 0,7	–	–
более 0,7	$1,5 D$	–	–
Отдельными трубами при наружном диаметре труб D , м:			
до 0,5	$D + 0,5$	$D + 0,6$	$D + 0,8$
от 0,7 до 1,6	$D + 0,8$	$D + 1,0$	$D + 1,02$
от 1,6 до 3,5	$D + 1,4$	$D + 1,04$	$D + 1,4$

Грунты по трудоемкости разработки различными машинами делятся на категории, которые приводятся в [12]. Трудность разработки грунта зависит от его вида и свойств (плотности, влажности, сцепления). От категории грунта зависит норма времени и расценка на его разработку.

Одним из основных свойств грунта является также его разрыхляемость, которая характеризуется двумя коэффициентами: первоначального и остаточного разрыхления (табл. П.1.11).

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

2.2.2. Способы разработки грунта

При разработке грунта используются следующие способы:

1. *Механический*, при котором грунт разрабатывается полойно резанием рабочим органом строительной машины.

2. *Гидромеханический*, при котором грунт разрабатывается при помощи воды гидромонитором или земснарядом.

3. *Взрывной* – грунт разрабатывается при помощи взрывчатых веществ открытым или закрытым способами.

4. *Бурение* – грунт разрабатывается при помощи специальных машин вращательного или ударно-вращательного действия.

Наибольшее распространение получил механический способ разработки грунта. В этом случае применяются землеройные и землеройно-транспортные машины.

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

Землеройные машины непрерывного действия – это цепные и роторные экскаваторы, которые применяются для разработки грунта линейных выемок (траншей, канав) большой протяженности.

Цепные экскаваторы копают траншеи глубиной до 3,5 м, роторные – до 1,5 м.

Землеройно-транспортные машины (бульдозеры, скреперы) разрабатывают и перемещают грунт на определенное расстояние: бульдозер – до 100–150 м, скрепер – до 3–5 км.

Состав основных процессов при механическом способе разработки грунта:

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

Основной объем грунта при производстве земляных работ разрабатывается при помощи одноковшовых экскаваторов. Навесным оборудованием к ним является прямая (рис. 2, *а*) и обратная (рис. 2, *б*) лопаты, драглайн (рис. 2, *г*) и грейфер (рис. 2, *в*).

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

Драглайн имеет большой радиус действия и большую глубину копания, поэтому применяется при разработке больших (в плане) и глубоких выемок.

Грейфер применяется при разработке глубоких выемок с малыми размерами в плане, а также при погрузочно-разгрузочных работах и обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

Место работы экскаватора называется *забоем*. Забой включает в себя площадку для установки автосамосвала, место стоянки экскаватора и участок грунта, подлежащий разработке с данной стоянки. Основные виды забоев: лобовой и боковой – для экскаватора «прямая лопата», торцевой и боковой – для экскаватора «обратная лопата» и драглайн.

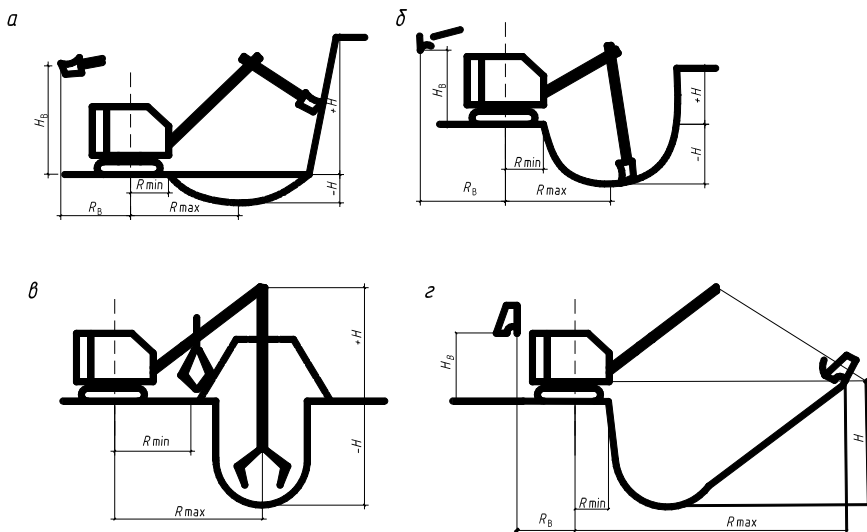


Рис. 2. Рабочие параметры одноковшовых экскаваторов: прямая лопата (а), обратная лопата (б), грейфер (в) и драглайн (з)

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

Экскаватор разрабатывает грунт не на полную (проектную) глубину котлована. С целью предотвращения повреждения основания и перебора грунта при его разработке в котловане оставляется недобор, величина которого зависит от сменного

оборудования одноковшового экскаватора и составляет: при прямой лопате – 10 см, при обратной – 20 см, для драглайна – 25 см.

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

Бульдозер является одной из наиболее эффективных землеройно-транспортных машин. Он разрабатывает выемки и возводит насыпи, выполняет вертикальную планировку площадок и обратную засыпку пазух котлованов и траншей, окучивание грунта и срезку растительного слоя грунта. При этом производительность бульдозера зависит от дальности транспортирования грунта. Чем больше расстояние транспортировки грунта при его разработке, тем мощнее бульдозер необходимо использовать.

Грунт бульдозер разрабатывает послойным или траншейным способами. При этом траншейный способ уменьшает потери грунта при транспортировании и повышает производительность машины.

Передвижение бульдозера при срезке растительного слоя и разработке грунта осуществляется возвратно-поступательными движениями с рабочим ходом в одном или в двух направлениях вдоль короткой стороны площадки. Холостой ход выполняется, как правило, задним ходом. При разработке грунта и планировке площадок шириной более 40 м применяется схема работы бульдозера с промежуточным валом.

Способы разработки траншей многоковшовыми экскаваторами (цепные или роторные) могут быть однопроходными или многопроходными (послойные). При первом способе полный профиль траншеи разрабатывают за одну проходку механизма, а при втором – за несколько. Отвал грунта при разработке траншеи чаще всего размещают с левой стороны, а правую – остав-

ляют свободной для проезда и возможности выполнения сварочно-монтажных и изоляционных работ.

Для предохранения стенок траншеи от обрушения отвал грунта располагают на расстоянии 0,5 м и более от ближайшей бровки траншеи.

2.2.3. Способы уплотнения грунта

Уплотнение грунта выполняется с целью увеличения его несущей способности и водонепроницаемости. В зависимости от используемых машин применяют следующие способы уплотнения грунта:

1. Укатка – при помощи различных видов катков.
2. Трамбование – при помощи трамбовок большой массы, сбрасываемых с определенной высоты.
3. Вибрирование – при помощи специальных вибрирующих машин.

Уплотнение грунта производится послойно при устройстве оснований, возведении насыпей, при обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

2.2.4. Обеспечение устойчивости земляных сооружений

При отрывке выемок в стесненных условиях городской застройки приходится их делать с вертикальными откосами.

Для предотвращения обрушения вертикальных стенок обязательно устраивать их временное крепление.

При этом необходимо иметь в виду, что без крепления вертикальных стенок траншей и котлованов, расположенных выше УГВ (уровень грунтовых вод), допускается разрабатывать при глубине их не более:

- в песчаных и крупноблочных грунтах – 1,0 м;

- в супесях – 1,25 м;
- в суглинках и глинах (кроме очень прочных) – 1,5 м;
- в очень прочных суглинках и глинах – 2,0 м.

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

Способы и конструкции крепления вертикальных стенок котлованов и траншей зависят от их глубины и размеров, физических и гидрогеологических свойств грунтов, наличия динамических нагрузок у краёв выемки (от машин и механизмов) и принятых способов последующих работ (монтажа строительных конструкций, труб и т. п.).

В зависимости от конструктивного решения различают крепления следующих типов: распорные, консольные, консольно-распорные, консольно-анкерные, подкосные (рис. 3).

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

По характеру конструктивного исполнения и степени обрачиваемости крепление может быть инвентарным или стационарным (из отдельных элементов), сплошным или с прозорами.

Распорные крепления наиболее распространены. Они применяются для узких траншей глубиной 2–4 м в сухих и маловлажных грунтах и состоят из вертикальных стоек, горизонтальных досок, дощатых щитов (сплошных или с прозорами) и распорок, прижимающих стойки и щиты к стенкам траншеи (рис. 3, а). Стойки, как и распорки, устанавливают по длине траншеи через 1,5–1,7 м одна от другой, а по высоте – через 0,6–0,7 м. Инвентарный вариант крепления состоит из деревянных щитов 2×0,5 м, вертикально соединённых брусьев 80×150 мм, металлических стоек из труб диаметром 70 мм, с отверстиями для крепления разжимных телескопических распорок. Крепление стен производят сразу же после отрывки траншеи.

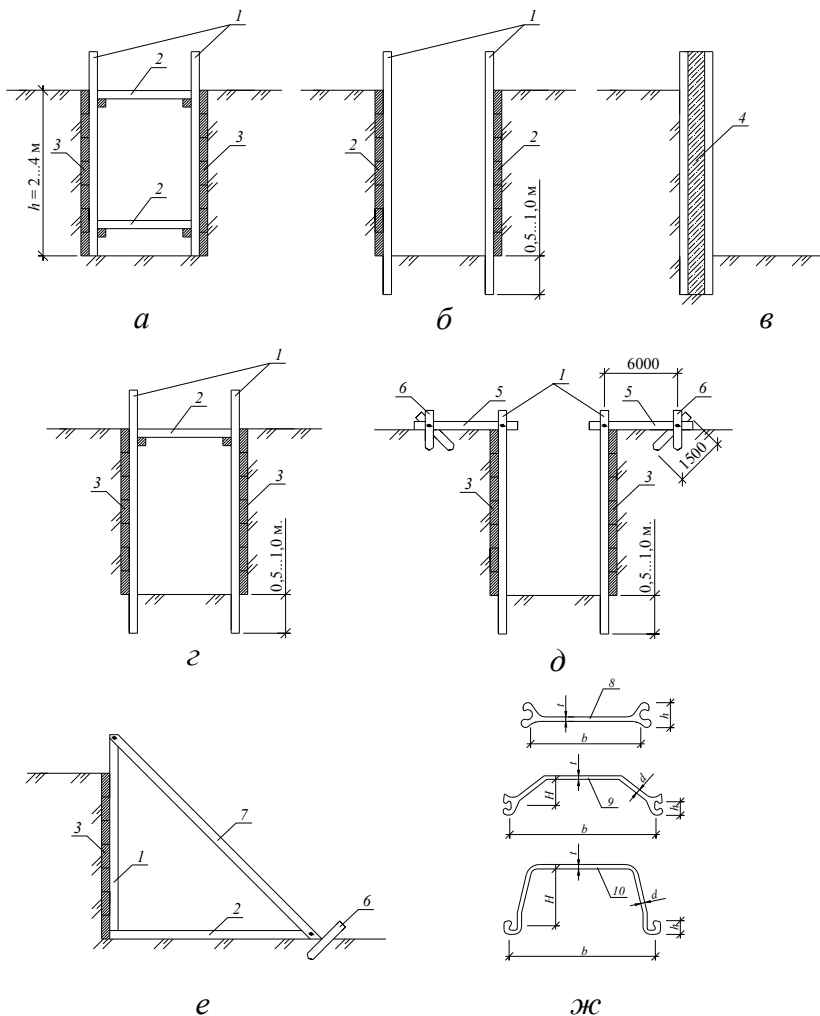


Рис. 3. Способы крепления стенок выемок:

а – распорное; б – консольное; в – консольное из буронабивных свай или «стены в грунте»; г – консольно-распорное; д – консольно-анкерное; е – подкосное; ж – шпунтовое; 1 – стойки (сваи); 2 – распорки; 3 – щиты забирки; 4 – буронабивная свая в обсадной трубе; 5 – анкерная тяга; 6 – клин-анкер; 7 – подкос; 8 – шпунт плоский (ШП); 9 – шпунт корытный (ШК); 10 – шпунт Ларсена (Л)

Консольные (рис. 3, б, в) и *консольно-распорные* (рис. 3, г) крепления используются при глубинах отрывки 3 м в слабых водонасыщенных грунтах.

Конструктивными элементами креплений этого типа являются: металлические или деревянные стойки-сваи (или буронабивные сваи, стена в грунте), сплошная забирка из досок и распорки между стойками.

Консольно-анкерные крепления (рис. 3, д) в отличие от консольных включают в себя стойки и клин-анкеры, соединенные между собой анкерной тягой. Стойки забивают на глубину 0,5–1,0 м ниже уровня дна котлована (траншеи) с шагом 1,5–2,0 м (в зависимости от глубины выемки и влажности грунта). Стойки в уровне верха оттягивают анкерными тягами в виде двух пластин на расстояние, превышающее угол естественного откоса, и прикрепляют эти пластины к наклонно-забитому клин-анкеру. За установленными и закрепленными стойками укладывают щиты-забирки.

Подкосные крепления используются для крепления стен широких котлованов и состоят из забирки, стойки, подкоса, лежня и упорного якоря (рис. 3, е). Крепления такого типа затрудняют работы в котловане, т. к. подкосы и упоры усложняют производство основных работ, и поэтому применяются редко.

Шпунтовые ограждения стен являются разновидностью консольных ограждений и устраиваются при глубоких котлованах, большом боковом давлении грунта, сложных гидрогеологических условиях и вблизи существующих зданий и сооружений.

Шпунтовые ограждения представляют собой сплошные стенки из предварительно погруженных в грунт стальных или деревянных шпунтин с замковыми соединениями (рис. 3, ж).

Глубина погружения шпунтин – 2–3 м (величина расчетная). В качестве металлических стоек также используют прокатные профили (швеллер, двутавр, трубы).

Существует три варианта исполнения шпунтовых ограждений: консольное, распорное и анкерное.

2.2.5. Организация водоотвода, водоотлива и водопонижения грунтовых вод

Водоотвод необходим для защиты котлованов и траншей от затопления их ливневыми и талыми водами. Для водоотвода используют расположенные с нагорной стороны канавы, резервы и кавальеры, воду из которых отводят в пониженные места, удаленные от строительной площадки.

Водоотлив – это предварительное осушение котлованов и траншей. При небольшом притоке грунтовых вод котлованы и траншеи разрабатывают с применением открытого водоотлива (вода откачивается с помощью насоса).

Если приток значителен, и толщина водонасыщенного слоя большая, то до начала производства земляных работ уровень грунтовых вод искусственно понижают.

Искусственное понижение уровня грунтовых вод предполагает устройство системы дренажей, трубчатых колодцев, скважин, использование иглофильтров.

В качестве средств водопонижительного оборудования широко используются легкие иглофильтровые установки (ЛИУ), эжекторные водопонижительные установки (ЭВУ), системы скважин (СС) с артезианскими и глубинными насосами и установки вакуумного водопонижения (УВВ).

Все перечисленные средства предусматривают забор воды из грунта через цепь скважин с трубчатыми водоприемниками, соединенных коллектором, насосами (насосными станциями) для откачки воды и отводящим трубопроводом.

Способы водопонижения и тип применяемого оборудования выбирают в зависимости от глубины разработки котлована (траншеи), инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки, сроков строительства, конструкции сооружения и технико-экономических показателей.

Для такого выбора можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в табл. 2.

Грунтовый водоотлив, или искусственное водопонижение, осуществляют, когда осушаемые породы имеют достаточную водопроницаемость, характеризующуюся коэффициентами фильтрации (обычно не менее 1–2 м/сут).

Применить его в грунтах с коэффициентами фильтрации менее 1–2 м/сут нельзя из-за малых скоростей движения грунтовых вод. В этих случаях используют вакуумирование или способ электроосушения (электроосмос).

Таблица 2

Выбор способов водопонижения

Характеристика грунта	Коэффициент фильтрации К, м/сут	Рекомендуемые способы водопонижения при глубине понижения УГВ, м		
		до 4...5	до 18...20	свыше 20
Глина	–	Электроосушение		
Суглинок	0,005–0,4	Легкие одноярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	Многоярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	Буровые колодцы с артезианскими погружными насосами
Супеси	0,2–0,7			
Песок				
мелкозернистый	1,2–2,0	Одноярусные ЛИУ	Легкие одноярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	
мелкий	2,0–10,0			
средний	10,5–25,0			
крупный	25,0–75,0	Буровые скважины с центробежными насосами	–	
Гравелистый	50–100			
Гравий		Поверхностный водоотлив	Буровые скважины с погружными насосами	
с песком	75–100			
чистый	100–200			

Правильное решение задач строительного водопонижения облегчает производство земляных работ по возведению сооружений в котлованах и в траншеях, повышает устойчивость их откосов.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ (РАБОТЕ)

Курсовой проект (работа) выполняется с использованием нормативной и справочной литературы [9, 10, 11, 12]. Перед выполнением раздела проекта (работы) необходимо самостоятельно проработать темы «Основные понятия и положения, принятые в строительстве», «Транспортирование строительных грузов», «Технология земляных работ» по учебникам [1, 2].

Краткие теоретические положения по теме курсового проекта приведены в разд. 2.

3.1. Исходные данные

Исходные данные для проектирования принимают по табл. 3 и 4 настоящего пособия в соответствии с приведенным алгоритмом или по альбомам заданий [3, 4], в которых даны планы фундаментов в осях, размеры фундаментов, глубина заложения. Вид грунта, дальность отвоза грунта, город и месяц начала работ определяются преподавателем и указываются в бланке задания.

Если задание определяется по табл. 3 и 4 настоящего пособия, то по двум последним цифрам зачетной книжки (вариант задания) или по согласованию с преподавателем выбирается десятизначный шифр проекта.

Затем по цифрам шифра, начиная с первой, выбираются необходимые данные.

План фундаментов представлен на рис. 4.

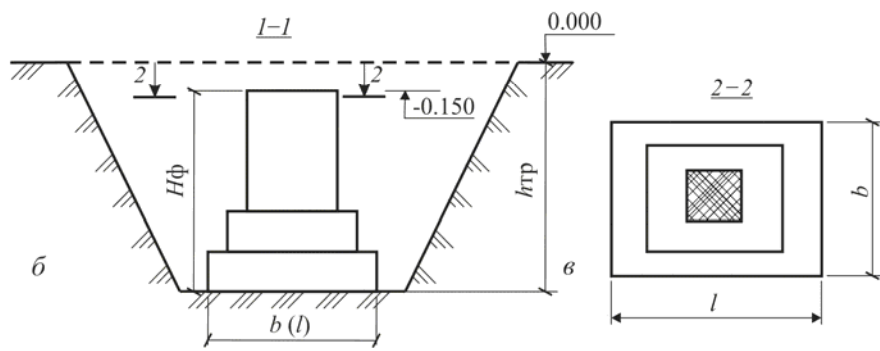
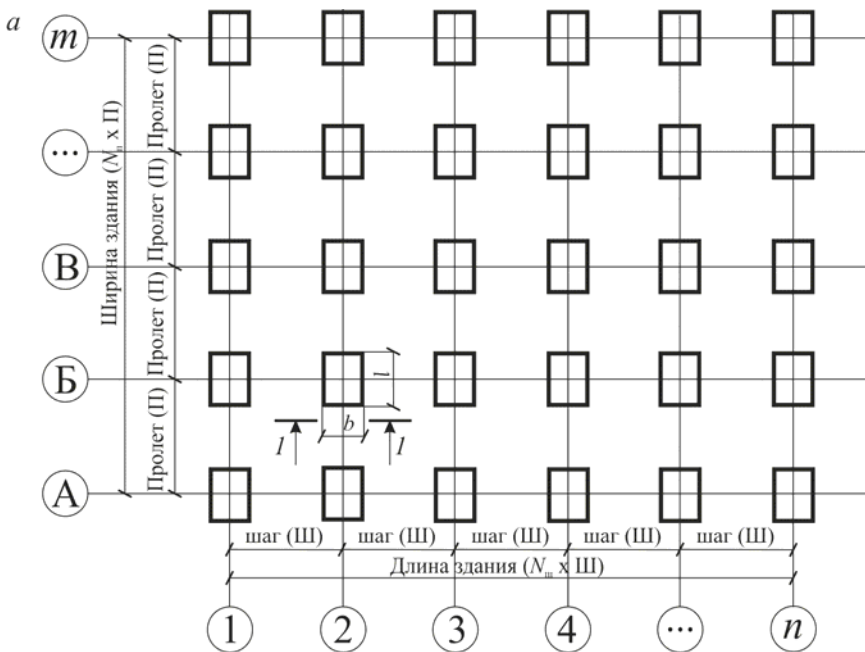


Рис. 4. План фундаментов:

a – план фундаментов; *б* – разрез 1–1 по фундаменту; *в* – разрез 2–2 по фундаменту

Таблица 3

Выбор шифра задания по варианту

№ варианта	Шифр									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1	1	3	6	2	1	2	1	1	1
2	2	1	3	4	3	3	2	1	2	1
3	3	1	3	3	1	4	1	2	5	1
4	4	1	1	2	5	2	4	3	3	1
5	2	2	3	5	4	5	1	4	4	2
6	2	3	1	6	3	1	3	3	6	2
7	1	4	1	5	4	1	2	5	1	1
8	4	2	1	3	1	2	1	2	7	2
9	3	1	3	3	2	6	4	1	5	1
10	3	2	1	1	5	4	4	6	8	1
11	1	2	3	4	4	4	5	4	7	2
12	1	3	1	5	3	3	3	5	9	1
13	2	4	1	2	6	1	2	6	2	1
14	2	5	1	1	5	6	2	2	5	1
15	3	3	1	2	1	5	2	5	8	1
16	4	3	1	4	2	5	4	2	3	1
17	1	5	1	3	2	5	1	1	9	2
18	2	2	3	3	3	2	1	1	1	1
19	4	4	1	2	4	1	3	7	6	2
20	4	5	1	2	6	2	5	4	4	1
21	3	3	1	5	5	2	5	6	7	2
22	2	4	1	2	4	4	1	3	5	1
23	3	4	1	3	2	3	2	2	7	2
24	3	5	1	1	3	6	3	3	3	1
25	3	2	3	4	2	2	4	5	2	1
26	1	5	1	4	3	1	5	4	7	1
27	4	3	1	3	1	1	4	2	9	1
28	4	1	3	3	6	3	3	3	1	1
29	2	1	1	3	5	3	2	6	2	1
30	1	4	3	3	3	3	5	4	8	2

Продолжение табл. 3

№ варианта	Шифр									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
31	2	1	1	4	4	5	1	3	2	1
32	2	3	1	2	5	2	5	7	6	1
33	1	2	3	3	3	3	5	7	4	2
34	1	3	1	6	2	4	4	1	8	2
35	1	4	3	4	3	1	1	4	5	2
36	3	1	1	3	5	6	3	5	1	1
37	4	2	1	2	5	5	3	6	9	1
38	2	2	3	3	2	4	2	7	6	1
39	1	4	1	1	6	1	1	2	5	2
40	4	1	3	3	3	2	5	4	7	1
41	4	2	1	3	4	2	4	2	3	1
42	3	3	1	1	1	2	4	7	2	1
43	2	5	1	3	3	3	1	3	9	2
44	2	2	1	3	5	3	1	5	4	1
45	1	4	3	5	3	5	1	7	3	2
46	1	5	1	5	2	4	2	5	4	1
47	4	3	1	2	4	2	4	1	8	1
48	4	1	3	3	3	1	3	6	1	2
49	3	4	1	5	1	1	5	3	6	1
50	2	5	1	1	4	4	5	2	9	1
51	2	4	1	3	4	2	2	5	5	2
52	1	5	1	6	2	3	5	4	5	1
53	1	3	1	5	3	3	1	7	4	1
54	3	5	1	3	5	2	3	3	8	2
55	3	2	1	5	3	1	4	1	8	2
56	2	3	1	3	4	4	2	1	1	1
57	2	2	1	6	2	5	1	2	7	1
58	4	4	1	1	2	2	3	6	9	1
59	4	5	1	1	3	2	4	1	5	1
60	1	4	1	5	5	5	2	4	3	2
61	2	5	1	2	3	4	3	5	6	1
62	4	2	1	2	4	4	4	6	8	1

Окончание табл. 3

№ варианта	Шифр									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
63	3	4	1	1	1	6	1	4	4	1
64	2	3	1	1	5	6	5	6	1	1
65	1	5	1	3	3	3	5	2	2	1
66	4	3	1	4	1	2	5	2	3	1
67	2	4	1	4	2	4	4	3	1	1
68	2	1	1	2	2	3	3	1	6	1
69	3	5	1	2	5	2	2	4	5	2
70	3	2	3	3	4	5	1	5	7	1
71	4	4	1	1	3	1	4	5	9	2
72	1	3	3	3	1	1	5	7	1	1
73	1	2	3	4	5	6	3	7	2	2
74	2	5	1	2	3	4	4	4	3	2
75	4	5	1	1	6	3	2	6	6	2
76	4	1	1	1	6	3	2	2	8	2
77	2	2	3	4	2	2	1	3	3	1
78	3	3	3	3	2	2	5	5	2	1
79	1	5	1	3	4	5	2	1	6	1
80	3	2	1	1	5	4	2	7	9	1

Таблица 4

Выбор исходных данных по цифрам шифра

Цифра шифра	Значение	
Количество пролетов N_{Π}		
X1	1	2
	2	3
	3	4
	4	5
Количество шагов $N_{\Pi\Pi}$		
X2	1	6
	2	8
	3	10

Продолжение табл. 4

Цифра шифра		Значение
X2	4	12
	5	14
Шаг фундаментов III, м		
X3	1	6
	2	9
	3	12
Пролет L , м		
X4	1	6
	2	9
	3	12
	4	18
	5	24
	6	30
Высота фундаментов $H_{\text{ф}}$, м		
X5	1	1,5
	2	1,8
	3	2,4
	4	3,0
	5	3,6
	6	4,2
Материал дорожного покрытия		
X6	1	Асфальт
	2	Бетон
	3	Железобетонные плиты
	4	Щебень, гравий
	5	Бульжник
	6	Грунт
Вид грунта		
X7	1	Песок
	2	Супесь легкая
	3	Суглинок легкий
	4	Суглинок тяжелый
	5	Глина жирная

Цифра шифра		Значение	
Расстояние перевозки грунта, км			
X8	1	5,5	
	2	7,2	
	3	8,4	
	4	9,3	
	5	10	
	6	11,1	
	7	12	
	8	14	
Размеры фундаментов в плане, м			
X9		<i>b</i>	<i>l</i>
	1	2,4	3,0
	2	1,8	3,6
	3	2,7	3,3
	4	1,5	2,7
	5	2,4	2,7
	6	1,5	2,4
	7	1,8	2,7
	8	2,4	3,6
	9	2,1	3,3
Число смен работы в сутки			
X10	1	одна смена	
	2	две смены	

3.2. Определение типа и размеров котлована (траншеи) под фундаменты здания

Для возведения фундаментов под каждый ряд колонн одноэтажного промышленного здания обычно разрабатываются траншеи. Это целесообразно, если ширина пролета более 12 м. Вместе с тем можно рассмотреть возможность отрывки отдель-

ных котлованов под каждый фундамент вместо общей траншеи под фундаменты каждого ряда колонн.

Выбор формы выемки начинают с варианта с наименьшими объемами земляных работ – отдельных котлованов под каждый фундамент. Вариант выбирается из условия минимума земляных работ. Для этого следует вычертить разрезы по продольной и поперечной осям на участке двух смежных фундаментов (рис. 5).

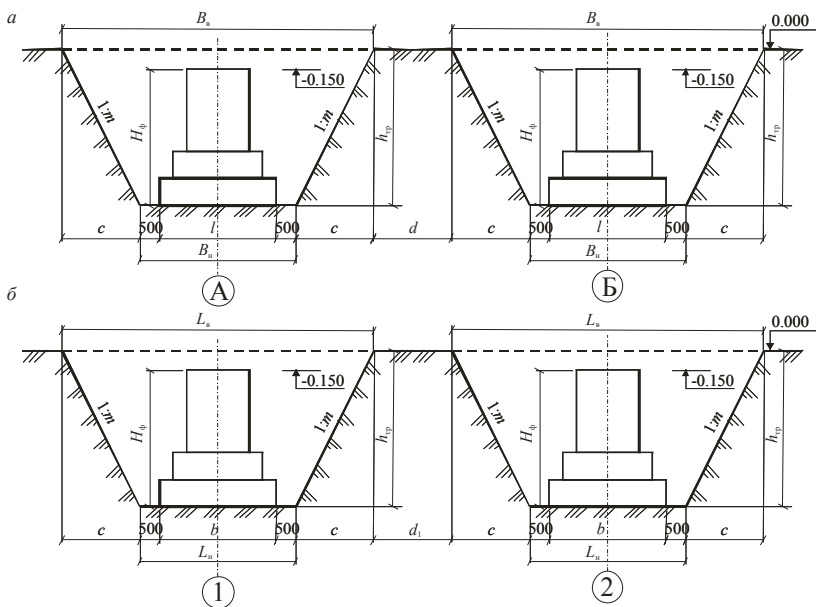


Рис. 5. Определение типа земляного сооружения:
 а – поперечный разрез; б – продольный разрез

Если расстояние между бровками смежных откосов (d) обеспечивает проезд автотранспорта, установку автомобильного крана, бетононасосов и др. (не менее 6 м), а в другом направлении (d_1) возможен безопасный проход людей (не менее 1,0 м), то проектируется разработка отдельных котлованов под каждый фундамент.

При выполнении первого условия и невыполнении второго проектируется разработка траншеи.

Если не выполняются оба условия, то разрабатывается общий котлован под все фундаменты.

Для одноэтажных зданий с разным шагом колонн по наружным и внутренним продольным осям следует вычертить и проанализировать два продольных разреза.

При возведении фундаментов под колонны многоэтажных промышленных зданий (сетка колонн 6×6 м, 6×9 м, 6×12 м) разрабатываются котлованы.

Принятое решение по форме земляного сооружения оформляется в виде их плана и разрезов.

Размеры котлована (траншеи) понизу определяют с учетом требований СП 45.13330.2012. Расстояние от подошвы откоса до фундамента здания принимают не менее 0,5 м с каждой стороны (рис. 6). Размеры котлована понизу (L_n , B_n) определяют по выражениям:

$$L_n = L_{зд} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5 = N_{ш} \cdot Ш + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5; \quad (1)$$

$$B_n = B_{зд} + 2(l/2) + 2 \cdot 0,5 = N_{п} \cdot П + 2(l/2) + 2 \cdot 0,5, \quad (2)$$

где $L_{зд}$, $B_{зд}$ – длина и ширина здания в осях, м; b , l – ширина и длина первой подошвенной ступени крайних фундаментов, м (по заданию); $N_{ш}$, $N_{п}$ – количество шагов и пролетов в здании (по заданию); $Ш$, $П$ – величина шага и пролета в здании, м (по заданию).

Размеры траншеи понизу под фундаменты каждого ряда колонн (L_n , B_n) определяют по выражениям:

$$L_n = L_{зд} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5 = N_{ш} \cdot Ш + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5; \quad (3)$$

$$B_n = l + 2 \cdot 0,5, \quad (4)$$

где $L_{зд}$ – длина здания в осях, м; b , l – ширина и длина первой подошвенной ступени крайних фундаментов, м (по заданию); $N_{ш}$, $Ш$ – количество и величина шага фундаментов в здании, м (по заданию).

Длину и ширину котлована (траншеи) поверху (L_B, B_B) определяют с учетом заложения откоса c , в зависимости от вида грунта и глубины котлована (траншеи):

$$L_B = L_H + 2c = L_H + 2 \cdot m \cdot h_{тр}; \quad (5)$$

$$B_B = B_H + 2c = B_H + 2 \cdot m \cdot h_{тр}, \quad (6)$$

где c – заложение откоса, м; $h_{тр}$ – требуемая глубина котлована или траншеи, м; m – коэффициент откоса, принимается по табл. П.1.1.

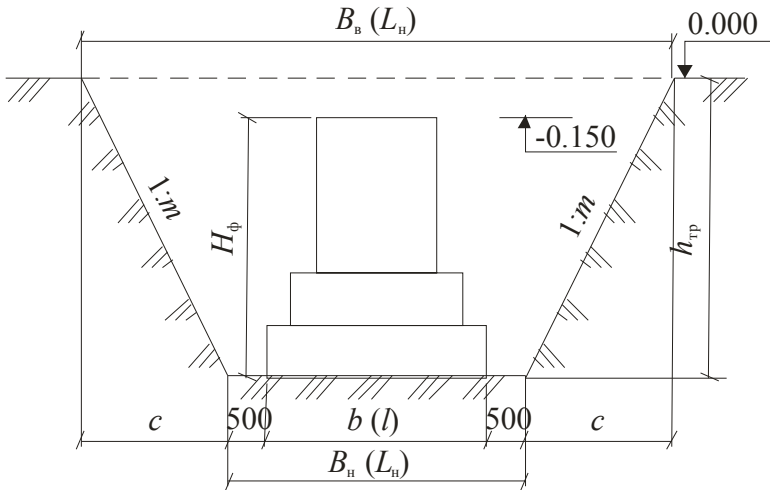


Рис. 6. Определение размеров котлована (траншеи)

Так как верхний обрез фундамента расположен на 0,15 м ниже уровня планировки земли, то требуемая глубина котлована (траншеи), м, определяется по выражению

$$h_{тр} = H_{ф} + 0,15 \text{ м}, \quad (7)$$

где $H_{ф}$ – высота фундамента, м (по заданию).

Расчетную глубину котлована или траншеи определяют по выражению

$$h_p = h_{тр} - h_n, \quad (8)$$

где h_n – величина недобора грунта, м. Принимается: 10 см – для экскаватора «прямая лопата»; 20 см – для экскаватора «обратная лопата»; 25 см – для драглайна.

3.3. Вычисление объемов земляных работ

3.3.1. Подсчет объемов работ при срезке грунта растительного слоя

Растительный слой грунта срезают на глубину $h_{р.сл} = 15–20$ см до разработки котлована или траншеи и отсыпают отдельно в предусмотренном месте или вывозят за пределы строительной площадки. Площадь срезки растительного слоя, m^2 , определяют с учетом возможности в дальнейшем перемещения машин и складирования материалов по выражениям:

– для общего котлована

$$F_1 = (B_B + 20) \cdot (L_B + 20), \quad (9)$$

– для траншей

$$F_1 = (B_B^1 + 20) \cdot (L_B + 20), \quad (10)$$

– для отдельных котлованов

$$F_1 = (B_B^1 + 20) \cdot (L_B^1 + 20), \quad (11)$$

где B_B , L_B – определяются по формулам (5) и (6); B_B^1 и L_B^1 – параметры, определяемые согласно рис. 7.

Дальность транспортирования, м, бульдозером срезанного растительного слоя грунта приблизительно можно определить по выражению

$$L_1 = (L_B + 20)/2. \quad (12)$$

Объем срезанного растительного слоя грунта, m^3 , определяют по выражению

$$V_{р.сл} = F_1 \cdot h_{р.сл}. \quad (13)$$

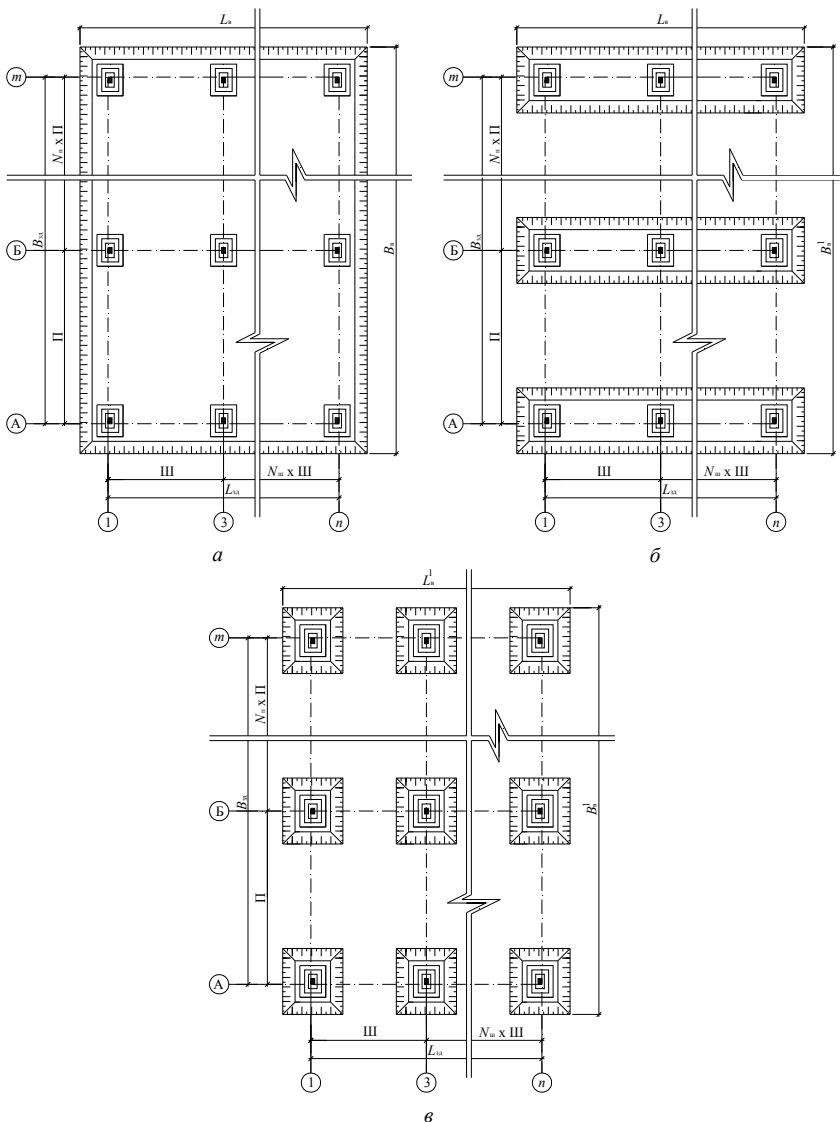


Рис. 7. Определение параметров B_b^1 и L_b^1 при расчете площади срезки растительного слоя грунта:
a – при разработке общего котлована; *б* – при разработке траншей;
в – при разработке отдельных котлованов под каждый фундамент

3.3.2. Подсчет объемов грунта при разработке съездной траншеи

Для въезда экскаватора, оборудованного прямой лопатой, движения транспортных средств, бульдозера и спуска машин, для производства свайных и бетонных работ устраивают съездную траншею.

Объем грунта, m^3 , в съездной траншее определяют по выражению

$$V_{\text{тр}} = h_{\text{тр}}^2 [3 \cdot b + 2 \cdot m \cdot h_{\text{тр}}(m^1 - m)/m^1](m^1 - m)/6, \quad (14)$$

где b – ширина съезда, принимается 4,5 м – при одностороннем движении автосамосвалов, 6 м – при двустороннем и 3,5 м – для бульдозера; m^1 – коэффициент откоса съездной траншеи, принимают равным 10–15 – для транспорта и землеройных машин и 5 – для бульдозера.

При разработке траншей под каждый ряд колонн общий объем грунта в съездных траншеях определяется путем их суммирования.

3.3.3. Подсчет объемов грунта при разработке котлована (траншей)

Объем грунта, m^3 , котлована (одной траншеи) с вертикальными стенками, когда показатель коэффициента откоса $m = 0$, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{к}} = h_{\text{р}} \cdot B_{\text{н}} \cdot L_{\text{н}}. \quad (15)$$

Объем грунта, m^3 , котлована, площадь горизонтального сечения которого – окружность, определяют как объем усеченного конуса по формуле

$$V_{\text{к}} = 3^{-1} \cdot \pi \cdot h_{\text{р}} (R^2 + R \cdot r + r^2), \quad (16)$$
$$R = r + m \cdot h_{\text{р}},$$

где R , r – радиусы сечения котлована соответственно поверху и понизу, м.

Объем грунта, м^3 , котлована (одной траншеи), имеющего откосы и площадь по основанию – прямоугольник, а поперечное и продольное сечения – трапеции, рассчитывают по формуле

$$V_{\text{к(т)}} = h_{\text{р}}[B_{\text{н}} \cdot L_{\text{н}} + B_{\text{в}} \cdot L_{\text{в}} + (B_{\text{н}} + B_{\text{в}})(L_{\text{н}} + L_{\text{в}})]/6, \quad (17)$$

где $L_{\text{н}}$, $B_{\text{н}}$ – длина и ширина котлована или траншеи понизу, м; $L_{\text{в}}$, $B_{\text{в}}$ – длина и ширина котлована или траншеи поверху, м; $h_{\text{р}}$ – расчетная глубина котлована или траншеи (без учета недобора), м.

Объем грунта всех траншей определяется путем умножения количества траншей на объем грунта в одной траншее.

Если грунт разрабатывается отдельными котлованами под каждый фундамент, то объем разработки определяется их суммированием.

Объем грунта, м^3 , в котлованах под отдельно стоящий фундамент определяют по выражению

$$V_{\text{к}} = \frac{h_{\text{р}}}{3} (F_{\text{н}} + F_{\text{в}} + \sqrt{F_{\text{н}} \cdot F_{\text{в}}}), \quad (18)$$

где $F_{\text{н}} = L_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}}$ и $F_{\text{в}} = L_{\text{в}} \cdot B_{\text{в}}$ – площадь котлована соответственно понизу и поверху, м^2 .

Объем недобора грунта, м^3 , в котловане или траншее определяют по выражению

$$V_{\text{н}} = L_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}} \cdot h_{\text{н}}. \quad (19)$$

Дальность транспортирования, м, бульдозером недобора грунта

$$L_2 = L_{\text{н}}. \quad (20)$$

Дно котлована под отдельно стоящий фундамент в пределах площади основания каждого фундамента дополнительно зачищают вручную. Объем такой зачистки $V_{\text{р}}$ определяют по формуле:

$$V_p = 1,1 (\sum n_{\Phi} \cdot S_{\Phi i}) h_n, \quad (21)$$

где $S_{\Phi} = b \cdot l$ – площадь фундамента по основанию, м; h_n – глубина ручной зачистки грунта под фундамент, см; n_{Φ} – число фундамента в котловане; 1,1 – коэффициент увеличения площади зачистки основания (10 %).

Площадь планировки дна котлована или одной траншеи, м²:

$$F_2 = L_n \cdot B_n. \quad (22)$$

Площадь планировки для всех траншей определяется путем умножения количества траншей на площадь планировки в одной траншее.

3.4. Подбор комплекта машин для разработки грунта

Производство земляных работ должно быть максимально механизированным. Все основные и вспомогательные процессы выполняются при помощи машин и механизмов.

В этом разделе необходимо выбрать ведущую машину для разработки грунта в котловане (траншее) и вспомогательные – для транспортирования грунта, срезки растительного слоя и т. д.

Срезку растительного слоя и его транспортирование, доработку грунта в котловане (траншее) и планировку дна котлована (траншеи) производят бульдозером. Тип бульдозера определяют в зависимости от расстояния транспортирования грунта, которое зависит от схемы работы бульдозера при срезке растительного слоя грунта. При дальности 10–30 м назначают малогабаритный (тяговое усилие до 40 кН) бульдозер, 30–50 м – легкий (до 60 кН), при 50–70 м – средний (до 100 кН) и при 100–150 м – тяжелый (до 150–250 кН). Марку бульдозера и технические характеристики определяют по табл. П.1.2. Растительный грунт сдвигается бульдозером, грузится вспомогательным экскаватором в автосамосвалы и вывозится за пределы строительной площадки.

При разработке выемок под фундаменты жилых, гражданских и промышленных зданий применяют следующие типы экскаваторов:

– для отдельных котлованов под отдельно стоящие фундаменты или траншеи под ряд колонн одноэтажных промышленных зданий – экскаватор «обратная лопата» или драглайн;

– для котлованов – экскаваторы «прямая лопата», «обратная лопата» или драглайн.

Подобрав тип экскаватора, определяют его марку.

При выборе марки экскаватора первоначально в табл. П.1.3, в зависимости от объема грунта в котловане (траншеях) и в съездной траншее ($V_{к(т)} + V_{тр}$), определяют вместимость ковша экскаватора, затем по табл. П.1.4–П.1.6 – марку и его технические характеристики.

По виду и категории грунта (табл. П.1.9) выбирают тип ковша экскаватора. Например, для песков и супесей выбирают ковши со сплошной режущей кромкой, а для глин и суглинков – с зубьями.

Грунт из котлована (траншей) вывозится автосамосвалами. При проектировании необходимо определить требуемое количество автосамосвалов для непрерывной работы экскаватора. Марку и грузоподъемность автосамосвала подбирают по вместимости ковша экскаватора (табл. П.1.7 и П.1.8). При оптимальном сочетании производительностей механизмов в кузов машин входит 6–10 ковшей грунта экскаватора.

3.5. Составление ведомости объемов земляных работ

Ведомость составляется на основе данных и расчетов, проведенных в подразд. 3.3 и 3.4.

Выполненные расчеты сводят в табл. 5.

В пп. 4–6 ведомости указывается группа грунта в зависимости от вида грунта, который предлагается в задании на курсо-

вой проект. В пп. 3–7 указывается группа грунта на одну группу ниже, по сравнению с пп. 1, 2 и 6. Группа грунтов, в зависимости от трудности их разработки механизированным способом, определяется по ЕНиР [12] или по табл. П.1.9, а единицы измерения – по прил. 2.

Таблица 5

Ведомость объемов земляных работ

Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
1	2	3
<i>При разработке общего котлована или траншей</i>		
1. Срезка растительного слоя грунта _____ группы бульдозером (марка)		
2. Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта _____ группы бульдозером на расстояние _____ метров (L_1)		
3. Разработка растительного слоя грунта _____ группы экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша _____ м ³ с погрузкой в транспортное средство		
4. Разработка грунта _____ группы в съездной траншее экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша _____ м ³ с погрузкой в транспортное средство		
5. Разработка грунта _____ группы в котловане (траншее) экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша _____ м ³ с погрузкой в транспортное средство		

Продолжение табл. 5

1	2	3
6. Разработка недобора грунта ____ группы в котловане (траншее) бульдозером (марка) с транспортированием на расстояние _____ метров (L_2)		
7. Разработка ранее разработанного грунта ____ группы экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша ____ м ³ с погрузкой в транспортное средство		
8. Окончательная планировка дна котлована (траншеи) бульдозером (марка)		
<i>При разработке отдельных котлованов</i>		
1. Срезка растительного слоя грунта _____ группы бульдозером (марка)		
2. Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта ____ группы бульдозером на расстояние _____ метров (L_1)		
3. Разработка растительного слоя грунта ____ группы экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша ____ м ³ с погрузкой в транспортное средство		
4. Разработка грунта ____ группы в котлованах экскаватором _____ лопата с вместимостью ковша ____ м ³ с погрузкой в транспортное средство		
5. Разработка грунта ____ группы естественной плотности с разрыхлением вручную при подготовке оснований под фундаменты		

3.6. Калькуляция затрат труда и машинного времени

Для составления калькуляции необходимо воспользоваться сборниками ЕНиР [12]. Основные параграфы сборника приводятся в прил. 2.

Калькуляцию заполняют по форме табл. 6. Она включает все процессы, приведенные в табл. 5. При составлении калькуляции возможно объединение процессов, выполняемых одной и той же машиной.

Норму времени определяют с учетом группы грунта.

Необходимо использовать поправочные коэффициенты к нормам времени, указанные в примечаниях к основным таблицам. Например, при транспортировании ранее разработанного грунта бульдозером поправочный коэффициент составляет 0,85.

Таблица 6

Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								

3.7. Расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта

Количество автосамосвалов определяют из следующих выражений:

$$N = t_{ц.а}/t_{п}; \quad (23)$$

$$t_{ц.а} = t_{п} + \frac{2 \cdot L}{V_{ср}} + t_{р} + t_{м}; \quad (24)$$

$$t_{п} = \frac{H_{вр} \cdot V_{к.а}}{100 \cdot K_{пр}} + t_{м}, \quad (25)$$

где $t_{ц.а}$ – продолжительность работы цикла автосамосвала, ч; $t_{п}$ – время погрузки автосамосвала, ч; L – расстояние перевозки грунта (по заданию); $v_{ср}$ – средняя скорость автосамосвала, км/ч (табл. П.1.10); $t_{р}$ – время разгрузки автосамосвалов, принимается 0,017 ч; $t_{м}$ – продолжительность маневров транспортных средств при выгрузке или установке под погрузку, принимается 0,017 ч; $H_{вр}$ – норма машинного времени на разработку грунта ведущим экскаватором с погрузкой в транспортное средство, маш.-ч [12]; $V_{к.а}$ – объем кузова автосамосвала, м³ (табл. П.1.8); $K_{пр}$ – коэффициент первоначального разрыхления грунта (табл. П.1.11).

Полученное число автосамосвалов округляют до целого в большую сторону.

3.8. Расчет забоя одноковшового экскаватора

При проектировании проходок экскаваторов необходимо рассчитать параметры лобовых (торцевых) и боковых забоев.

В п. 3.8.1 и п. 3.8.2 приведены технологические схемы разработки грунта при устройстве котлованов.

3.8.1. Расчет забоя для экскаватора «прямая лопата»

Технологическая схема разработки грунта зависит от ширины выемки и направления движения экскаватора. Грунт в котловане разрабатывают за одну проходку экскаватора в следующих случаях:

1. Если ширина выемки поверху составляет $B_{\text{в}} \leq 1,5R$ (рис. 8), то экскаватор перемещается по оси забоя. В этом случае ширина забоя экскаватора $B_{\text{л}}$, м, составляет

$$B_{\text{л}} = 2\sqrt{R_0^2 - l_{\text{п}}^2}, \quad (26)$$

где R_0 – оптимальный радиус резания грунта, м; $R_0 = 0,8R$; R – наибольший радиус резания грунта, м; $l_{\text{п}}$ – длина рабочей передвижки экскаватора, м (табл. П.1.12).

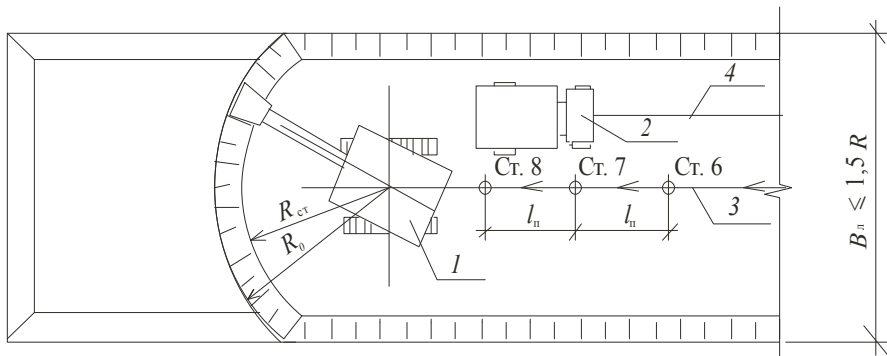


Рис. 8. Лобовой забой экскаватора «прямая лопата»:

1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала

2. Если ширина выемки в его верхней части лежит в пределах $1,5R < B_{\text{в}} \leq 2,5R$ (рис. 9), то стоянки экскаватора смещают от оси забоя к его краям (экскаватор перемещается на дне выемки по зигзагу).

Ширина уширенного забоя, м, поверху составляет

$$B_{\text{л}} = 2 [\sqrt{R_0^2 - l_{\text{п}}^2} + (0,3 - 0,8)R]. \quad (27)$$

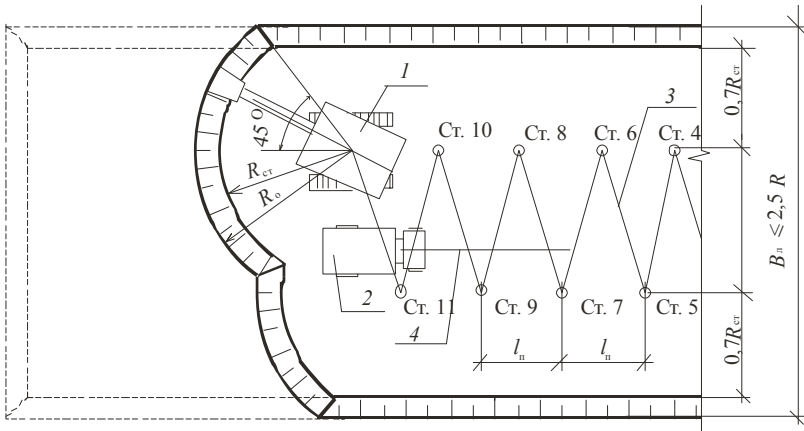


Рис. 9. Уширенный лобовой забой экскаватора «прямая лопата»: 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала

3. При ширине выемки $2,5R < B_{\text{в}} \leq 3,5R$ (рис. 10) экскаватор разрабатывает грунт поперечно-лобовым забоем. Ширина забоя $B_{\text{л}}$, м, в этом случае составляет:

$$B_{\text{л}} = 2[\sqrt{R_0^2 - l_{\text{п}}^2} + (0,8 - 0,9)R]. \quad (28)$$

При ширине выемки более $3,5R$ первая проходка экскаватора принимается лобовой, все последующие – боковые. При боковом забое (рис. 11) ось движения экскаватора смещается к ранее выработанному забою (проходке) так, чтобы угол α был не более 45° . Если ширину поверху лобовых забоев определяют по выражениям (26), (27), то ширина бокового забоя, м, равна:

$$B_{\text{б}} = 2\sqrt{R_{\text{ст}}^2 - l_{\text{п}}^2} + 0,7 \cdot R_{\text{ст}}, \quad (29)$$

где $R_{\text{ст}}$ – минимальный радиус копания грунта на уровне стоянки экскаватора, м (табл. П.1.4).

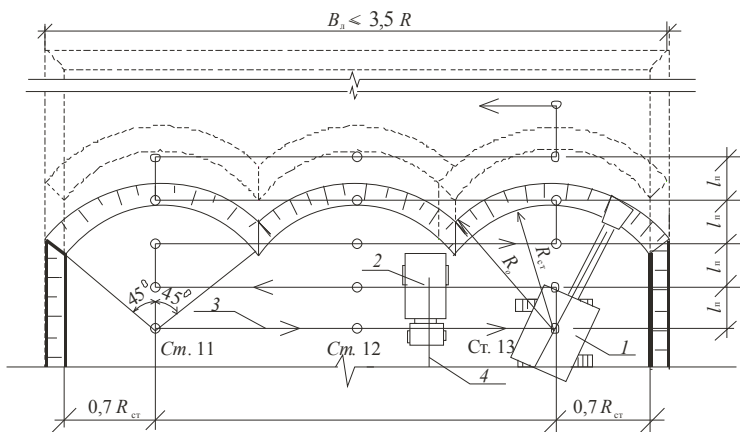


Рис. 10. Поперечно-лобовой забой экскаватора «прямая лопата»:
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала

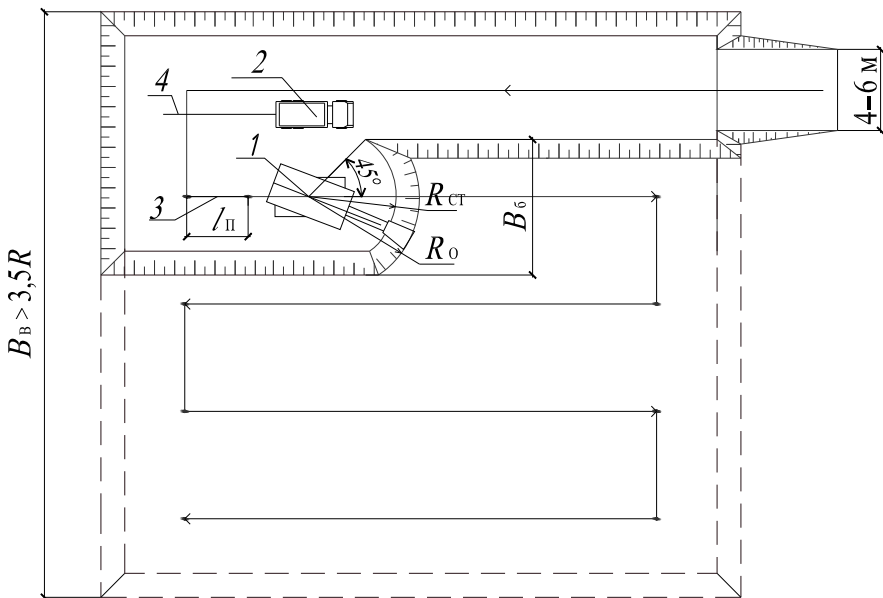


Рис. 11. Боковой забой экскаватора «прямая лопата»:
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала

3.8.2. Расчет параметров забоя для экскаваторов «обратная лопата» и драглайн

Экскаватор «обратная лопата» и драглайн разрабатывают грунт ниже уровня стоянки экскаватора. Транспортные средства для вывоза грунта от этих экскаваторов могут располагаться как на уровне стоянки экскаватора, так и на дне котлована, однако наибольшее распространение получила первая схема.

При погрузке грунта в автосамосвалы, расположенные по обе стороны от оси движения экскаватора (рис. 12), ширину торцевой (лобовой) проходки поверху определяют по выражению

$$B_{л} = 2(R_{в} - 0,5b_{а} - 1), \quad (30)$$

где $b_{а}$ – ширина автосамосвала (2,1–2,85), м; $R_{в}$ – радиус выгрузки грунта экскаватором, м. Для экскаваторов с гидравлическим приводом в расчетах радиус выгрузки принимать равным оптимальному радиусу копания:

$$R_{в} = R_{0} = 0,8R.$$

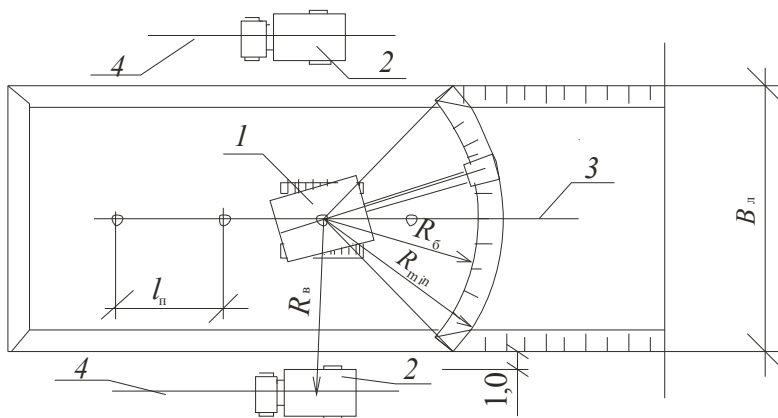


Рис. 12. Торцевой забой экскаватора «обратная лопата»:

1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала

При выгрузке грунта в одну сторону (рис. 13) ось движения экскаватора смещают в сторону стоянки автосамосвала, и ширина забоя $B_{л, м}$, поверху при этом равна:

$$B_{л} = \sqrt{R_p^2 - l_{п}^2} + (R_B - 0,5b_a - 1), \quad (31)$$

где R_p – радиус резания грунта на уровне дна котлована, принимается по табл. П.1.13.

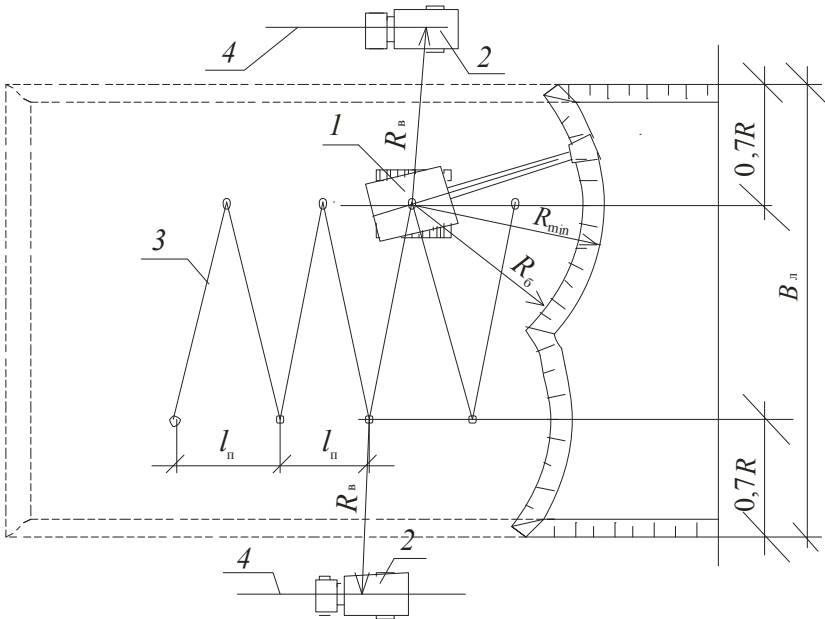


Рис. 13. Уширенный торцевой забой экскаватора «обратная лопата»: 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала

$$R_{min} = R_б + m \cdot h_p, \quad (32)$$

где R_{min} – минимальный радиус резания на уровне подошвы откоса, м (для экскаватора с вместимостью ковша $V_3 = 0,25 \text{ м}^3 - R_б = 2,5 \text{ м}$; для $V_3 = 0,5 \text{ м}^3 - R_б = 3,0 \text{ м}$; $V_3 = 1,00 \text{ м}^3 - R_б = 3,5 \text{ м}$; $V_3 =$

$= 2,0 \text{ м}^3 - R_6 = 4,0 \text{ м}$; другие значения определяются по интерполяции).

Ширину боковой проходки поверху, м, определяют по выражению

$$B_6 = (R_B - 0,5b_a - 1) + \sqrt{R_p^2 - l_n^2} - m \cdot h_p. \quad (33)$$

Схема бокового забоя экскаватора драглайн представлена на рис. 14.

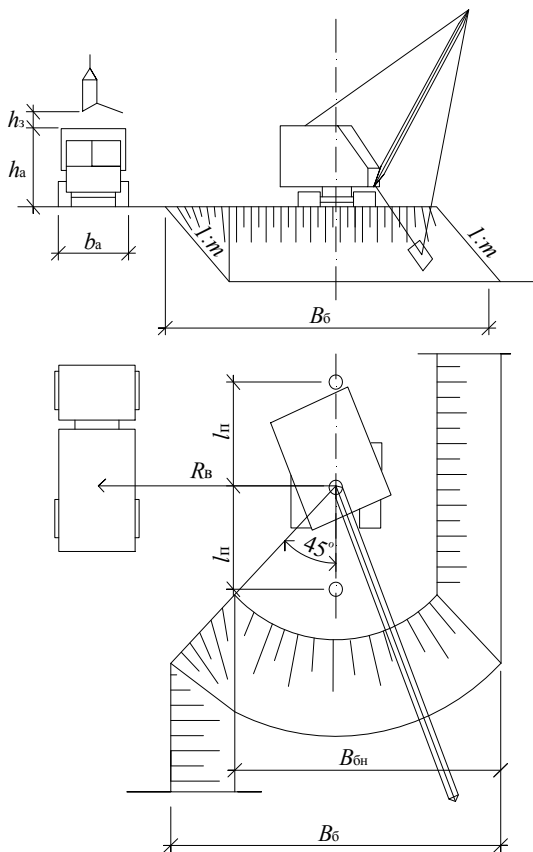


Рис. 14. Боковой забой экскаватора драглайн

3.8.3. Расчет параметров забоя для экскаваторов «обратная лопата» и драглайн при разработке траншей

Выбор способа разработки траншей осуществляется по [1].

На практике возможны следующие схемы разработки траншеи одноковшовым экскаватором «обратная лопата» или драглайн:

– движение экскаватора по оси траншеи с односторонней выгрузкой грунта в отвал или двухсторонней выгрузкой в транспортное средство (рис. 15);

– движение экскаватора параллельно оси траншеи со смещением в сторону отвала (или транспортного средства) и односторонней выгрузкой грунта (рис. 16);

– движение экскаватора по зигзагообразной схеме параллельно оси траншеи с двухсторонней выгрузкой грунта (рис. 17).

Отвал (резерв) грунта при разработке траншеи чаще всего размещают с левой стороны, а правую сторону оставляют свободной для проезда. Для предохранения стенок траншей от обрушения отвал грунта располагают на расстоянии не менее 0,5 м от ближайшей бровки траншеи.

С использованием первой и второй схем разрабатывают относительно неглубокие и неширокие траншеи. Причем выбор схемы в основном зависит от соотношения между радиусом выгрузки применяемого экскаватора R_B и требуемого радиуса выгрузки $R_{в.треб}$. Так, по первой схеме разрабатывают траншеи, если $R_B \geq R_{в.треб}$, а по второй – если $R_B < R_{в.треб}$. В первом случае ось движения экскаватора совпадает с осью траншеи (рис. 15), во втором она сдвинута в сторону отвала (автосамосвала) на расстояние a , равное $R_{в.треб} - R_B$ (рис. 16). При этом должно подтвердиться условие равенства радиуса резания экскаватора R_p расстоянию от бровки траншеи со стороны, противоположной отвалу грунта (автотранспорта), до оси движения экскаватора:

$$a + (B_B/2) \geq R, \quad (32)$$

где $B_v/2$ – половина ширины траншеи поверху.

Третью схему разработки грунта с зигзагообразным перемещением экскаватора применяют при отрывке широких траншей, когда $R_v \ll R_{v, \text{тр.реб}}$ (рис. 17).

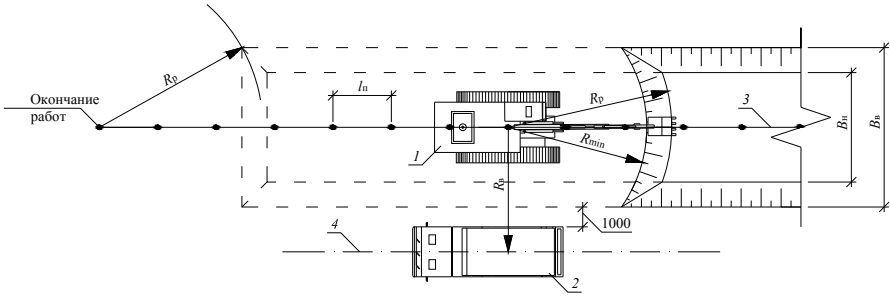


Рис. 15. Схема движения экскаватора по оси траншеи с односторонней выгрузкой грунта:

1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось движения автосамосвала

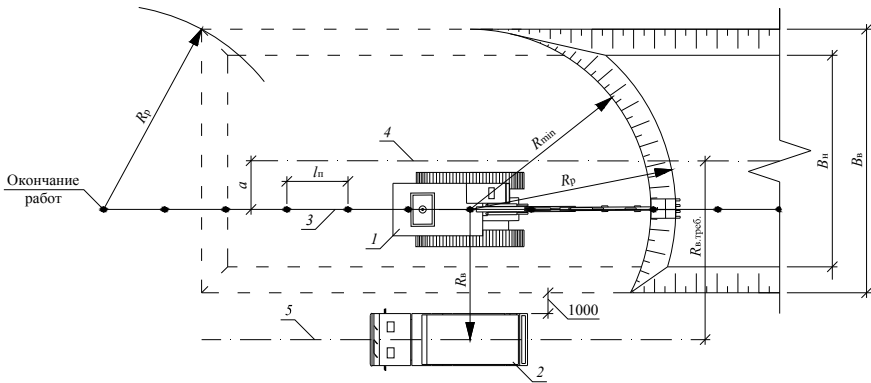


Рис. 16. Схема движения экскаватора параллельно оси траншеи со смещением в сторону автосамосвала (или отвала) с односторонней выгрузкой грунта:

1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора; 4 – ось траншеи; 5 – ось движения автосамосвала

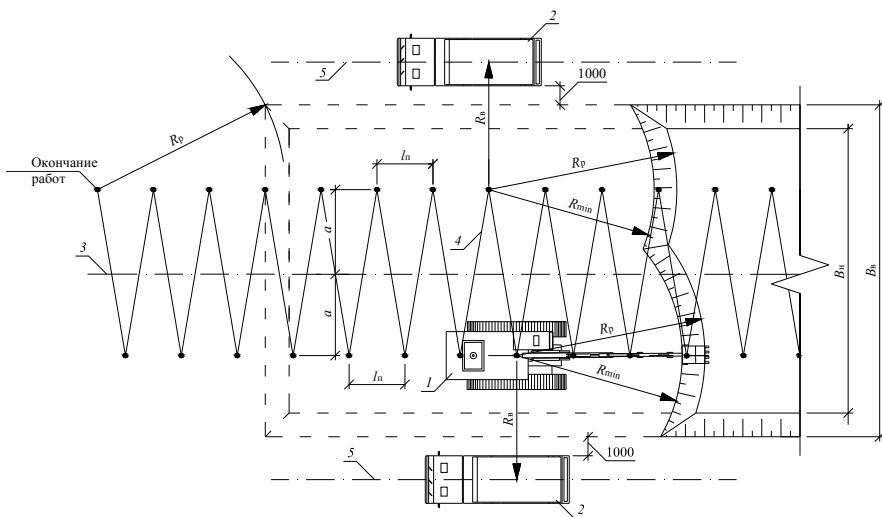


Рис. 17. Схема движения экскаватора по зигзагообразной траектории параллельно оси траншеи с двухсторонней выгрузкой грунта:
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось траншеи; 4 – ось движения экскаватора; 5 – ось движения автосамосвала

3.9. График производства земляных работ

График разрабатывают на выполнение земляных работ в линейном виде на основании составленной калькуляции. В табл. 7 приведена форма графика.

Графы 1, 2, 3 и 4 заполняют из калькуляции в технологической последовательности работ. В графы 5 и 6 заносят трудозатраты из калькуляции.

Принятый состав звена в графе 7, выполняющий данный процесс, заполняют по принятому комплекту машин и рекомендуемому составу звена, указанному в соответствующем параграфе ЕНиР (прил. 2). Число рабочих смен принимают по варианту задания.

График производства земляных работ

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Затраты труда		Принятый состав звена	Продолжительность процесса T_n ($T_{пл}$), дни	Рабочие дни	
				рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)			1	2 и тд
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Нормативную продолжительность работ (T_n) в графе 8 вычисляют путем деления числа маш.-ч. на количество машин, на продолжительность смены (8 часов) и на число рабочих смен.

Плановую продолжительность ($T_{пл}$) в графе 8 определяют путем округления нормативной продолжительности до целого числа смен или полусмены.

В графе 9 увязывают выполнение строительных процессов во времени с учетом работы машин.

Вариант графика производства земляных работ приведен в прил. 3.

3.10. Технология производства земляных работ

В этом разделе выполняют описание последовательности разработки грунта в котловане экскаватором с учетом производства подготовительных и вспомогательных процессов. Отмечают также строительные процессы, которые должны быть выполнены до начала земляных работ [1, 2, 5–8].

Выбирают схемы работы бульдозера при срезке растительного слоя грунта и при разработке недобора грунта в котловане (траншее).

Производят выбор вида забоя ведущего одноковшового экскаватора, расчет параметров забоя и определяют количество проходок экскаватора.

3.11. Расчет технико-экономических показателей комплекта машин

В проекте необходимо определить следующие технико-экономические показатели (ТЭП): общий объем земляных работ (V), общую нормативную трудоемкость (T_p), продолжительность выполнения работ (T_o), сменную производительность ведущего экскаватора.

Общая нормативная трудоемкость определяется из калькуляции путем сложения трудоемкостей всех процессов (маш.-ч).

Продолжительность выполнения земляных работ определяют по графику производства работ. Она равна времени от начала первого процесса и до окончания последнего строительного процесса.

Сменная производительность ведущего экскаватора (m^3 / маш.-см.) определяется по формуле

$$P_{см} = V \cdot T_{см} / T_p, \quad (32)$$

где V – объем грунта в котловане (траншее) и съездной траншее, m^3 ; $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены (8 ч); T_p – затраты машинного времени на разработку грунта ведущим экскаватором, определяются по калькуляции (маш.-ч).

3.12. Техника безопасности

В этом разделе разрабатывают положения по технике безопасности при разработке грунта в котловане под здание.

Безопасное выполнение земляных работ должно соответствовать требованиям норм [10, 11].

3.13. Расчет материальных ресурсов для производства земляных работ

Расчет материально-технических ресурсов, необходимых для работы строительных машин (бульдозер и экскаваторы) при разработке грунта в котловане, выполняют на основе норм расхода материалов, приведенных в табл. П.1.14.

Количество материала получают путем перемножения нормы расхода материала на 1 час работы машины, кг, на время работы данной машины на строительной площадке.

Полученные данные сводятся в табл. 8.

Таблица 8

Расход материалов на работу комплекта механизмов

Материалы	Механизмы			Всего
	Бульдозер (марка)	Ведущий экскаватор (марка)	Вспомога- тельный экскаватор (марка)	

3.14. Графическая часть

Графическая часть курсового проекта представляет собой элементы технологической карты разработки грунта в котловане (траншее) под фундаменты промышленного здания.

На листе вычерчивают:

1. План и разрез котлована (траншеи) в удобном масштабе в процессе разработки с размещением машин. На плане показывают схему движения и стоянки экскаватора и автосамосвалов.

2. План принятого забоя экскаватора со всеми размерами, положением экскаватора и автосамосвала относительно забоя.

3. Продольный и поперечный разрезы забоя.

4. Один из вспомогательных строительных процессов, например срезку растительного слоя, зачистку дна котлована и т. д.

5. График производства работ.

6. Перечень технологических процессов, подлежащих контролю, дан в табл. 9.

Таблица 9

**Перечень технологических процессов,
подлежащих контролю**

№ п/п	Наименование технологических процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Ответственный за контроль	Технические характеристики качества
1	2	3	4	5	6	7

7. Перечень машин, механизмов и оборудования дан в табл. 10.

Таблица 10

Перечень машин, механизмов и оборудования

№ п/п	Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка	Количество	Технические характеристики	Назначение
1	2	3	4	5	6

8. Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений дан в табл. 11.

Таблица 11

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений

№ п/п	Наименование оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений	Тип, марка, ГОСТ	Количество	Технические характеристики	Назначение
1	2	3	4	5	6

9. Основные указания по производству работ.

10. Основные указания по технике безопасности и охране труда.

11. Техничко-экономические показатели земляных работ.

На всех элементах чертежа проставляются размеры и отметки, делаются пояснения в виде подписей и обозначения.

Пример выполнения графической части дан в прил. 3.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется строительным производством?
2. Что называется строительной продукцией?
3. Что называется строительным процессом?
4. Какова структура строительных процессов?
5. Назовите пространственные параметры строительных процессов.
6. Назовите временные параметры строительных процессов.
7. Назовите виды строительных работ.
8. Что такое норма времени и норма выработки?
9. Что такое трудоемкость, расценка и заработная плата?
10. Назовите состав подготовительных и вспомогательных процессов земляных работ.
11. Назовите виды земляных сооружений.
12. Назовите основные элементы земляного сооружения.
13. Назовите основные свойства грунтов.
14. Назовите основные способы разработки грунтов.
15. Назовите виды машин при механическом способе разработки грунтов.
16. Назовите состав основных процессов при механическом способе разработки грунта.
17. Назовите виды забоев и проходок экскаватора при разработке грунтов в зависимости от сменного оборудования машины.
18. Каково назначение бульдозера? Его виды проходок при разработке грунтов.
19. Назовите способы уплотнения грунтов при обратной засыпке.
20. Назовите способы и конструкции крепления стенок выемок.
21. Область применения водоотвода и водоотлива.
22. Назовите способы искусственного понижения уровня грунтовых вод.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. *Белецкий, Б.Ф.* Технология и механизация строительного производства: учебник / Б.Ф. Белецкий. – СПб. : Лань, 2011. – 750 с.
2. *Технологическое проектирование процессов земляных работ.* Курсовое проектирование : учебное пособие / В.Ф. Уваров, Л.В. Краснюк. – М. : АСВ, 2015. – 272 с.

Дополнительная литература

3. *Альбом исходных данных для курсового проекта № 1 «Технология бетонирования фундаментов здания»:* в 2 ч. Ч. 1. Одноэтажные промышленные здания / сост. А.И. Гныря, М.Ф. Семенникова, Е.В. Петров, Р.И. Быструшкина. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2003. – 36 с.
4. *Альбом исходных данных для курсового проекта № 1 «Технология бетонирования фундаментов здания»:* в 2 ч. Ч. 2. Многоэтажные промышленные здания / сост. А.И. Гныря, М.Ф. Семенникова, Е.В. Петров, Р.И. Быструшкина. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2004. – 35 с.
5. *Технология строительного производства.* Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – 2-е изд., репринт. – М. : Бастет, 2009. – 216 с.
6. *Технология строительных процессов:* учебник: в 2 ч. Ч. 1 / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапидус. – М. : Высшая школа, 2008. – 392 с.

7. *Проектирование производства земляных работ*: учеб. пособие / В.Т. Ерофеев, С.А. Молодых, В.В. Леснов [и др.]. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 160 с.
8. *Технология строительных процессов*: учебник / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 2000. – 464 с.
9. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты (актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87) / Минрегион России. – М., 2012. – 116 с.
10. СНиП 12-03–2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования / Госстрой России. – М., 2001.
11. СНиП 12-04–2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство / Госстрой России. – М., 2001.
12. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М. : Стройиздат, 1988. – 244 с.
13. *Рубанов, А.В.* Технология строительных процессов : учебное пособие / А.В. Рубанов. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2005. – 136 с.

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)**

Таблица П.1.1

Таблица значений коэффициентов откосов

Виды грунтов	Крутизна откоса при глубине выемки, м, до		
	1,5	3,0	5,0
Насыпные и 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

Таблица П.1.2

Справочные данные по бульдозерам

Марка бульдозера	Базовый трактор	Тяговое усилие, кН	Ширина отвала, м
Российского производства			
ДЗ-42	ДТ-75	67,9	2,56
ДЗ-104	Т-4АП1	98,8	3,28
ДЗ-101А	Т-4АП1	98,8	2,86
ДЗ-53	Т-100М	100	4,12
ДЗ-110А	Т-130.1.Г.1	121,4	3,22
ДЗ-35С	Т-180Г	150	3,64
ДЗ-118	ДЭТ-250М	250	4,31
Зарубежного производства			
Фирма-производитель CATERPILLAR S.A.R.L			
D3C	–	148	1,26
D4C	–	180	1,68
D5C	–	162	1,93
D5M-XL	–	218	2,59

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.2

Марка бульдозера	Базовый трактор	Тяговое усилие, кН	Ширина отвала, м
Фирма-производитель DRESSSTA Co.Ltd			
TD12C	–	30	2,06–3,52
TD15H	–	45	3,54–5,4
TD20H	–	60	3,88–6,19
TD25H	–	90	5,35–11,47

Таблица П.1.3

Определение вместимости ковша экскаватора

Объем грунта в котловане, м ³	Вместимость ковша экскаватора, м ³	Объем грунта в котловане, м ³	Вместимость ковша экскаватора, м ³
До 500	0,15	6100–11000	0,8
500–1500	0,25 и 0,3	11100–13000	1,0
1500–3000	0,5	13100–15000	1,25
3100–6000	0,63 и 0,65	Более 15000	1,5–2,0

Таблица П.1.4

Справочные данные по экскаваторам «прямая лопата»

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная высота копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Радиус копания на уровне стоянки R _{ст} , м
ЭО-1621	0,15	4,1	1,8	2,6	2,4
ЭО-2621А	0,25	4,7	4,6	3,3	2,7
ЭО-2621В	0,25	5,0	2,85	2,5	2,7
ЭО-3322	0,4	5,9	6,2	4,3	3,0
ЭО-3323А	0,63	6,8	7,66	4,2	6,5
ЭО-3122	0,63	6,8	7,3	4,1	6,5
Э-652Б	0,65	7,8	7,1	4,5	4,7
ЭО-4321	0,8	7,45	7,9	5,67	5

Продолжение прил. 1
Окончание табл. П.1.4

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R , м	Максимальная высота копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Радиус копания на уровне стоянки $R_{ст}$, м
ЭО-10011Е	1,0	9,0	6,7	5,1	5
ЭО-4124Б	1,0	7,1	7,3	5,05	2,9
ЭО-4321Б	1,0	7,5	7,9	4,7	7,3
ЭО-1252Б	1,25	9,9	7,8	5,1	6,3
ЭО-4125А	1,25	7,9	8,33	5,5	3,4
ЭО-4121А	1,5	8,6	7,4	5,0	2,8
ЭО-5124	1,6	8,9	9,6	5,1	8,5
ЭО-6122	2,5	10,2	10,7	5,95	9,65

Таблица П.1.5

Справочные данные по экскаваторам «обратная лопата»

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R , м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
Российского производства				
ЭО-1621	0,15	4,1	2,2	1,7
ЭО-2621А	0,25	5,0	3,0	2,2
ЭО-2621В	0,25	5,3	4,15	3,2
ЭО-304Г	0,4	7,8	3,0	3,0
ЭО-3322	0,5	9,2	5,6	1,7
ЭО-3323А	0,63	7,9	4,8	6,05
ЭО-3122	0,63	8,1	5,2	5,7
ЭО-3221	0,63	7,9	4,9	5,05
Э-652Б	0,65	9,2	4,0	2,3
ЭО-4321Б	0,8	8,85	5,5	5,5
Э-10011Е	1,0	10,2	6,7	6,18
ЭО-4322	1,0	9,0	5,85	5,5
ЭО-4125А	1,0	9,3	6,0	5,15
ЭО-1252Б	1,25	9,4	6,0	5,0

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.5

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R , м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
ЭО-5124	1,6	10,0	6,5	5,5
ЭО-6123	2,5	11,6	7,2	5,8
ЕК-270	0,6; 0,8; 1,2; 1,5	10,0–11,17	6,2; 7,0; 7,7	7,5; 7,9; 7,97
Зарубежного производства				
Фирма-производитель LIEBHERR-Holding				
R904	0,15–1,05	8,4–10,85	5,3–7,8	6,35–7,9
R914	0,3–1,4	8,0–9,05	4,95–6,15	5,75–6,2
Фирма-производитель CATERPILLAR S.A.R.L				
M312B	0,23–0,75	8,64	6,05	6,35
M315B	0,35–1,0	9,02	6,44	6,52
Фирма-производитель KOMATSU				
PW150-1	0,45–0,75	7,79	4,84	5,85
PC300-5	0,52–1,8	10,9	7,38	7,11
Фирма-производитель HITACHI				
ZX200	0,8	9,91	6,67	6,78
ZX240-3	1,0	9,88	9,69	6,99
ZX330-3	1,4	10,57	6,84	6,94
ZX450-3	1,9	10,57	5,9	7,21
Фирма-производитель CASE CORPORATION				
WX165	0,27; 0,95	8,7	5,4	6,4
CX180B	0,27; 0,95	8,67	5,65	6,4

Таблица П.1.6

Справочные данные по экскаваторам драглайн

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R , м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
Э-304Г	0,4	10,2	7,8	6,0
ЭО-3211Е	0,5	11,1	7,6	6,3

Продолжение прил. 1
Окончание табл. П.1.6

Марка экскаватора	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
ЭО-4112А	0,65	11,1	7,3	5,5
Э-652Б	0,8	10,2	5,6	5,5
ЭО-4112А	1,0	14,3	10,0	8,0
ЭО-5111Б	1,0	13,5	9,4	6,6
Э-1252Б	1,25	12,9	7,5	6,5

Таблица П.1.7

Рациональная грузоподъемность автосамосвалов

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

Примечание: Промежуточные значения определяются по интерполяции.

Таблица П.1.8

Справочные данные по автосамосвалам

Марка автосамосвала	Характеристики автосамосвала		
	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова, м ³	Полная масса, т
Российского производства			
ЗИЛ-ММЗ 4502	5,8	3,8	10,275
МАЗ-5549	8,0	5,1	14,95
МАЗ 5551А2-320	10,0	5,5	18,2

Продолжение прил. 1
Окончание табл. П.1.8

Марка автосамосвала	Характеристики автосамосвала		
	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова, м ³	Полная масса, т
МАЗ 5516А5-380	20,0	15,4	33,0
КамАЗ-5510	10,0	7,2	15,5
КамАЗ 45143-112-15	10,25	15,4	19,65
КамАЗ 65115-048	15,0	10,0	25,2
КамАЗ 65222-010	19,5	12,0	34,0
Урал 65515	23,4	21,0	41,0
Урал 583109	20,0	12,0	33,5
Урал 583106	25,0	16,0	41,122
КрАЗ-256Б1	12,0	6,0	24,275
КрАЗ 6510-010-01	13,5	8,0	24,88
КрАЗ 65055-064-02	18,0(20,0)	16,0	31,0(33,0)
Зарубежного производства			
Фирма-производитель Mercedes-Benz, Германия			
ND3310SAJ(8×4)	12,82	24,8	31,0
ND3250A38Q2(6×6)	12,98	19,3	33,5
Фирма-производитель IVECO-MAGIRUS, Италия			
MP 380E38H(6×4)	24,5	14,0	38,0
MP 380E42W(6×6)	24,5	14,0	38,0
Фирма-производитель SHAANXI (MAN), Китай			
SX3254JM384(6×4)	11,2	19,3	33,5
SX3315DR326	16,6(24,6)	21,0	31,0(39,0)
Фирма-производитель DAEWOO, Корея			
K4DRF (6×4)	15,0	10,0	29,5
N8DSF (8×4)	24,0	14,0	37,8
Фирма-производитель Hyundai motor company Co. Ltd, Корея			
Hyundai HD 120	7,3	3,5	12,4
Hyundai HD 160	9,6	5,5	16,1
Hyundai HD 270	17,0	10,0	27,9
Hyundai HD 370	28,0	16,0	43,0

Продолжение прил. 1

Таблица П.1.9

Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом

Наименование грунта	Средняя плотность грунта	Группа грунта при разработке его	
		одноковшовым экскаватором	бульдозером
Грунт растительного слоя: без корней и примесей	1200	I	I
	1200	I	II
с корнями кустарника и деревьев			
Песок	1600	I	II
Супесь легкая	1650	I	II
Суглинок: легкий	1700	I	I
	тяжелый	1750	II
Глина жирная, мягкая и мягкая без примесей	1800	II	II
Лесс: мягкий	1600	I	I
	твердый	1800	IV

Таблица П.1.10

Расчетные скорости автосамосвалов при перевозке грунта

Тип дороги	Группа дороги	Средняя допустимая скорость движения при соответствующей дальности перевозки, км		
		0,5	1,0	2,0 и более
Асфальтовое, бетонное покрытие, железобетонные плиты	I	20	25	35

Продолжение прил. 1

Окончание табл. П.1.10

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

Таблица П.1.11

Коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления грунта

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

Таблица П.1.12

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

Продолжение прил. 1

Таблица П.1.13

**Радиус резания грунта экскаватором «обратная лопата»
 R_p , м, на уровне дна котлована**

Глубина котлована, м	Максимальный радиус копания грунта, м						
	4	5	6	7	8	9	10
1,5	3,04	4,27	5,57	6,50	7,57	8,62	9,66
2,0	2,53	3,92	5,14	6,28	7,37	8,45	9,51
2,5	1,74	3,47	4,80	6,00	7,14	8,25	9,33
3,0	–	2,86	4,38	5,67	6,87	8,01	9,12
3,5	–	1,96	3,85	5,28	6,55	7,74	8,88
4,0	–	–	3,16	4,79	6,16	7,42	8,60

Таблица П.1.14

**Потребность в основных эксплуатационных материалах, кг,
на 1 час работы строительных машин**

Материалы	Экскаваторы с вместимостью ковша, м ³				Бульдозеры с тяговым усилием, кН	
	0,5	0,65	1	1,25	до 100	до 200
Дизельное топливо	7,9	8	9,6	13,5	6,5	9,8
Дизельное масло	0,36	0,36	0,45	0,6	0,24	0,44
Индустриальное масло	0,02	0,02	0,01	0,02	0,005	0,04
Веретенное масло	0,05	0,05	–	–	–	0,05
Автол	0,05	0,05	–	0,01	0,02	0,02

Окончание прил. 1

Окончание табл. П.1.14

Материалы	Экскаваторы с вместимостью ковша, м ³				Бульдозеры с тяговым усилием, кН	
	0,5	0,65	1	1,25	до 100	до 200
Нигрол	0,03	0,03	0,08	0,04	0,02	0,03
Солидол	0,21	0,21	0,25	0,21	0,06	–
Керосин	0,06	0,06	0,06	0,07	–	0,13
Обтирочные материалы	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02

Таблица П.1.15

Минимальное допустимое расстояние от подошвы откоса до ближайшей опоры машины (СНиП 12-03–2001)

Глубина котлована, м	Грунт			
	Песчаный	Супесчаный	Суглинистый	Глинистый
	Расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины, м			
1	1,5	1,25	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5
3	4,0	3,6	3,25	1,75
4	5,0	4,4	4,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	3,5

Примечание: Промежуточные значения определяются по интерполяции.

ВЫБОРКИ ИЗ ЕНиР

Нумерация таблиц соответствует нумерации, приведённой в ЕНиРе, сборнике Е2 [12].

**НОРМЫ ВРЕМЕНИ И РАСЦЕНКИ
НА МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ**

§ Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами

Машинист 6-го разряда

Таблица 1

Нормы времени и расценки на 1000 м² поверхности

Марка трактора	Марка бульдозера	Группа грунта		
		I	II	
Т-100	ДЗ-8 (Д-271А)	<u>0,84 (0,84)</u> 0-89	<u>1,8 (1,8)</u> 1-91	1
	Д-269, ДЗ-18 (Д-493А)	<u>0,69 (0,69)</u> 0-73,1	<u>1,5 (1,5)</u> 1-59	2
Т-130	ДЗ-28 (Д-533) ДЗ-104	<u>0,66 (0,66)</u> 0-70	<u>1,4 (1,4)</u> 1-48	3
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А) ДЗ-35С (Д-575С) ДЗ-9 (Д-275А)	<u>0,6 (0,6)</u> 0-63,6	<u>1,3 (1,3)</u> 1-38	4
	ДЗ-25 (Д-522) Д-290	<u>0,48 (0,48)</u> 0-50,9	<u>1,1 (1,1)</u> 1-17	5
		а	б	№

**§ Е2-1-8. Разработка грунта при устройстве выемок
и насыпей одноковшовыми экскаваторами,
оборудованными прямой лопатой**

ЭКСКАВАТОРЫ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Состав звена

Машинист 6-го разр. при вместимости ковша 0,4 м³ и выше

Машинист 5-го разр. при вместимости ковша до 0,4 м³

Машинист 4-го разр. при вместимости ковша до 0,15 м³

Помощник. маш-ста 5-го разр. при вместимости ковша св. 0,65 м³

А. ПРЯМАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ С ЗУБЬЯМИ

Таблица 3

Норма времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Высота забоя, м, для групп		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, I м	III, II м	
0,15	1	1,5	<u>8,4 (8,4)</u> 6-64	<u>11 (11)</u> 8-69	—	1
0,3	1,5	2,5	<u>3,3 (3,3)</u> 3-00	<u>4,2 (4,2)</u> 3-82	<u>5,8 (5,8)</u> 5-28	2
0,5	1,5	3	<u>2,1 (2,1)</u> 2-23	<u>2,7 (2,7)</u> 2-86	<u>3,3 (3,3)</u> 3-50	3
0,6 – 0,65	2	4	<u>1,7 (1,7)</u> 1-80	<u>2,1 (2,1)</u> 2-23	<u>2,7 (2,7)</u> 2-86	4
0,8	3	5	<u>2,4 (1,2)</u> 2-36	<u>3 (1,5)</u> 2-96	<u>3,6 (1,8)</u> 3-55	5
			а	б	в	№

Продолжение прил. 2

Окончание табл. 3

Вместимость ковша, м ³	Высота забоя, м, для групп		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, II _м	III, II _м	
1	3	5	<u>2 (1)</u> 1-97	<u>2,6 (1,3)</u> 2-56	<u>3,2 (1,6)</u> 3-15	6
1,25			<u>1,68 (0,84)</u> 1-71	<u>2,2 (1,1)</u> 2-24	<u>2,4 (1,2)</u> 2-45	7
			а	б	в	№

**Б. ПРЯМАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ
СО СПЛЮШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ**

Таблица 4

Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Высота забоя, м, для групп грунта		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, II _м	III, II _м	
0,4	1,5	2	<u>2,9 (2,9)</u> 2-64	<u>3,5 (3,5)</u> 3-19	<u>4,9 (4,9)</u> 4-46	1
0,65	2	4	<u>1,8(1,8)</u> 1-91	<u>2,3 (2,3)</u> 2-44	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	2
0,8	3	5	<u>2,4 (1,2)</u> 2-36	<u>3 (1,5)</u> 2-96	<u>3,8 (1,9)</u> 3-74	3
1,5			<u>1,52 (0,76)</u> 1-55	<u>1,94 (0,97)</u> 1-98	<u>2,4 (1,2)</u> 2-45	4
			а	б	в	№

ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Состав звена

Машинист 6-го разр. при вместимости ковша св. 0,4 м³

Машинист 5-го разр. при вместимости ковша до 0,4 м³

Помощник маш-ста 5-го разр. при вместимости ковша св. 1 м³

Таблица 7

Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Высота забоя, м		Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
			Группа грунта			
	I, II	III	I	II, I м	III, II м	
0,25	3	4	<u>3,5 (3,5)</u> 3-19	<u>4,5 (4,5)</u> 4-10	<u>6,3 (6,3)</u> 5-73	1
0,8	3	5	<u>1,1 (1,1)</u> 1-17	<u>1,4 (1,4)</u> 1-48	<u>1,7 (1,7)</u> 1-80	2
1,6			<u>1,16 (0,58)</u> 1-14	<u>1,5 (0,75)</u> 1-48	<u>1,8 (0,9)</u> 1-77	3
			а	б	в	№

§ E2-1-10. Разработка грунта в котлованах и траншеях одноковшовыми экскаваторами драглайн

Состав звена

Машинист 6-го разр. при вместимости ковша 0,4 м³ и выше

Машинист 5-го разр. при вместимости ковша до 0,4 м³

Помощник маш-ста 5-го разр. при вместимости ковша св. 0,65 м³

ДРАГЛАЙН С КОВШОМ С ЗУБЬЯМИ

Таблица 2

Норма времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,35	<u>3,7 (3,7)</u> 3-37	<u>4,7 (4,7)</u> 4-28	<u>6,5 (6,5)</u> 5-92	1
0,5	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,6 (3,6)</u> 3-82	<u>4,6 (4,6)</u> 4-88	2
0,6-0,65	<u>2,3 (2,3)</u> 2-44	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,6 (3,6)</u> 3-82	3
0,75	<u>3,4 (1,7)</u> 3-35	<u>4,2 (2,1)</u> 4-14	<u>5,2 (2,6)</u> 5-12	4
1	<u>3 (1,5)</u> 2-96	<u>3,6 (1,8)</u> 3-55	<u>4,4 (2,2)</u> 4-33	5
	а	б	в	№

ДРАГЛАЙН С КОВШОМ
СО СПЛОШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

Таблица 3

Норма времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,4	<u>3,4 (3,4)</u> 3-09	<u>4,3 (4,3)</u> 3-91	<u>6 (6)</u> 5-46	1

Продолжение прил. 2

Окончание табл. 3

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,65	<u>2,4 (2,4)</u> 2–54	<u>3 (3)</u> 3–18	<u>3,7 (3,7)</u> 3–92	2
0,8	<u>3,4 (1,7)</u> 3–35	<u>4,4 (2,2)</u> 4–33	<u>5,4 (2,7)</u> 5–32	3
1,1	<u>2,6 (1,3)</u> 2–56	<u>3,2 (1,6)</u> 3–15	<u>4,2 (1,2)</u> 4–14	4
1,25	<u>2,2 (1,1)</u> 2–24	<u>2,8 (1,4)</u> 2–86	<u>3,6 (1,8)</u> 3–67	5
	а	б	в	№

**§ E2-1-11. Разработка грунта в котлованах
одноковшовыми экскаваторами,
оборудованными обратной лопатой**

ЭКСКАВАТОРЫ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Состав звена

Машинист 6-го разр. при вместимости ковша 0,4 м³ и выше

Машинист 5-го разр. при вместимости ковша до 0,4 м³

Машинист 4-го разр. при вместимости ковша до 0,15 м³

Помощник маш-ста 5-го разр. при вместимости ковша св. 0,65 м³

Продолжение прил. 2

А. ОБРАТНАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ С ЗУБЬЯМИ

Таблица 3

Норма времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,15	<u>10,5 (10,5)</u> 8-30	<u>14 (14)</u> 11-06	–	1
0,3	<u>4,2 (4,2)</u> 3-82	<u>5,3 (5,3)</u> 4-82	<u>7,2 (7,2)</u> 6-55	2
0,4	<u>3,5 (3,5)</u> 3-19	<u>4,5 (4,5)</u> 4-10	<u>6,2 (6,2)</u> 5-64	3
0,5	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,5 (3,5)</u> 3-71	<u>4,6 (4,6)</u> 4-88	4
0,6-0,65	<u>2,3 (2,3)</u> 2-44	<u>2,9 (2,9)</u> 3-07	<u>3,5 (3,5)</u> 3-71	5
	а	б	в	№

Б. ОБРАТНАЯ ЛОПАТА С КОВШОМ
СО СПЛОШНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ

Таблица 4

Норма времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,4	<u>3,8 (3,8)</u> 3-46	<u>4,8 (4,8)</u> 4-37	<u>6,7 (6,7)</u> 6-10	1

Продолжение прил. 2

Окончание табл. 4

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,65	<u>2,6 (2,6)</u> 2-76	<u>3,2 (3,2)</u> 3-39	<u>4,1 (4,1)</u> 4-35	2
0,8	<u>3,6 (1,8)</u> 3-55	<u>4,4 (2,2)</u> 4-33	<u>5,6 (2,8)</u> 5-52	3
1,1	<u>3 (1,5)</u> 2-96	<u>4 (2)</u> 3-96	<u>4,8 (2,4)</u> 4-73	4
	а	б	в	№

ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Состав звена

Машинист 6-го разр. при вместимости ковша св. 0,4 м³

Машинист 5-го разр. при вместимости ковша до 0,4 м³

Помощник маш-ста 5-го разр. при вместимости ковша св. 1 м³

Таблица 7

Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,25	<u>4,5 (4,5)</u> 4-10	<u>5,9 (5,9)</u> 5-37	<u>7,8 (7,8)</u> 7-10	1
0,4	<u>3,2 (3,2)</u> 2-91	<u>4,1 (4,1)</u> 3-73	<u>5,2 (5,2)</u> 4-73	2

Продолжение прил. 2

Окончание табл. 7

Вместимость ковша, м ³	Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство			
	Группа грунта			
	I	II, I м	III, II м	
0,5	$\frac{2,8 (2,8)}{2-97}$	$\frac{3,4 (3,4)}{3-60}$	$\frac{4,2 (4,2)}{4-45}$	3
0,63–0,65	$\frac{2,1 (2,1)}{2-23}$	$\frac{2,6 (2,6)}{2-76}$	$\frac{3,2 (3,2)}{3-39}$	4
1	$\frac{1,9 (1,9)}{2-01}$	$\frac{2,2 (2,2)}{2-33}$	$\frac{2,8 (2,8)}{2-97}$	5
1,25	$\frac{2,6 (1,3)}{2-65}$	$\frac{3 (1,5)}{3-06}$	$\frac{4 (2)}{4-08}$	6
1,6	$\frac{1,9 (0,95)}{1-94}$	$\frac{2,2 (1,1)}{2-24}$	$\frac{2,8 (1,4)}{2-86}$	7
	а	б	в	№

§ Е2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами

Состав рабочих

Для бульдозеров на тракторах ДТ-75, Т-74
Машинист 5-го разр.

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-4АП1, Т-130
Т-180 и ДЭТ-250
Машинист 6-го разр.

Нормы времени и расценки на 100 м³ грунта

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта					№
		до 10 м		добавлять на каждые следующие 10 м			
		Группа грунта					
		І	ІІ	І	ІІ		
ДТ-75 Т-74	ДЗ-42	0,94 <u>(0,94)</u>	1,1 <u>(1,1)</u>	0,87 <u>(0,87)</u>	0,94 <u>(0,94)</u>	1	
	ДЗ-29	0-85,5	1-00	0-79,2	0-85,5		
Т-100	ДЗ-8	0,55 <u>(0,55)</u>	0,68 <u>(0,68)</u>	0,48 <u>(0,48)</u>	0,54 <u>(0,54)</u>	2	
	ДЗ-19	0-58,3	0-72,1	0-50,9	0-57,2		
Т-100	ДЗ-18	0,5 <u>(0,5)</u>	0,62 <u>(0,62)</u>	0,43 <u>(0,43)</u>	0,49 <u>(0,49)</u>	3	
	ДЗ-53	0-53	0-65,7	0-45,6	0-51,9		
	ДЗ-54С						
Т-4АП1	ДЗ-101	0,88 <u>(0,88)</u>	1 <u>(1)</u>	0,74 <u>(0,74)</u>	0,84 <u>(0,84)</u>	4	
	ДЗ-104	0-93,3	1-06	0-78,4	0-89		
Т-130	ДЗ-27	0,35 <u>(0,35)</u>	0,41 <u>(0,41)</u>	0,3 <u>(0,3)</u>	0,33 <u>(0,33)</u>	5	
	ДЗ-110А	0-37,1	0-43,5	0-31,8	0-35		
	ДЗ-28						
Т-180	ДЗ-25	0,32 <u>(0,32)</u>	0,38 <u>(0,38)</u>	0,29 <u>(0,29)</u>	0,3 <u>(0,3)</u>	6	
	ДЗ-9	0-33,9	0-40,8	0-30,7	0-31,8		
	ДЗ-35С	0,27 <u>(0,27)</u>	0,32 <u>(0,32)</u>	0,24 <u>(0,24)</u>	0,27 <u>(0,27)</u>	7	
		0-28,6	0-33,9	0-25,4	0-28,6		
ДЭТ-250	Д-384	0,25 <u>(0,25)</u>	0,28 <u>(0,28)</u>	0,22 <u>(0,22)</u>	0,23 <u>(0,23)</u>	8	
	Д-385	0-30,3	0-33,9	0-26,6	0-27,8		
	ДЗ-34С	0,22 <u>(0,22)</u>	0,24 <u>(0,24)</u>	0,2 <u>(0,2)</u>	0,21 <u>(0,21)</u>	9	
		0-26,6	0-29	0-24,2	0-25,4		
		а	б	в	г	№	

Примечание. При перемещении бульдозером ранее разработанных разрыхленных грунтов нормы времени и расценки умножить на 0,85, считая объем грунта в естественном залегании (ПР-3).

**§ Е2-1-36. Окончательная планировка площадей
бульдозерами**

Состав рабочих

Для бульдозеров на тракторах ДТ-75, Т-74

Машинист 5-го разр.

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-4АП1, Т-130

Т-180 и ДЭТ-250

Машинист 6-го разр.

Таблица 2

**Нормы времени и расценки на 1000 м² спланированной
поверхности за 1 проход бульдозера**

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работ		
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
Т-74, ДТ-75	ДЗ-29	<u>0,49 (0,49)</u>	<u>0,35 (0,35)</u>	1
	ДЗ-42	0–44,6	0–31,9	
Т-100	ДЗ-8	<u>0,38 (0,38)</u>	<u>0,33 (0,33)</u>	2
	ДЗ-19	0–40,3	0–35	
	ДЗ-17	<u>0,28 (0,28)</u>	<u>0,24 (0,24)</u>	3
	ДЗ-18	0–29,7	0–25,4	
Т-130	ДЗ-24	<u>0,27 (0,27)</u>	<u>0,24 (0,24)</u>	4
	ДЗ-28	0–28,7	0–25,4	
Т-180	ДЗ-35С	<u>0,23 (0,23)</u>	<u>0,19 (0,19)</u>	5
	ДЗ-24А	0–24,4	0–20,1	
	ДЗ-25	<u>0,2 (0,2)</u>	<u>0,17 (0,17)</u>	6
		0–21,2	0–18	
ДЭТ-250	Д-384	<u>0,16 (0,16)</u>	<u>0,15 (0,15)</u>	7
	Д-385 ДЗ-34С	0–19,4	0–18,2	
		а	б	№

§ Е2-1-60. Планировка площадей, откосов и верха полотна насыпей и выемок

Указания по применению норм

Нормами предусмотрена планировка поверхностей по данным визиловочных отметок со срезкой неровностей толщиной до 0,1 м.

Нормы времени и расценки строк 7–10 следует применять в тех случаях, когда производят лишь местное выравнивание и зачистку поверхности без общей планировки.

Состав работ

При планировке откосов выемок и насыпей:

1. Копание маячных борозд.
2. Срезка грунта между маяками.
3. Откидывание грунта.
4. Проверка спланированной поверхности по рейке, шаблону или на глаз.

При планировке площадей и верха земляных сооружений:

1. Срезка неровностей.
2. Засыпка углублений с уплотнением грунта.
3. Разравнивание грунта.
4. Проверка спланированной поверхности по рейке, шаблону или на глаз.

При выравнивании:

1. Срезка неровностей.
2. Раскидывание грунта с разбивкой комьев.
3. Разравнивание грунта.

Состав рабочих

При планировке по рейке

Землекоп 3-го разр.

В остальных случаях

Землекоп 2-го разр.

Нормы времени и расценки на 100 м² спланированной, выровненной или зачищенной поверхности

Наименование работы			Грунт	Группа грунта					
				I	II	III	IV		
Планировка	на глаз	откосов выемок	Естественной плотности	<u>6,2</u> 3-97	<u>9,5</u> 6-08	<u>15,4</u> 3-86	<u>21</u> 13-44	1	
		площадей и верха земляного полотна		<u>10</u> 6-40	<u>12,5</u> 8-00	<u>17,5</u> 11-2 0	<u>22</u> 14-08	2	
		откосов и верха насыпей	Насыпной	<u>5,1</u> 3-26	<u>6,3</u> 4-03	<u>7,5</u> 4-80	<u>8,8</u> 5-63	3	
	по рейке	откосов выемок	Естественной плотности	<u>8,4</u> 5-88	<u>12,5</u> 8-75	<u>21</u> 14-7 0	<u>28</u> 19-60	4	
		площадей и верха земляного полотна		<u>13,5</u> 9-45	<u>16,5</u> 11-55	<u>23</u> 16-1 0	<u>30</u> 21-00	5	
		откосов и верха насыпей	Насыпной	<u>6,7</u> 4-69	<u>8,4</u> 5-88	<u>10</u> 7-00	<u>12</u> 8-40	6	
	Выравнивание поверхностей			Естественной плотности	<u>4,6</u> 2-94	<u>6</u> 3-84	<u>9,6</u> 6-14	<u>13</u> 8-32	7
				Насыпной	<u>3,5</u> 2-24	<u>4,4</u> 2-82	<u>5,3</u> 3-39	<u>6,1</u> 3-90	8
	Зачистка готовой поверхности			Естественной плотности	<u>6,5</u> 4-16	<u>8,4</u> 5-38	<u>12,5</u> 8-00	<u>16</u> 10-24	9
Насыпной				<u>4,4</u> 2-82	<u>5,3</u> 3-39	<u>6,1</u> 3-90	<u>7</u> 4-48	1	
				а	б	в	г	№	

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Томский государственный архитектурно-строительный университет"

Кафедра «Технология строительного производства»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Разработка грунта под фундаменты здания
Расчетно-пояснительная записка

Выполнил студент(ка) шифр

Проверил и допустил к защите
руководитель проекта (дата) (подпись) (расшифровка подписи)

Проект защищен с
оценкой (дата) (подпись) (расшифровка подписи)

Томск 201_

КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР № 1

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Запроектировать технологический процесс разработки грунта при устройстве столбчатых отдельно стоящих фундаментов под колонны каркаса промышленного здания. Здание трехпролетное, по 18 м каждый, шаг фундаментов – 6 м, количество шагов равно 10. Размеры фундаментов в плане $3 \times 3,3$ м, высота – 2,4 м. Тип грунта – суглинок легкий. Отвоз грунта осуществляется автосамосвалами, расстояние перевозки грунта – 5,4 км. Материал дорожного покрытия – бетон. Работы ведут в одну смену.

План фундаментов представлен на рис. П.3.1.

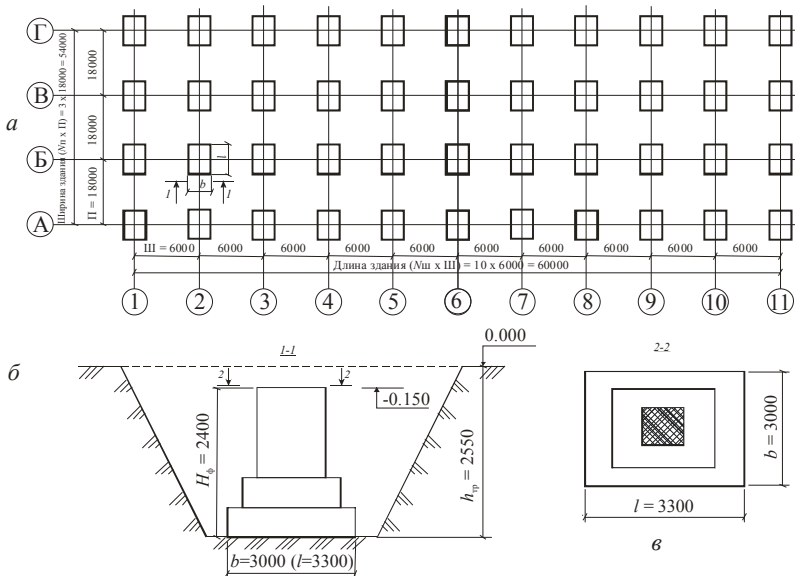


Рис. П.3.1. План фундаментов:

а – план фундаментов; б – разрез 1–1 по фундаменту; в – разрез 2–2 по фундаменту

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И РАЗМЕРОВ ВЫЕМКИ ПОД ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЯ

Вариант выбирается из условия минимума земляных работ. Для этого следует вычертить разрезы по продольной и поперечной осям на участке двух смежных фундаментов (рис. П.3.2), предварительно определив основные размеры выемки, как для отдельных котлованов.

Длина и ширина каждого котлована понизу:

$$L_{\text{н}} = b + 2 \cdot 0,5 = 3,0 + 2 \cdot 0,5 = 4,0 \text{ м};$$

$$B_{\text{н}} = l + 2 \cdot 0,5 = 3,3 + 2 \cdot 0,5 = 4,3 \text{ м}.$$

Длину и ширину каждого котлована поверху определяем с учетом заложения откосов:

$$L_{\text{в}} = L_{\text{н}} + 2c = L_{\text{н}} + 2 \cdot m \cdot h_{\text{тр}} = 4,0 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,55 = 6,55 \text{ м};$$

$$B_{\text{в}} = B_{\text{н}} + 2c = B_{\text{н}} + 2 \cdot m \cdot h_{\text{тр}} = 4,3 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,55 = 6,85 \text{ м},$$

где $m = 0,5$ принимаем по табл. П.1.1; $h_{\text{тр}} = H_{\text{ф}} + 0,15 \text{ м}$.

Из построений на рис. П.3.2 видно, что в поперечном направлении расстояние между бровками смежных откосов $d > 6 \text{ м}$, что обеспечивает проезд автотранспорта, установку автомобильного крана, бетононасосов и др. В другом направлении величина $d_1 < 1,0 \text{ м}$ и даже является отрицательным числом, что говорит об отсутствии целиков грунта между фундаментами. Таким образом, в нашем случае для возведения фундаментов под каждый ряд колонн здания (вдоль буквенных осей) разрабатывается траншея. Количество траншей равно 4 (рис. П.3.3).

Размеры траншеи понизу под фундаменты каждого ряда колонн ($L_{\text{н}}$, $B_{\text{н}}$) определяют по выражениям:

$$L_{\text{н}} = L_{\text{зд}} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5 = N_{\text{ш}} \cdot \text{Ш} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5 = 10 \cdot 6 + 2(3,0/2) + 2 \cdot 0,5 = 64,0 \text{ м};$$

$$B_{\text{н}} = l + 2 \cdot 0,5 = 3,3 + 2 \cdot 0,5 = 4,3 \text{ м}.$$

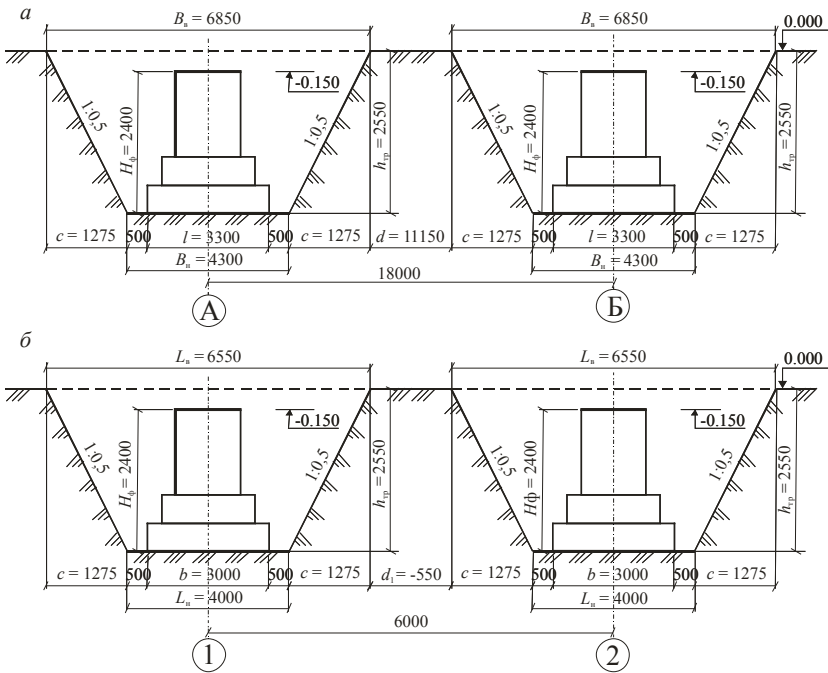


Рис. П.3.2. Определение типа земляного сооружения:
 а – поперечный разрез; б – продольный разрез

Длину и ширину траншеи поверху L_B , B_B определяют с учетом заложения откоса c , в зависимости от вида грунта и глубины траншеи:

$$L_B = L_H + 2c = L_H + 2 \cdot m \cdot h_{тр} = 64,0 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,55 = 66,55 \text{ м};$$

$$B_B = B_H + 2c = B_H + 2 \cdot m \cdot h_{тр} = 4,3 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,55 = 6,85 \text{ м}.$$

Расчетную глубину траншеи h_p определяют с учетом недобора грунта h_n . Для разработки грунта в траншеях принимаем экскаватор «обратная лопата», тогда недобор грунта $h_n = 0,2$ м. Следовательно, расчетная глубина траншеи составляет

$$h_p = 2,55 - 0,2 = 2,35 \text{ м}.$$

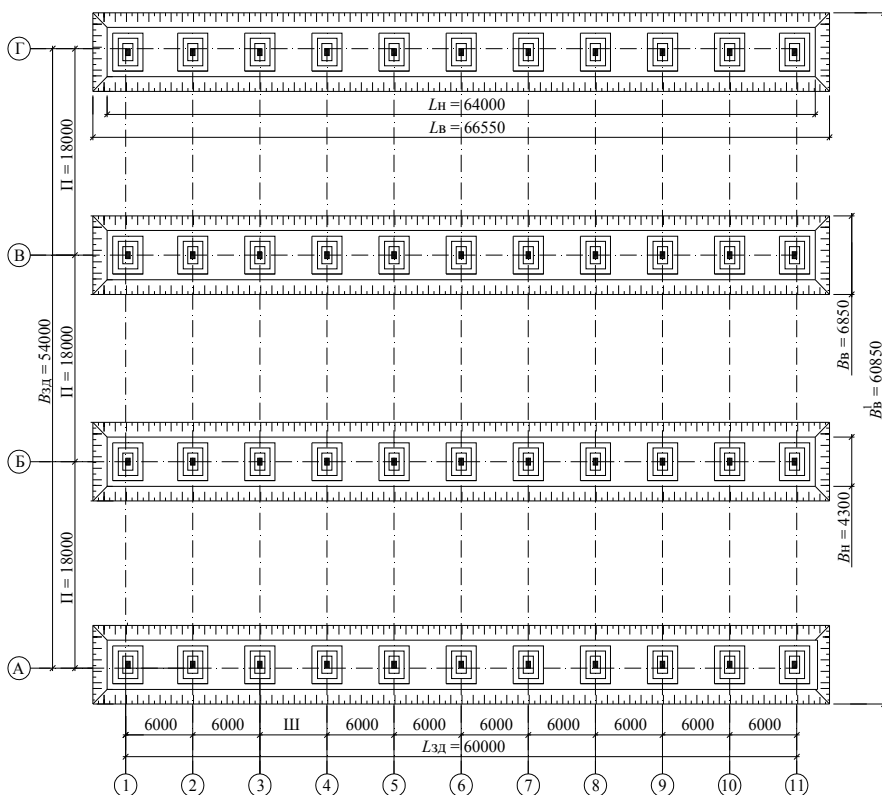


Рис. П.3.3. Общий вид траншей для возведения фундаментов под каждый ряд колонн

3. ПОДСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Объем грунта в съезде в траншею

$$V_{\text{тр}}^1 = 2,55^2 [3 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,55(5 - 0,5)/5] (5 - 0,5)/6 = 62,4 \text{ м}^3.$$

Тогда общий объем грунта в съезде для 4-х траншей равен:

$$V_{\text{тр}} = V_{\text{тр}}^1 \cdot 4 = 62,4 \cdot 4 = 249,6 \text{ м}^3.$$

Объем грунта непосредственно в одной траншее

$$V_{\text{т}}^1 = 2,35[4,3 \cdot 64,0 + 6,85 \cdot 66,55 + (4,3 + 6,85)(64,0 + 66,55)]/6 = 856,46 \text{ м}^3.$$

Тогда общий объем грунта для 4-х траншей равен:

$$V_{\text{т}} = V_{\text{т}}^1 \cdot 4 = 856,46 \cdot 4 = 3425,84 \text{ м}^3.$$

Объем грунта в недоборе для одной траншеи составляет:

$$V_{\text{н}}^1 = 4,3 \cdot 64,0 \cdot 0,2 = 55,04 \text{ м}^3.$$

Тогда общий объем грунта в недоборе для 4-х траншей составляет:

$$V_{\text{н}} = V_{\text{н}}^1 \cdot 4 = 55,04 \cdot 4 = 220,16 \text{ м}^3.$$

Дальность транспортирования, м, бульдозером недобора грунта для траншей

$$L_2 = L_{\text{н}} = 64,0 \text{ м}.$$

Общий объем грунта в сумме составляет:

$$V = V_{\text{тр}} + V_{\text{т}} + V_{\text{н}} = 249,6 + 3425,84 + 220,16 = 3895,6 \text{ м}^3.$$

Площадь срезки растительного слоя грунта (см. рис. П.3.3)

$$F_1 = (B_{\text{в}}^1 + 20) (L_{\text{в}} + 20) = (60,85 + 20) (66,55 + 20) = 6997,57 \text{ м}^2.$$

Дальность транспортирования, м, бульдозером срезанного растительного слоя грунта составляет:

$$L_1 = (L_{\text{в}} + 20)/2 = (66,55 + 20)/2 = 43,3 \text{ м}.$$
 Принимаем, что $L_1 = 44 \text{ м}$.

Объем срезанного растительного слоя грунта, м^3 , определяют по выражению

$$V_{\text{р.сл}} = F_1 \cdot h_{\text{р.сл}} = 6997,57 \cdot 0,2 = 1399,52 \text{ м}^3.$$

Площадь планировки дна одной траншеи составляет:

$$F_2^1 = L_n \cdot B_n = 64,0 \cdot 4,3 = 275,2 \text{ м}^2.$$

Тогда площадь планировки дна 4-х траншей составляет:

$$F_2 = F_2^1 \cdot 4 = 275,2 \cdot 4 = 1100,8 \text{ м}^2.$$

Полученные объемы земляных работ сведены в табл. П.3.1. Единицы измерения объемов земляных работ при устройстве траншей приняты по ЕНиР Е2-1 «Механизированные и ручные земляные работы» [12] и приведены в прил. 2.

4. ПОДБОР КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА В ТРАНШЕЯХ

Для выполнения рабочих операций при разработке грунта в траншеях из прил. 1 подбираем комплект механизмов.

Срезку растительного слоя и его транспортирование, доработку грунта в траншеях и планировку дна траншей выполняет средний бульдозер ДЗ-104 при транспортировании грунта до 70 м (п. 3.4 и табл. П.1.2). Тяговое усилие бульдозера составляет 98,8 кН, ширина отвала – 3,28 м.

Для разработки грунта в траншеях и съездах в траншее подобран одноковшовый экскаватор обратная лопата с гидравлическим приводом марки ЭО-3323А с вместимостью ковша 0,63 м³ (п. 3.4 и табл. П.1.3, П.1.5). Наибольший радиус копания $R = 7,9$ м, максимальная глубина копания составляет 4,8 м. Этот же экскаватор осуществляет погрузку растительного слоя и недобора грунта из траншей.

Отвоз грунта осуществляется автосамосвалами МАЗ 5551А2-320 грузоподъемностью $Q = 10,0$ т (п. 3.4 и табл. П.1.7, П.1.8). Вместимость кузова автосамосвала $V_{к.а} = 5,5$ м³.

5. СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Таблица П.3.1

Ведомость объемов земляных работ

№ п/п	Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
1	Срезка растительного слоя грунта II группы бульдозером ДЗ-104	1000 м ²	7,0
2	Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта II группы бульдозером на расстояние $L_1 = 44$ м	100 м ³	14,0
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	14,0
4	Разработка грунта I группы в съездных траншеях экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	2,5
5	Разработка грунта I группы в траншеях экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	34,26
6	Разработка недобора грунта II группы в траншеях бульдозером ДЗ-104 с транспортированием на расстояние $L_2 = 64$ м	100 м ³	2,21
7	Разработка ранее разработанного грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	2,21
8	Окончательная планировка дна траншей бульдозером ДЗ-104 за один проход в одном направлении	1000 м ²	1,1

6. КАЛЬКУЛЯЦИЯ ЗАТРАТ ТРУДА И МАШИННОГО ВРЕМЕНИ

Калькуляцию затрат труда и машинного времени (табл. П.3.2) составляют на основании ведомости объемов земляных работ и при использовании ЕНиР Е2, выпуск 1.

Таблица П.3.2

Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Срезка растительного слоя грунта II группы бульдозером ДЗ-104	1000 м ²	7,0	§Е2-1-5 № 1-а	–	1,8	–	12,6
2	Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта II группы бульдозером на расстояние L ₁ = 44 м	100 м ³	14,0	§Е2-1-22 т.2, № 4-б, № 4-г	–	0,85(1-1+ +0,84-3,4) = 3,278	–	45,892
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	14,0	§Е2-1-11 т. 7, № 4-а	–	2,1	–	29,4
4	Разработка грунта I группы в съездных траншеях экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	2,5	§Е2-1-11 т. 7, № 4-а	–	2,1	–	5,25
5	Разработка грунта I группы в траншеях экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	34,26	§Е2-1-11 т. 7, № 4-а	–	2,1	–	71,946

Продолжение табл. 3
Окончание табл. П.3.2

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч. (работа машин, маш.-ч.)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Разработка грунта I группы в траншеях экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	34,26	§Е2-1-11 т. 7, № 4-а	–	2,1	–	71,946
6	Разработка недобора грунта II группы в траншеях бульдозером ДЗ-104 с транспортированием на расстояние $L_2 = 64$ м	100 м ³	2,21	§Е2-1-22 т. 2, № 4-б, № 4-г	–	$(1 \cdot 1 + 0,84 \cdot 5,4) = 5,536$	–	12,235
7	Разработка ранее разработанного грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	2,21	§Е2-1-11 т. 7, № 4-а	–	2,1	–	4,641
8	Окончательная планировка дна траншей бульдозером ДЗ-104 за один проход в одном направлении	1000 м ²	1,1	§Е2-1-36 № 2-а	–	0,38	–	0,418
	Итого							182,382

7. РАСЧЕТ КОМПЛЕКТА АВТОСАМОСВАЛОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУНТА

Коэффициент первоначального разрыхления грунта для суглинка легкого принимаем как среднее значение по табл. П.1.11 $K_{пр} = 1,21$, скорость автосамосвалов принимаем по табл. П.1.10 как для бетонных дорог.

Продолжение табл. 3

Расчет автотранспорта необходимо выполнить для вывозки основного объема грунта в траншеях. Продолжительность погрузки автосамосвала определяют по выражению (25):

$$t_{\text{п}} = \frac{2,1 \cdot 5,5}{100 \cdot 1,21} + 0,017 = 0,112 \text{ ч.}$$

Время разгрузки автосамосвала $t_{\text{р}} = 0,017$ ч.

Продолжительность рабочего цикла (24) автосамосвала составляет:

$$t_{\text{ц.а}} = 0,112 + \frac{2 \cdot 5,4}{35} + 0,017 + 0,017 = 0,455 \text{ ч.}$$

Число автосамосвалов (23), занятых на вывозке грунта, составляет:

$$N = 0,455 / 0,112 = 4,06.$$

Число автосамосвалов округляем в большую сторону и принимаем равным пяти.

8. РАСЧЕТ ЗАБОЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА «ОБРАТНАЯ ЛОПАТА»

Экскаватор ЭО-3323А с вместимостью ковша $0,63 \text{ м}^3$ имеет следующие технические характеристики (табл. П.1.5):

- максимальный радиус копания грунта $R = 7,9$ м;
- максимальная глубина копания $h_3 = 4,8$ м;
- оптимальный радиус резания грунта $R_0 = 0,8 \cdot 7,9 = 6,32$ м;
- радиус выгрузки грунта $R_{\text{в}} = 0,8 \cdot 7,9 = 6,32$ м.

Ширина автосамосвала в расчетах принимается равной

$$b_{\text{а}} = 2,5 \text{ м.}$$

Радиус резания грунта на уровне дна котлована $R_{\text{р}}$ принимается по табл. П.1.13: $R_{\text{р}} = 7,0$ м.

Минимальный радиус резания на уровне подошвы откоса

$$R_{\min} = R_{\text{б}} + m \cdot h_{\text{п}} = 3,13 + 0,5 \cdot 2,55 = 4,405 \text{ м.}$$

Длина рабочей передвижки экскаватора, согласно табл. П.1.12:

$$l_{\text{п}} = 1,54 \text{ м.}$$

Выбор схемы в основном зависит от соотношения между радиусом выгрузки применяемого экскаватора $R_{\text{в}}$ и требуемого радиуса выгрузки $R_{\text{в.треб}}$.

$$\begin{aligned} \text{Требуемый радиус выгрузки } R_{\text{в.треб}} &= (B_{\text{в}}/2) + l_{\text{без}} + (b_{\text{а}}/2) = \\ &= (6,85/2) + 1,0 + (2,5/2) = 5,675 \text{ м.} \end{aligned}$$

Так как $R_{\text{в}} = 6,32 \text{ м} > R_{\text{в.треб}} = 5,675 \text{ м}$, то для разработки грунта в траншее назначается лобовая проходка при движении экскаватора по оси траншеи с двухсторонней выгрузкой грунта в транспортное средство.

$$\text{Ширина лобовой проходки } B_{\text{л}} = B_{\text{в}} = 6,85 \text{ м.}$$

9. ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

График производства земляных работ (табл. П.3.3) построен на разработку грунта в траншеях с учетом совмещения технологических операций во времени для бульдозера и экскаватора.

10. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКТА МАШИН

Общий объем разрабатываемого грунта $V = 3895,6 \text{ м}^3$, общая нормативная трудоемкость разработки грунта $T_{\text{р}} = 182,382 \text{ маш.-ч}$. Продолжительность выполнения работ ($T_{\text{о}}$) по устройству траншей под фундаменты здания по календарному графику составляет 19,25 дня.

Затраты машинного времени на разработку всего объема грунта составляют (см. калькуляцию и календарный график):

- для бульдозера ДЗ-104 $t_{oi} = 71,145$ маш.-ч;
- для экскаватора ЭО 3323А $t_{oi} = 111,237$ маш.-ч;
- всего по комплекту механизмов $t_{oi} = 182,382$ маш.-ч.

11. РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

В табл. П.3.4 приведен расход материальных ресурсов, кг, для работы комплекта механизмов, занятого на разработке грунта в котловане под фундамент здания (см. табл. П.1.14 и предыдущий расчет п. 10).

Таблица П.3.4

Расход материалов на работу комплекта механизмов

Материалы	Механизмы		
	ДЗ-104	ЭО-3323А	Всего
Дизельное топливо	462,45	889,9	1352,35
Дизельное масло	17,08	40,05	57,13
Индустриальное масло	0,36	2,23	2,59
Веретенное масло	–	5,57	5,57
Автол	1,43	5,57	7,0
Нигрол	1,43	3,34	4,77
Солидол	4,27	23,36	27,63
Керосин	–	6,68	6,68
Обтирочные материалы	1,43	3,34	4,77

12. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Оформление графической части представлено на рис. П.3.4 на с. 97.

КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР № 2

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Запроектировать технологический процесс разработки грунта при устройстве столбчатых отдельно стоящих фундаментов под колонны каркаса промышленного здания. Здание трехпролетное, по 12 м каждый, шаг фундаментов – 12 м, количество шагов равно 7. Размеры фундаментов в плане 2,7×3,0 м, высота – 3,6 м. Тип грунта – суглинок тяжелый. Отвоз грунта осуществляется автосамосвалами, расстояние перевозки грунта – 3,3 км. Материал дорожного покрытия – грунтовая. Работы ведут в одну смену.

План фундаментов представлен на рис. П.3.5.

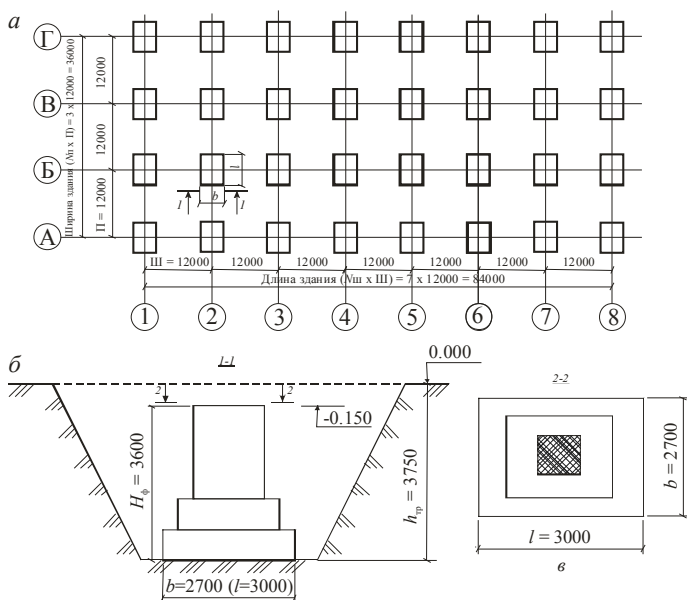


Рис. П.3.5 План фундаментов:

a – план фундаментов; *б* – разрез 1–1 по фундаменту; *в* – разрез 2–2 по фундаменту

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И РАЗМЕРОВ ВЫЕМКИ ПОД ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЯ

Вариант выбирается из условия минимума земляных работ. Для этого следует вычертить разрезы по продольной и поперечной осям на участке двух смежных фундаментов (рис. П.3.6), предварительно определив основные размеры выемки, как для отдельных котлованов.

Длина и ширина каждого котлована понизу:

$$L_n = b + 2 \cdot 0,5 = 2,7 + 2 \cdot 0,5 = 3,7 \text{ м};$$

$$B_n = l + 2 \cdot 0,5 = 3,0 + 2 \cdot 0,5 = 4,0 \text{ м}.$$

Длину и ширину каждого котлована поверху определяем с учетом заложения откосов:

$$L_b = L_n + 2c = L_n + 2 \cdot m \cdot h_{\text{тр}} = 3,7 + 2 \cdot 0,75 \cdot 3,75 = 9,325 \text{ м};$$

$$B_b = B_n + 2c = B_n + 2 \cdot m \cdot h_{\text{тр}} = 4,0 + 2 \cdot 0,75 \cdot 3,75 = 9,625 \text{ м},$$

где $m = 0,75$ принимаем по табл. П.1.1; $h_{\text{тр}} = H_{\text{ф}} + 0,15 \text{ м}$.

Из построений на рис. П.3.6 видно, что в поперечном направлении расстояние между бровками смежных откосов $d < 6 \text{ м}$, что не обеспечивает проезд автотранспорта, установку автомобильного крана, бетононасосов и др. Таким образом, в нашем случае для возведения фундаментов разрабатывается общий котлован под все фундаменты (рис. П.3.7).

Размеры котлована понизу (L_n , B_n) определяют по выражениям:

$$L_n = L_{\text{зд}} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5 = N_{\text{ш}} \cdot \text{Ш} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5 = 7 \cdot 12 + 2(2,7/2) + 2 \cdot 0,5 = 87,7 \text{ м};$$

$$B_n = B_{\text{зд}} + 2(l/2) + 2 \cdot 0,5 = N_{\text{п}} \cdot \text{П} + 2(b/2) + 2 \cdot 0,5 = 3 \cdot 12 + 2(3,0/2) + 2 \cdot 0,5 = 40,0 \text{ м}.$$

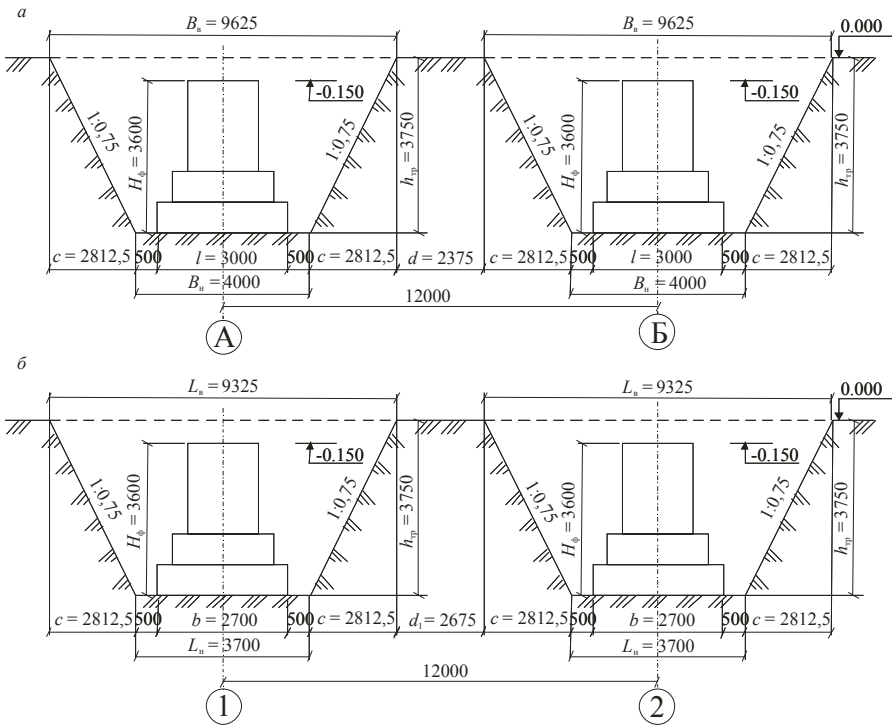


Рис. П.3.6. Определение типа земляного сооружения:
 а – поперечный разрез; б – продольный разрез

Длину и ширину котлована поверху (L_B , B_B) определяют с учетом заложения откоса c в зависимости от вида грунта и глубины котлована:

$$L_B = L_H + 2c = L_H + 2 \cdot m \cdot h_{TP} = 87,7 + 2 \cdot 0,75 \cdot 3,75 = 93,325 \text{ м};$$

$$B_B = B_H + 2c = B_H + 2 \cdot m \cdot h_{TP} = 40 + 2 \cdot 0,75 \cdot 3,75 = 45,625 \text{ м}.$$

Расчетную глубину траншеи h_p определяют с учетом недобора грунта h_n . Для разработки грунта в котловане принимаем экскаватор «обратная лопата», тогда недобор грунта $h_n = 0,2$ м.

Следовательно, расчетная глубина траншеи составляет

$$h_p = 3,75 - 0,2 = 3,55 \text{ м.}$$

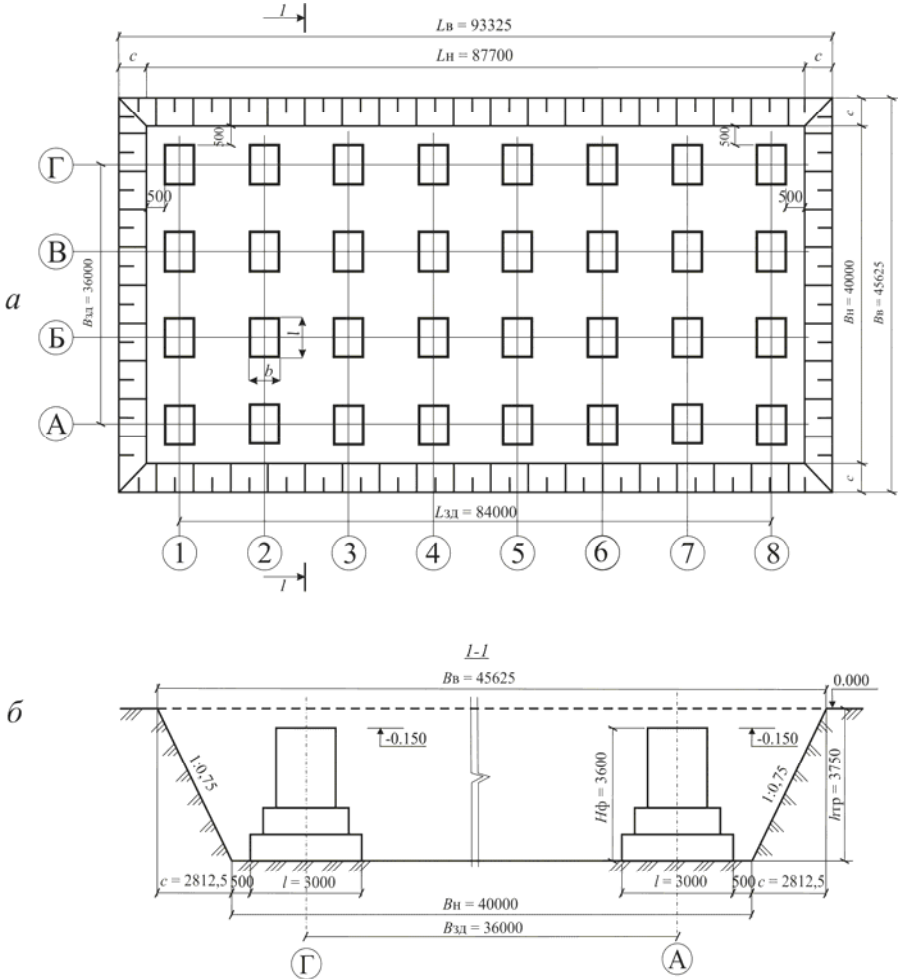


Рис. П.3.7. Общий вид котлована для возведения фундаментов:
 а – план котлована; б – разрез 1–1

3. ПОДСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Объем грунта в съезде в котлован

$$V_{\text{тр}} = 3,75^2 \cdot [3 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,75 \cdot 3,75(5 - 0,75)/5] \cdot (5 - 0,75)/6 = 152,22 \text{ м}^3.$$

Объем грунта непосредственно в котловане

$$V_{\text{к}} = 3,55 \cdot [40 \cdot 87,7 + 45,625 \cdot 93,325 + (40 + 45,625)(87,7 + 93,325)]/6 = 13765,85 \text{ м}^3.$$

Объем грунта в недоборе составляет:

$$V_{\text{н}} = 40 \cdot 87,7 \cdot 0,2 = 701,6 \text{ м}^3.$$

Дальность транспортирования, м, бульдозером недобора грунта:

$$L_2 = L_{\text{н}} = 87,7 \text{ м}$$

Принимаем $L_2 = 88 \text{ м}$.

Общий объем грунта в сумме составляет:

$$V = V_{\text{тр}} + V_{\text{к}} + V_{\text{н}} = 152,22 + 13765,85 + 701,6 = 14619,67 \text{ м}^3.$$

Площадь срезки растительного слоя грунта (рис. П.3.7)

$$F_1 = (B_{\text{в}}+20) \cdot (L_{\text{в}}+20) = (45,625+20) \cdot (93,325+20) = 7436,95 \text{ м}^2.$$

Дальность транспортирования, м, бульдозером срезанного растительного слоя грунта составляет:

$$L_1 = (L_{\text{в}}+20)/2 = (93,325+20)/2 = 56,66 \text{ м}.$$

Принимаем $L_1 = 57 \text{ м}$.

Объем срезанного растительного слоя грунта, м^3 , определяют по выражению

$$V_{\text{р.сл}} = F_1 \cdot h_{\text{р.сл}} = 7436,95 \cdot 0,2 = 1487,39 \text{ м}^3.$$

Площадь планировки дна котлована составляет:

$$F_2 = 40 \cdot 87,7 = 3508 \text{ м}^2.$$

4. ПОДБОР КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА В КОТЛОВАНЕ

Для выполнения рабочих операций при разработке грунта в котловане из прил. 1 подбираем комплект механизмов. Срезку растительного слоя и его транспортирование, доработку грунта в котловане и планировку дна котлована выполняет тяжелый бульдозер ДЗ-110А при транспортировании грунта до 100 м (п. 3.4 и табл. П.1.2). Для разработки грунта в котловане и съездной траншее подобран одноковшовый экскаватор «обратная лопата» с гидравлическим приводом марки ЭО-1252Б с вместимостью ковша 1,25 м³ (п. 3.4 и табл. П.1.3, П.1.5). Этот же экскаватор осуществляет погрузку растительного слоя и недобора грунта из котлована. Отвоз грунта осуществляется автосамосвалами КамАЗ 65115-048 грузоподъемностью $Q = 15,0$ т (п. 3.4 и табл. П.1.7, П.1.8).

5. СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Полученные объемы земляных работ сведены в табл. П.3.5. Единицы измерения объемов земляных работ при устройстве траншей приняты по ЕНиР Е2-1 «Механизированные и ручные земляные работы» [12] и приведены в прил. 2.

Таблица П.3.5

Ведомость объемов земляных работ

№ п/п	Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
1	Срезка растительного слоя грунта II группы бульдозером ДЗ-110А	1000 м ²	7,44
2	Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта II группы бульдозером на расстояние $L_1 = 57$ м	100 м ³	14,88
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	14,88
4	Разработка грунта II группы в съездной траншее экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	1,53
5	Разработка грунта II группы в котловане экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	137,66
6	Разработка недобора грунта II группы в котловане бульдозером ДЗ-110А с транспортированием на расстояние $L_2 = 88$ м	100 м ³	7,02
7	Разработка ранее разработанного недобора грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	7,02
8	Окончательная планировка котлована бульдозером ДЗ-110А за один проход в одном направлении	1000 м ²	3,51

6. КАЛЬКУЛЯЦИЯ ЗАТРАТ ТРУДА И МАШИННОГО ВРЕМЕНИ

Калькуляцию затрат труда и машинного времени (табл. П.3.6) составляют на основании ведомости объемов земляных работ и при использовании ЕНиР Е2 (выпуск 1).

Таблица П.3.6

Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Срезка растительного слоя грунта II группы бульдозером ДЗ-110А	1000 м ²	7,44	§Е2-1-5 № 3-б	–	1,4	–	10,416
2	Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта II группы бульдозером на расстояние $L_1 = 57$ м	100 м ³	14,88	§Е2-1-22 т. 2, № 5-б, № 5-г	–	0,85 (1,041 + +0,33·4,7) = = 1,67	–	24,85
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	14,88	§Е2-1-11 т. 7, № 6-а	–	1,3	–	19,344
4	Разработка грунта II группы в съездной траншее экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	1,53	§Е2-1-11 т. 7, № 6-б	–	1,5	–	2,295

Продолжение прил. 3
Окончание табл. П.3.6

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕниР и др. нормы)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч. (работа машин, маш.-ч.)	рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Разработка грунта II группы в котловане экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	137,66	§Е2-1-11 т. 7, № 6-б	–	1,5	–	206,49
6	Разработка недобора грунта II группы в котловане бульдозером ДЗ-110А с транспортированием на расстояние L ₂ = 88 м	100 м ³	7,02	§Е2-1-22 т.2, № 5-б, № 5-г	–	(1-0,41 + 0,33-7,8) = 2,984	–	20,948
7	Разработка ранее разработанного недобора грунта I группы экскаватором «обратная лопата» с вместимостью ковша 1,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	7,02	§Е2-1-11 т. 7, № 6-а	–	1,3	–	9,126
8	Окончательная планировка котлована бульдозером ДЗ-110А за один проход в одном направлении	1000 м ²	3,51	§Е2-1-36 № 4-а	–	0,27	–	0,948
	Итого							294,418

7. РАСЧЕТ КОМПЛЕКТА АВТОСАМОСВАЛОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУНТА

Коэффициент первоначального разрыхления грунта для суглинка тяжелого принимаем как среднее значение по табл. П.1.11 $K_{пр} = 1,27$, скорость автосамосвалов принимаем

по табл. П.1.10 как для грунтовых дорог. Расчет автотранспорта необходимо выполнить для вывозки основного объема грунта в котловане. Продолжительность погрузки автосамосвала определяют по выражению (25):

$$t_{п} = [(1,5 \cdot 10) / 100 \cdot 1,27] + 0,017 = 0,135 \text{ ч.}$$

Время разгрузки автосамосвала $t_p = 0,017$ ч.

Продолжительность рабочего цикла (24) автосамосвала составляет:

$$t_{ц.а} = 0,135 + (2 \cdot 3,3 / 25) + 0,017 + 0,017 = 0,433 \text{ ч.}$$

Число автосамосвалов (23), занятых на вывозке грунта, составляет:

$$N = 0,433 / 0,135 = 3,2.$$

Число автосамосвалов округляем в большую сторону и принимаем равным четырем.

8. РАСЧЕТ ЗАБОЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА «ОБРАТНАЯ ЛОПАТА»

Для разработки грунта в котловане можно назначить первую лобовую проходку экскаватора с односторонней выгрузкой в автосамосвал, все последующие проходки – боковые. Экскаватор ЭО-1252Б с вместимостью ковша $1,25 \text{ м}^3$ имеет следующие технические характеристики (табл. П.1.5):

- максимальный радиус копания грунта $R = 9,4$ м;
- максимальная глубина копания $h_b = 6,0$ м;
- оптимальный радиус резания грунта $R_0 = 0,8 \cdot 9,4 = 7,52$ м;
- радиус выгрузки грунта $R_b = 0,8 \cdot 9,4 = 7,52$ м.

Ширина автосамосвала в расчетах принимается равной $b_a = 2,5$ м.

Радиус резания грунта на уровне дна котлована R_p принимается по табл. П.1.13: $R_p = 8,02$ м.

Минимальный радиус резания на уровне подошвы откоса

$$R_{\min} = R_6 + m \cdot h_p = 3,625 + 0,75 \cdot 3,75 = 6,438 \text{ м.}$$

Длина рабочей передвижки экскаватора, согласно табл. П.1.12,
 $l_n = 2,0 \text{ м.}$

Ширина уширенного лобового забоя (рис. 6) будет равна:

$$B_{\text{л}} = \sqrt{R_p^2 - l_n^2} + (R_b - 0,5b_a - 1) = \sqrt{8,02^2 - 2,0^2} + \\ + (7,52 - 0,5 \cdot 2,5 - 1) = 13,04 \text{ м.}$$

Ширина бокового забоя поверху (рис. 4) равна:

$$B_6 = (R_b - 0,5b_a - 1) + \sqrt{R_p^2 - l_n^2} - m \cdot h_p = (7,52 - 0,5 \cdot 2,5 - 1) + \\ + \sqrt{8,02^2 - 2,0^2} - 0,75 \cdot 3,55 = 5,27 + 7,77 - 2,66 = 10,38 \text{ м.}$$

Количество боковых проходок будет равно:

$$N_6 = (B_b - B_{\text{л}}) / B_6 = (45,625 - 13,04) / 10,38 = 3,12.$$

Принимаем количество боковых проходок равным трем.

Тогда окончательная ширина боковых проходок будет равна:

$$B_6 = (B_b - B_{\text{л}}) / N_6 = (45,625 - 13,04) / 3 = 10,862 \text{ м.}$$

Расстояние между крайними стоянками экскаватора при уширенном лобовом забое будет составлять

$$a_{\text{ст}} = B_{\text{л}} - 2(0,7 \cdot R_p) = 13,04 - 2(0,7 \cdot 8,02) = 1,812 \text{ м.}$$

9. ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

График производства земляных работ (табл. П.3.7) построен на разработку грунта в котловане с учетом совмещения технологических операций во времени для бульдозера и экскаватора.

10. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКТА МАШИН

Общий объем разрабатываемого грунта $V = 14619,67 \text{ м}^3$, общая нормативная трудоемкость разработки грунта $T_p = 294,417 \text{ маш.-ч.}$ Продолжительность выполнения работ (T_o)

по устройству котлована под фундаменты здания по календарному графику составляет 33,25 дня.

Сменная производительность экскаватора

$$V_p = (V_{тр} + V_T) \cdot T_{см} / T_p = 13918,07 \cdot 8 / 417,57 = 533,3 \text{ м}^3 / \text{маш.-см.}$$

Затраты машинного времени на разработку всего объема грунта составляют (см. калькуляцию и календарный график):

- для бульдозера ДЗ-110А $t_{oi} = 57,162$ маш.-ч;
- для экскаватора ЭО-1252Б $t_{oi} = 237,255$ маш.-ч;
- всего по комплекту механизмов $t_{oi} = 294,417$ маш.-ч.

11. РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

В табл. П.3.8 приведен расход материальных ресурсов, кг, для работы комплекта механизмов, занятого на разработке грунта в котловане под фундамент здания (табл. П.1.14 и предыдущий расчет п. 10).

Таблица П.3.8

Расход материалов на работу комплекта механизмов

Материалы	Механизмы		
	ДЗ-110А	ЭО-1252Б	Всего
Дизельное топливо	560,2	3202,95	3793,15
Дизельное масло	25,15	142,36	167,51
Индустриальное масло	2,29	4,75	7,04
Веретенное масло	2,86	–	2,86
Автол	1,15	2,38	3,53
Нигрол	1,72	9,49	11,21
Солидол	–	49,83	49,83
Керосин	7,43	16,61	24,04
Обтирочные материалы	1,15	9,49	10,64

12. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Оформление графической части представлено на рис. П.3.8 на с. 110.

Учебное издание

*Сергей Викторович Коробков
Дмитрий Ильич Мокшин*

РАЗРАБОТКА ГРУНТА В КОТЛОВАНАХ И ТРАНШЕЯХ

Учебное пособие

Редактор М.В. Пересторонина
Оригинал-макет подготовлен С.В. Коробковым

Подписано в печать 02.06.2016.
Формат 60×84/16. Бумага офсет. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 6,95. Уч.-изд. л. 5,90. Тираж 100 экз. Зак. № 181.

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.