

УДК 624

Петрова А. В. Проектирование технологического процесса по вопросу разработки грунта в траншеях двух пролетного промышленного здания при устройстве столбчатых отдельно стоящих фундаментов

Design process on the development of soil in trenches two Transient industrial building at the device freestanding columnar foundations

Петрова Алена Владимировна

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

pvapnn@mail.ru

Petrova Alyona

Tomsk State University of Architecture and Construction, Tomsk

Аннотация. В статье запроектирован технологический процесс разработки грунта в траншеях для промышленного здания. Рассчитаны объемы земляных работ. Определены типы и размеры выемок под фундаменты здания. Подобран комплект машин для разработки грунта в траншеях. Составлены ведомости объемов земляных работ. Рассчитана калькуляция затрат труда и машинного времени. Проведен расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта и технико-экономических показателей. Построен график производства земляных работ. Проведён расчет забоя одноковшового экскаватора «Обратная лопата» и материальных ресурсов для производства земляных работ.

Ключевые слова: объем земляных работ, тип и размер выемок, комплект машин, ведомость объемов земляных работ, транспортирование грунта, технико-экономические показатели, график производства земляных работ, расчет забоя, расчет материальных ресурсов.

Abstract. This article is designed technological process of excavation trenches for industrial buildings. Calculate the volume of excavation. The types and sizes of the recesses under the foundations of the building. Matched set of machines to development of soil in trenches. Compiled statements the volume of excavation. Calculated estimate of labor costs and machine time. Spend a dump set payment for the transportation of soil and technical and economic indicators. The schedule excavate. Conducted calculation face shovel "Backhoe" and material resources for the production of earthworks.

Key words: earthwork, type and size of the recesses, set of machines, bill of quantities of earthworks, soil transportation, technical and economic performance, production schedule excavation face payment, calculation of material resources.

Все выполненные расчеты и пояснения, по вопросу разработки грунта в траншеях для промышленного здания, направлены на приобретение новых знаний в области проектирования технологии выполнения строительных процессов, теоретических основ производства земляных работ, основных технических средств и анализа пооперационного состава строительных процессов при производстве земляных работ.

Эта работа ориентирует: на понимание основных документов в строительстве по земельным работам и методов технологии при выполнении строительных и комплексных строительных процессов земляных работ с применением техники в разных условиях среды, на методику определения требующихся ресурсов для производства земляных работ. Даёт возможность определить состав и объем выполнения земляных работ. Помогает определить путём методов расчета необходимое количество средств механизации, технической оснащённости и требуемое количество рабочих при выполнении строительных процессов земляных работ. В это статье производится рассчитывает технико-экономических показателей. Разрабатывается организационно-техническая схема и календарное

планирование выполнения строительных процессов земляных работ, а также рассчитывается материально-технические ресурсы для земляных работ.

Запроектирован технологический процесс разработки грунта при устройстве столбчатых стоящих отдельно фундаментов под траншеей корпуса здания, предназначенного для производства. Здание имеет два пролёта, каждый из которых по 24 м. Шаг фундаментов составляет 6 м, всего шагов 10. Размеры фундаментов 2,1×3,3 м. Высота фундаментов равна 2,4 м. Тип разрабатываемого грунта является суглинок легкий. Грунт перевозится на расстояние 10 км. Перевозка грунта осуществляется автосамосвалами. Материалом дорожного покрытия являются железобетонные плиты. Работы ведутся в одну смену. План фундаментов представлен на рис. 1.

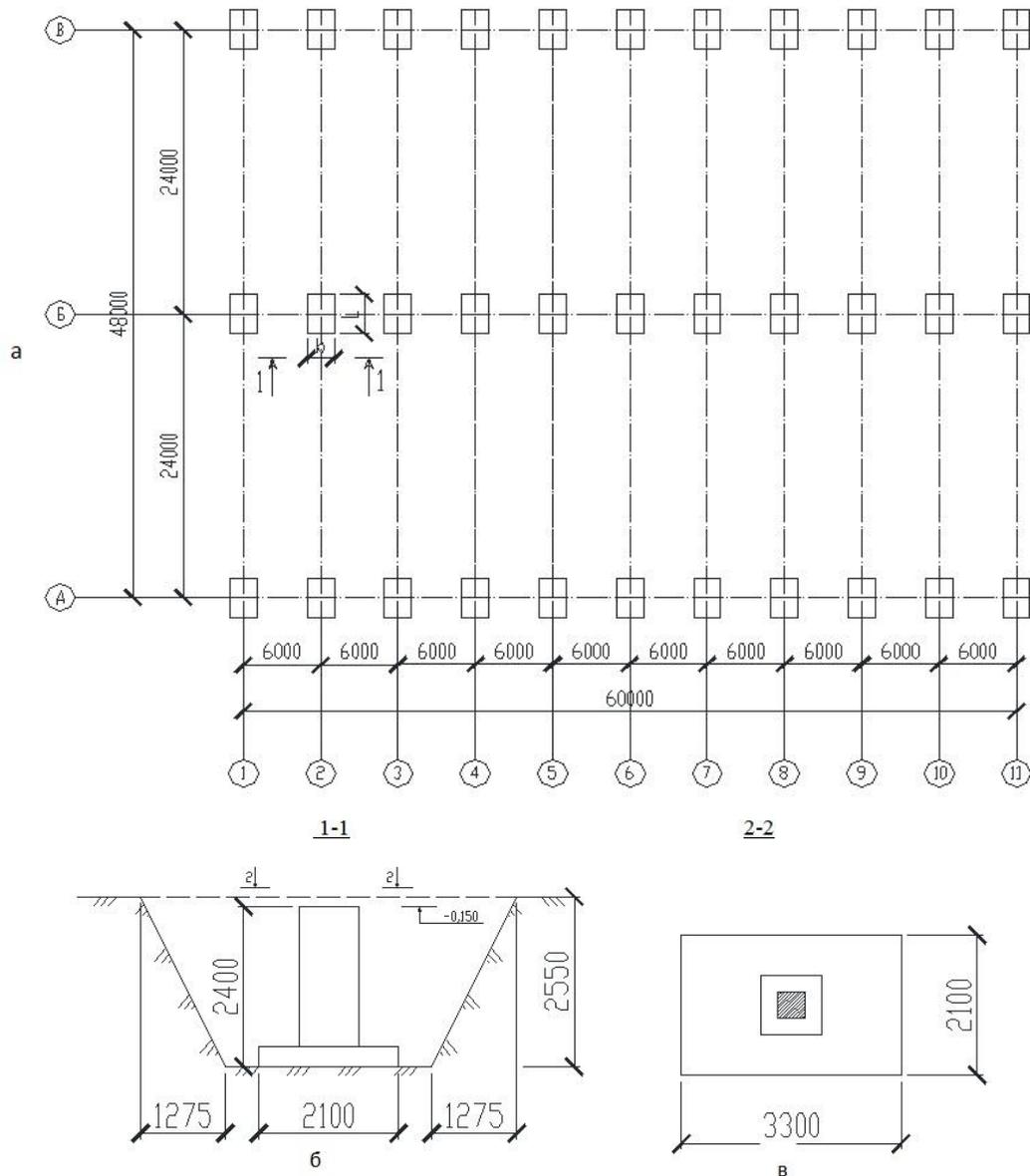


Рис. 1. Чертеж плана фундаментов: а – план фундаментов;
 б – разрез 1-1 по фундаменту; в – разрез 2-2 по фундаменту

Определим типы и размеры выемки под фундаменты промышленного объекта. Подходящий вариант выбираем из условия минимума земельных работ. Для этого вычерчиваем разрезы по поперечной и продольной осям на участке двух смежных фундаментов рис. 2, заранее определив основные размеры выемки, как для отдельных котлованов.

Найдём ширину здания:

$$B_{зд} = N_{п} \cdot L = 2 \cdot 24 = 48 \text{ м.}$$

Вычислим длину здания:

$$L_{зд} = N_{ш} \cdot Ш = 10 \cdot 6 = 60 \text{ м.}$$

Определим длину и ширину каждого котлована понизу:

$$L_{н} = b + 2 \cdot 0,5 = 2,1 + 2 \cdot 0,5 = 3,1 \text{ м;}$$

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

Определим длину и ширину каждого котлована поверху определим с учётом закладываемых откосов:

$$L_{в} = L_{н} + 2 \cdot c = 3,1 + 2 \cdot 1,275 = 5,65 \text{ м;}$$

$$B_{в} = B_{н} + 2 \cdot c = 4,3 + 2 \cdot 1,275 = 6,85 \text{ м,}$$

где $c = h_{тр} \cdot m = 2,55 \cdot 0,5 = 1,275 \text{ м}$ является откосом, зависящий от глубины траншеи и вида грунта, а m (коэффициент откоса) = 0,5 принимаем по табл. 1. и $h_{тр} = H_{ф} + 0,15 = 2,4 + 0,15 = 2,55 \text{ м}$, где $H_{ф}$ – заданная высота фундамента.

Таблица 1

Таблица значений коэффициентов откосов [1]

Виды грунтов	Глубина откоса по глубине выемки, м		
	1,5	3,0	5,0
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75

Из рис. 2 понятно, что в поперечном направлении расстояние между бровками смежных откосов $d > 6 \text{ м}$, это обеспечивает установки автомобильного крана, проезд автотранспорта, бетононасосов и др. В другом

направлении величина $d < 1$ м и даже является отрицательной величиной, это говорит нам об отсутствии циклов грунта между фундаментами [1,4]. Отсюда следует, что в нашем случае для фундаментов под каждый ряд колон здания (вдоль осей с буквами) разрабатывается траншея. Количество траншей равно 3 (рис. 3).

Размеры траншеи в нижней части под фундаменты каждого ряда колонн ($L_{\text{н}}^{\text{тр}}$, $B_{\text{н}}^{\text{тр}}$) определяем по выражениям:

$$L_{\text{н}}^{\text{тр}} = L_{\text{зд}} + 2 \cdot 0,5 + 2 \left(\frac{b}{2} \right) = 60 + 2 \cdot 0,5 + 2 \left(\frac{2,1}{2} \right) = 63,1 \text{ м},$$

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

где $c = 1,275$ м и является откосом, который зависит от типа грунта и глубины траншеи.

Определим длину и ширину траншеи поверху $L_{\text{в}}^{\text{тр}}$, $B_{\text{в}}^{\text{тр}}$, не забывая про заложенный откос c , который зависит от глубины и вида грунта траншеи:

$$L_{\text{в}}^{\text{тр}} = L_{\text{н}}^{\text{тр}} + 2 \cdot c = 63,1 + 2 \cdot 1,275 = 65,65 \text{ м},$$

$$B_{\text{в}}^{\text{тр}} = B_{\text{н}}^{\text{тр}} + 2 \cdot c = 4,3 + 2 \cdot 1,275 = 6,85 \text{ м},$$

$$B_{\text{в}}^{\text{тр}1} = B_{\text{зд}} + \left(\frac{B_{\text{в}}^{\text{тр}}}{2} \right) \cdot 2 = 48 + \left(\frac{6,85}{2} \right) \cdot 2 = 54,85 \text{ м}.$$

Расчетную глубину траншеи $h_{\text{р}}$ определим с учетом недобора грунта $h_{\text{н}}$. Для разработки грунта в траншеях принимаем экскаватор «обратная лопата», тогда недобор грунта $h_{\text{н}} = 0,2$ м. Следовательно, расчетная глубина траншеи составит:

$$h_{\text{р}} = h_{\text{тр}} - h_{\text{н}} = 2,55 - 0,2 = 2,35 \text{ м}.$$

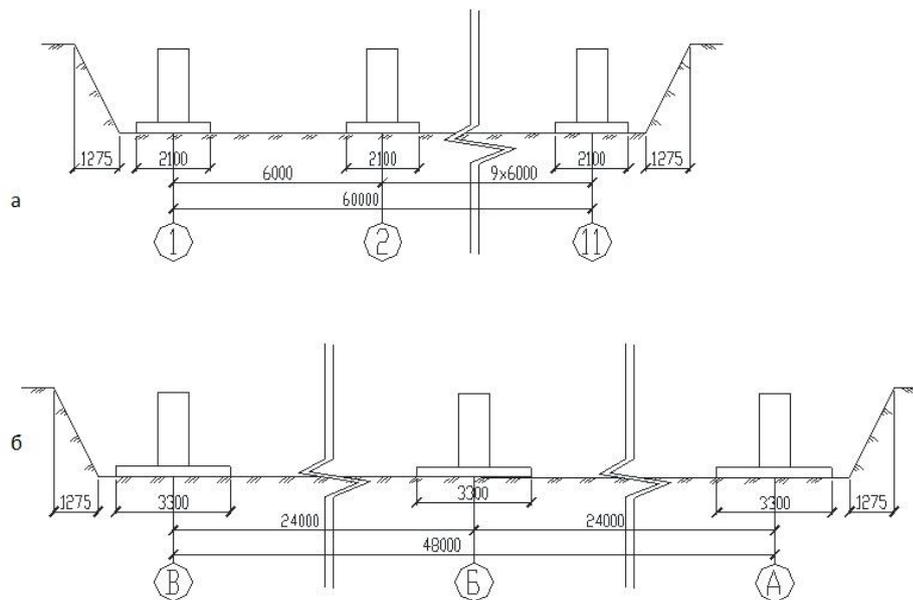


Рис. 2. Определение типа земляного сооружения:
 а – продольный разрез, б – поперечный разрез

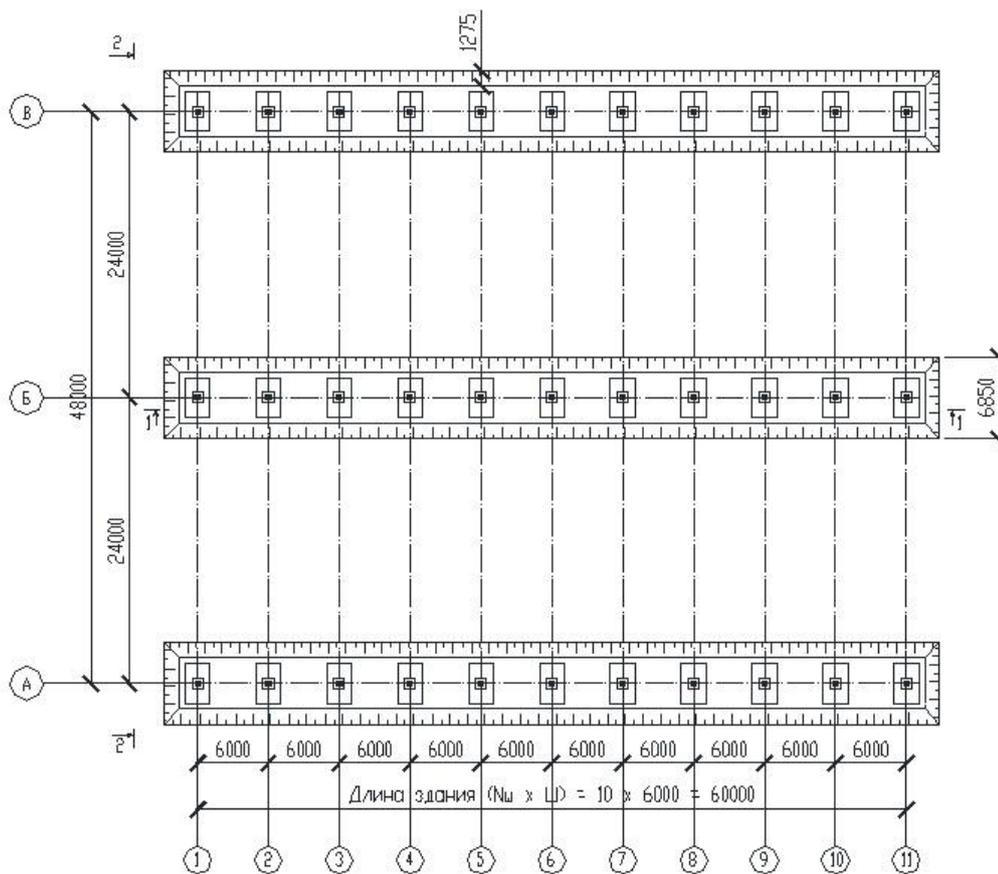


Рис. 3. Общий вид траншеи для возведения фундаментов
 под каждый ряд колонн

Подсчитаем объемов земляных работ. Для этого определим объем грунта в съезде в траншею [1,6]

$$\begin{aligned} V_{\text{тр}}^1 &= \frac{h_{\text{тр}}^2 [3b + 2m \cdot h_{\text{тр}} (m^1 - m/m^1)] (m^1 - m)}{6} = \\ &= \frac{2,55^2 [3 \cdot 4,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,55 (10 - 0,5)/10] (10 - 0,5)}{6} \\ &= 163,869 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Значит общий объем грунта в съезде для трёх траншей равен:

$$V_{\text{тр}}^{\text{общ}} = V_{\text{тр}}^1 \cdot N_{\text{тр}} = 163,869 \cdot 3 = 491,6 \text{ м}^3,$$

где $N_{\text{тр}}$ - это число траншей.

Объем грунта в одной траншее

$$\begin{aligned} V_{\text{т}}^1 &= \frac{h_{\text{п}} [B_{\text{н}}^{\text{тр}} \cdot L_{\text{н}}^{\text{тр}} + B_{\text{в}}^{\text{тр}} \cdot L_{\text{в}}^{\text{тр}} + (B_{\text{н}}^{\text{тр}} + B_{\text{в}}^{\text{тр}}) (L_{\text{н}}^{\text{тр}} + L_{\text{в}}^{\text{тр}})]}{6} = \\ &= \frac{2,35 [4,3 \cdot 63,1 + 6,85 \cdot 65,65 + (4,3 + 6,85) (63,1 + 65,65)]}{6} \\ &= 844,7 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Тогда общий объем грунта для трёх траншей будет равен:

$$V_{\text{т}} = V_{\text{т}}^1 \cdot N_{\text{тр}} = V_{\text{т}}^1 \cdot 3 = 844,7 \cdot 3 = 2534 \text{ м}^3.$$

Объем грунта в недоборе для одной траншеи составит:

$$V_{\text{н}}^1 = B_{\text{н}}^{\text{тр}} \cdot L_{\text{н}}^{\text{тр}} \cdot h_{\text{н}} = 4,3 \cdot 63,1 \cdot 0,2 = 54,266 \text{ м}^3.$$

Значит общий объем грунта в недоборе для трёх траншей составит:

$$V_{\text{н}} = V_{\text{н}}^1 \cdot N_{\text{тр}} = 54,266 \cdot 3 = 162,798 \text{ м}^3.$$

Дальность трассировки или дальность транспортирования, м, бульдозером недобора грунта для траншей:

$$L_2 = L_H^{TP} = 63,1 \text{ м.}$$

Общий объем грунта в суммируем:

$$V = V_{TP}^{общ} + V_T + V_H = 491,6 + 2534 + 162,798 = 3188,398 \text{ м}^3.$$

Площадь срезки растительного слоя грунта суглинка легкого:

$$F_1 = (B_B^{TP1} + 20)(L_B^{TP} + 20) = (54,85 + 20)(65,65 + 20) = 6410,925 \text{ м}^2$$

Дальность транспортирования, м, бульдозером уже срезанного растительного слоя грунта будет равна:

$$L_1 = \frac{(L_B^{TP} + 20)}{2} = 42,825 \text{ м, примем, что } L_1 = 50 \text{ м.}$$

Объем срезанного растительного слоя грунта, м³, определим по выражению

$$V_{p.cл} = F_1 \cdot h_{p.cл} = 6410,925 \cdot 0,15 = 961,635 \text{ м}^3.$$

Площадь планировки дна одной траншеи составляет:

$$F_2^1 = L_H^{TP} \cdot B_H^{TP} = 63,1 \cdot 4,3 = 271,33 \text{ м}^2.$$

Значит площадь планировки дна для трёх траншей составляет:

$$F_2 = F_2^1 \cdot N_{TP} = 271,33 \cdot 3 = 813,99 \text{ м}^2.$$

Полученные объемы земляных работ помещены в табл. 7. Единицы измерения объемов земляных работ при устройстве траншей приняты по ЕНиР Е2-1 «Механизированные и ручные земляные работы» [2].

Далее подберём комплект машин для разработки грунта в трёх

траншеях [1].

Транспортирование растительного слоя и его срезку, планировку дна траншей, доработку грунта в траншеях и выполняет бульдозер ДЗ-42 (т. к., если $L_1 = 50 \dots 70$ м, то тяговое усилие будет до 100 кН). Тяговое усилие бульдозера ДЗ-42 по табл. 2 составляет 67,9 кН, ширина отвала – 2,56 м.

Таблица 2

Справочные данные по бульдозерам [1]

Марка бульдозера	Базовый трактор	Тяговое усилие, кН	Ширина отвала, м
Российского производства			
ДЗ-42	ДТ-75	67,9	2,56

Для разработки грунта в траншеях и съездах в них подходит одноковшовый экскаватор обратная лопата с гидравлическим приводом марки ЭО-3122 с вместимостью ковша $0,63 \text{ м}^3$, у которого наибольший радиус копания $R = 8,1$ м, глубина копания максимальная 5,2 м, высота выгрузки наибольшая 5,7 м (табл. 3 и табл. 4). Погрузку растительного слоя осуществляет экскаватор ЭО-2621А, а разработку недобора грунта из трёх траншей осуществляет бульдозер ДЗ-42 [5].

Таблица 3

Определение вместимости ковша экскаватора [1]

Объем грунта в котловане, м ³	Вместимость ковша экскаватора, м ³
3100-6000	0,63

Таблица 4

Справочные данные по экскаваторам «обратная лопата» [1]

Марка экскаватор	Вместимость ковша, м ³	Наибольший радиус копания R, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м
Российского производства				
ЭО-3122	0,63	8,1	5,2	5,7
ЭО-2621А	0,25	5,0	3,0	2,2

Отвозят грунт автосамосвалы марки МАЗ-5549. Для этого определим грузоподъемность $Q = V_{\text{ковша}} \cdot (6 \dots 10) \cdot \rho_{\text{грунта}} = 0,63 \cdot 6 \cdot 1700 = 6426$ кг, переводим полученное значение в тонны, $Q = 6,426$ т (по таблице 5 определим марку автосамосвалов), где $(6 \dots 10)$ – это оптимальное количество выгрузок от 6...10 кошей, $\rho_{\text{грунта}}$ – средняя плотность грунта, её определим по табл. 6. Вместимость кузова автосамосвала $V_{\text{к.а}} = V_{\text{ковша}} \cdot (6 \dots 10) = 0,63 \cdot 6 = 3,78$ м³.

Расчет для вспомогательной машины: $V_{\text{вс.м}} = V_{\text{н}} + V_{\text{р.сл.}} = 162,798 + +961,635 = 1124,433$ м³, характеристики для вспомогательной машины определим по табл. 4.

Таблица 5

Справочные данные по автосамосвалам [1]

Марка автосамосвала	Характеристики автосамосвала		
	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова, м ³	Полная масса, т
Российского производства			
МАЗ-5549	8,0	5,1	14,95

Таблица 6

Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом [1]

Наименование грунта	Средняя плотность грунта	Группа грунта при разработке его	
		одноковшовым экскаватором	бульдозером
Суглинок легкий	1700	I	I

Теперь составим ведомость объемов земляных работ.

Таблица 7

Ведомость объемов земляных работ [1]

№ п/п	Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
1	Срезка растительного слоя	1000 м ²	6,41

	грунта I группы бульдозером ДЗ-42		
2	Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I группы бульдозером ДЗ-42 на расстояние $L_1 = 50$ м	100 м ³	9,62
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором ЭО-2621А «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	9,62
4	Разработка грунта I группы в съездных траншеях экскаватором ЭО-3122 «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	1,64
5	Разработка грунта I группы в траншеях экскаватором ЭО-3122 «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	25,34
6	Разработка недобора грунта I группы в траншеях	100 м ³	1,63

	бульдозером ДЗ-42 с транспортированием на расстояние $L_2 = 63,1$ м		
7	Разработка ранее разработанного грунта I группы экскаватором ЭО-2621А «обратная лопата» с вместимостью ковша $0,25$ м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	1,63
8	Окончательная планировка дна траншей бульдозером ДЗ- 42 за один проход в одном направлении	1000 м ²	0,814

Калькуляцию машинного времени и затрат труда (табл. 8) составим на основании ведомости объемов земляных работ, а также при использовании ЕНиР Е2 [2,3].

Калькуляция затрат труда и машинного времени [1]

№ п/п	Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы)	Норма времени		Затраты труда	
					Работчих, чел.-ч	Машиниста, чел.-ч. (работа машин, маш. - ч)	Работчих, чел.-ч	Машиниста, чел.-ч. (работа машин, маш. - ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Срезка растительного слоя грунта I группы бульдозером ДЗ-42	1000 м ²	6,41	§Е2-1-5 т.1. № 1-а	-	0,84	-	5,384
2	Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I группы бульдозером ДЗ-42 на расстояние $L_1 = 50$ м	100 м ³	9,62	§Е2-1-22 т.2. № 1-а	-	$0,85 \cdot (0,94 \cdot 1 + 0,87 \cdot 4) = 3,757$	-	36,142
3	Разработка растительного слоя грунта I группы экскаватором ЭО-2621А «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	9,62	§Е2-1-11 т.7. № 1-а	-	4,5	-	43,29
4	Разработка грунта I группы в съездных траншеях экскаватором ЭО-3122 «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	1,64	§Е2-1-11 т.3. № 5-а	-	2,9	-	4,756
5	Разработка грунта I группы в траншеях экскаватором ЭО-3122 «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,63 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	25,34	§ Е2-1-11 т.3. № 5-а	-	2,9	-	73,486
6	Разработка недобора	100 м ³	1,63	§Е2-1-22	-	$(0,94 \cdot 1 +$	-	10,028

	грунта I группы в траншеях бульдозером ДЗ-42 с транспортированием на расстояние $L_2 = 63,1$ м			т.2. № 1-а		+0,87·6)= =6,16		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Разработка ранее разработанного грунта I группы экскаватором ЭО-2621А «обратная лопата» с вместимостью ковша 0,25 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	1,63	§Е2-1-11 т.7. № 1-а	-	4,5	-	7,326
8	Окончательная планировка дна траншей бульдозером ДЗ-42 за один проход в одном направлении	1000 м ²	0,814	§Е2-1-36 т.2. № 1-а	-	0,49	-	0,399
	Итого							165,607

Сделаем расчет комплекса автосамосвалов для транспортировки суглинка лёгкого. Коэффициент первоначального разрыхления грунта для суглинка легкого принимаем как среднее значение по табл. 9 $K_{п,р} = 1,21$, скорость автосамосвалов принимаем по табл. 10 как для дорог из железобетонных плит.

Таблица 9

Коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления грунта

[1]

Вид грунта	Коэффициент первоначального разрыхления $K_{п,р}$	Коэффициент остаточного разрыхления $K_{о,р}$
Суглинок легкий	1,18-1,24	1,03-1,06

Таблица 10

Расчетные скорости автосамосвалов при перевозке грунта [1]

Тип дороги	Группа дороги	Средняя допустимая скорость движения при соответствующей дальности перевозки, км
		2,0 и более
Железобетонные плита	I	35

Проведём расчет для вывозки основного объема грунта в траншеях автотранспортом. Продолжительность погрузки автосамосвала определяют по выражению:

$$t_{\pi} = \frac{H_{вр} \cdot V_{к.а}}{100 \cdot K_{п.р}} + t_m = \frac{5,8 \cdot 4}{100 \cdot 1,21} + 0,017 = 0,209 \text{ ч.}$$

Время продолжительности маневров транспортных средств при установке под погрузку или выгрузке и время загрузки автосамосвала, принимается t_m и $t_p = 0,017$ ч.

Продолжительность рабочего цикла автосамосвала составит:

$$t_{ц.а} = t_{\pi} + \frac{2 \cdot L}{v_{ср}} + t_m + t_p = 0,209 + \frac{2 \cdot 10}{35} + 0,017 + 0,017 = 0,814 \text{ ч.}$$

Количество автосамосвалов, занятых на вывозке грунта, составит:

$$N = \frac{t_{ц.а}}{t_{\pi}} = \frac{0,814}{0,209} = 3,8$$

Число автосамосвалов округлим в большую сторону и примем равным четырем [1,4].

Проведём расчет забоя одноковшового экскаватора «обратная лопата».

Экскаватор ЭО-3122 с вместимостью ковша $0,63 \text{ м}^3$ имеет следующие технические характеристики по табл. 4 [1,5].

- мин радиус копания грунта $R = 8,1 \text{ м}$;
- радиус выгрузки грунта $R_{\text{в}} = 0,8 \cdot R = 0,8 \cdot 8,1 = 6,48 \text{ м}$;
- max глубина копания $h_{\text{с}} = 5,2 \text{ м}$;
- оптимальный радиус резания грунта $R_0 = 0,8 \cdot R = 0,8 \cdot 8,1 = 6,48 \text{ м}$;

Ширина автосамосвала в расчетах примем равной $b_{\text{а}} = 2,5 \text{ м}$. Радиус резания грунта на уровне дна котлована $R_{\text{р}}$ принимается по табл. 11 $R_{\text{р}} = 7,25$.

Таблица 11

**Радиус резания грунта экскаватором «обратная лопата»
 $R_{\text{р}}$, м на уровне дна котлована [1]**

Глубина котлована, м	Максимальный радиус копания грунта, м
	8,1
2,55	7,25

Минимальный радиус резания на уровне подошвы откоса вычислим по формуле:

$$R_{\text{min}} = R_0 + m \cdot h_{\text{р}} = 3,5 + 0,5 \cdot 2,35 = 4,675 \text{ м}.$$

Длина рабочей передвижки экскаватора $l_{\text{п}} = 1,55 \text{ м}$. Она зависит от типа оборудования и вместимости ковша экскаватора. Так как ширина выемки поверху составляет $B_{\text{в}}^{\text{тп}} = 6,85 \text{ м} < 1,5 \cdot R_{\text{max}} = 1,5 \cdot 7,25 = 10,875 \text{ м}$, то для разработки грунта в траншее назначается лобовая проходка

при движении экскаватора по оси траншеи с двухсторонней выгрузкой грунта в транспортное средство.

Ширина лобовой проходки $B_{л} = B_{в} = 6,85$ м. График для производства земляных работ (табл. 12) построен на разработку грунта в трёх траншеях с учетом совмещения технологических операций во времени для бульдозера и экскаваторов.

Рассчитаем технико-экономические показатели комплекса машин. Общий объем разрабатываемого грунта нам известен и он равен $V = 3188,398 \text{ м}^3$. Общая нормативная трудоемкость разработки грунта $T_p = 165,607$ маш.-ч. Продолжительность выполнения работ (T_o) по обустройству траншей под фундаменты здания по календарному графику составляет 20 дней (с учетом небольшого наложения по времени одной технологической операции на другую) [1,6].

Сменная производительность экскаватора:

$$B_p = (V_{\text{тр}}^{\text{общ}} + V_{\text{т}}) \cdot \frac{T_{\text{см}}}{T_p} = (491,6 + 2534) \cdot \frac{8}{(4,756 + 73,486)}$$

$$= 355,922 \frac{\text{м}^3}{\text{маш.} - \text{см}}$$

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

- для бульдозера ДЗ-42 $t_{oi} = 51,953$ маш.-ч;
- для автосамосвала МАЗ-5549 $t_{oi} = 127,874$ маш.-ч;
- для экскаватора ЭО-3122 $t_{oi} = 77,258$ маш.-ч;
- для экскаватора ЭО-2621А $t_{oi} = 50,616$ маш.-ч;
- всего по комплекту механизмов $t_{oi} = 307,701$ маш.-ч;

Теперь вычислим для производства земляных работ количество требуемых материальных ресурсов.

В табл. 13 приведен расход материальных ресурсов, кг, для работы комплектов механизмов, занятого на разработке грунта в котловане под фундамент производственного здания.

Расход материалов на работу комплекта механизмов [1]

Материалы	Механизмы		
	ДЗ-42	ЭО-3122	ЭО-2621А
Дизельное топливо	337,695	610,338	399,866
Дизельное масло	12,469	27,813	18,222
Индустриальное масло	0,26	1,545	1,012
Веретенное масло	-	3,863	2,53
Автол	1,039	3,863	2,53
Нигрол	1,039	2,318	1,518
Солидол	3,117	16,224	10,63
Керосин	-	4,635	3,036
Обтирочные материалы	1,039	2,317	1,518

В результате выполнения данной работы по разработке грунта в трёх траншеях были расчеты, определены типы и размеры выемок под фундаменты здания. Подобран комплект машин для разработки грунта в траншеях. Составлена ведомость объемов земляных работ. Рассчитана калькуляция машинного времени и затрат труда. Проведен расчет комплекта автосамосвалов для транспортировки грунта и технико-экономических показателей. Построен график производства земляных работ. Проведён расчет забоя одноковшового экскаватора «Обратная лопата» и материальных

ресурсов для производства земляных работ. Специально для этой работы в программе AutoCAD были вычерчены: план фундаментов и разрезы по поперечной и продольной осям на участке двух смежных фундаментов, а также общий вид траншеи для возведения фундаментов под каждый ряд колонн [1].

Библиографический список

1. Коробов, Д.И. Разработка грунта в котлованах и траншеях [текст]: учебное пособие / Д.И. Коробов, Д.И. Мокшин. – Томск : Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – 111 с.
2. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1 Механизированные и ручные земляные работы. – М. : Стройиздат, 1998. – 244 с.
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство / Госстрой России. – м., 2001.
4. Афанасьев, А.А. Технология строительных процессов: учебник / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов. – М. : Выс. Шк., 2000. – 464 с.
5. Ерофеев, В.Т. Проектирование производства земляных работ: учебное пособие / В.Т. Ерофеев, С.А. Молодых, В.В. Леснов. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 160 с.
6. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: учебник 2ч. Ч. 1 /В.И. Теличенко, О. М. Терентьев, А.А. Лapidус. – М. : Высшая школа, 2008. -392 с.