Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (СПБГАСУ)

Строительный факультет

Кафедра технологии строительного производства

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине

«Технологические процессы в строительстве»

на тему: «Проектирование технологических процессов производства земляных работ»

Работу выполнил:

студент гр. 13-С-3

Младенов А. Е.

Проверил:

кандидат технических наук,

доцент

Макаридзе Г. Д.

Санкт-Петербург 2019 г

Содержание

1. [Исходные данные для проектирования 1](#_Toc512407233)
2. [Расчет объемов земляных работ 1](#_Toc512407233)
   1. Определение типа и параметров земляного сооружения 1
   2. Подсчет объемов земляных работ 1
   3. Гидроизоляция фундамента 1
   4. Подсчет объемов работ по обратной засыпке 1
   5. Подсчет объемов работ по уплотнению обратной засыпки 1
3. [Расчет схем размещения земляных масс (Кавальеров) 1](#_Toc512407233)
4. Расчет комплекса строительных машин 1
5. **Исходные данные для проектирования**

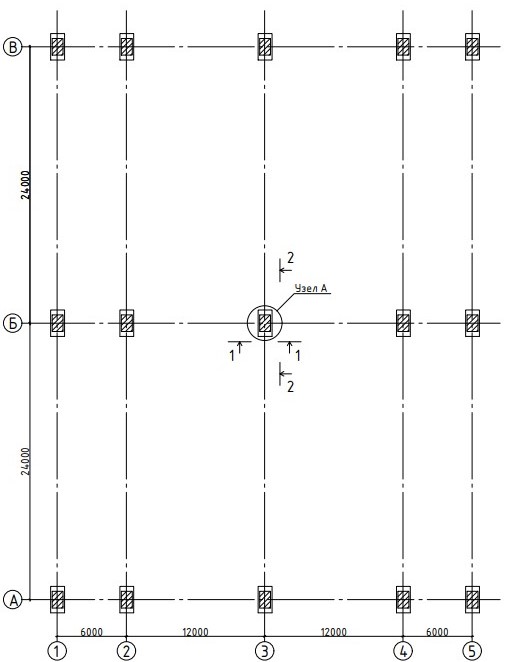


Рис. 1. План фундаментов

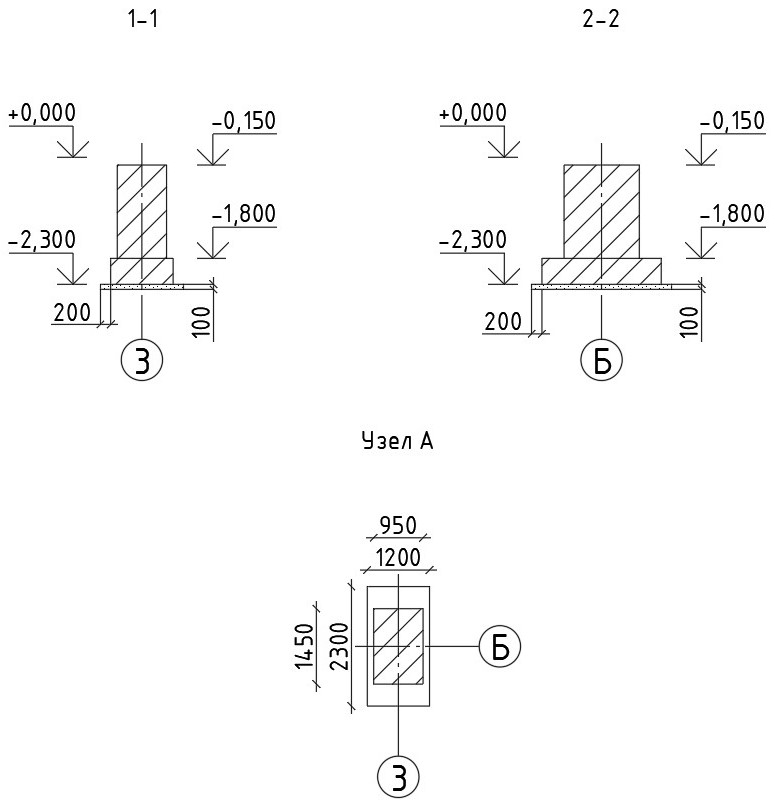


Рис. 2. План и разрезы типового фундамента

Место строительства: Санкт-Петербург;

Количество шагов: 4;

Количество пролетов: 2;

Шаг: 6000 мм, 12000 мм;

Пролет: 24000 мм;

Вид грунта: суглинок;

УГВ: -1500 мм.

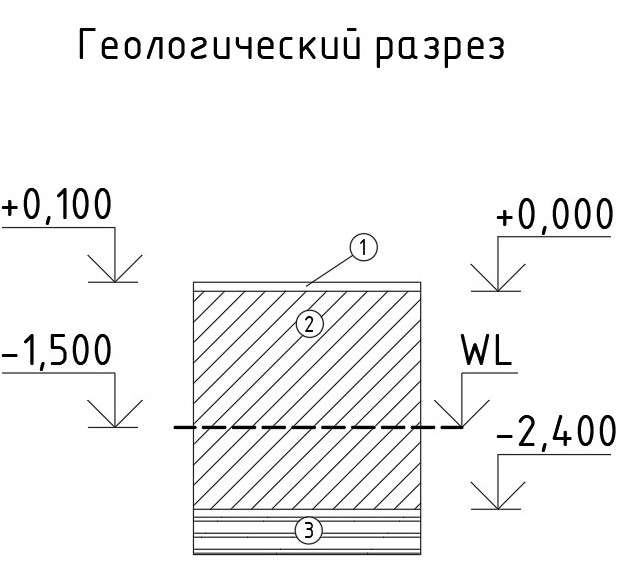


Рис. 3. Геологический разрез строительной площадки

1 – Растительный слой; 2 – Суглинок; 3 – Глина; WL – Уровень грунтовых вод

*Таблица 1*

**Характеристика грунтов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показатели | Наименование грунтов слоями | |
| Растительный слой | Основной слой |
| 1 | Группа грунтов при механизированной разработке | I | I |
|  | Группа грунтов при ручной разработке | I | I |
| 2 | Средняя плотность в плотном состоянии | 1200 | 1750 |
| 3 | Показатели крутизны откоса |  | 1:0,5 |
| 4 | Показатели увеличения объема грунта: |  |  |
| Первоначальное увеличение объема грунта | 20-25% | 18-24% |
| Остаточное разрыхление | 3-4% | 3-6% |
| 5 | Уровень грунтовых вод | -1,5 м | |

1. **Расчет объемов земляных работ**
   1. **Определение типа и параметров земляного сооружения**

Размер котлованов и траншей зависит от уклонов откосов, которые определяются по типу разрабатываемого грунта (1:0,5 для суглинка при глубине залегания до 3 м), от ширины бетонной подготовки фундамента, условий обеспечения СМР у фундамента (0,8 м) с учётом толщины песчаной подготовки (0,1 м).

Глубина котлована *H* расчитывается как разность нулевой отметки и отметки подошвы фундамента.

(м)

Длина *С1* и ширина *С2* дна котлована определяется как сумма размеров подошвы фундамента, удвоенной ширины бетонной подготовки и удвоенного растояния, необходимого для производства СМР.

(м)

(м)

Проекция откоса на горизонталь определяется как заложение откоса *m* умноженное на сумму глубины котлована *H* и толщину песчаной подготовки (0,1 м).

(м)

Длина *B*1 и ширина *B2* котлована по верху определяется как сумма длинны или ширины дна котлована соответственно со значением проекции откоса на горизонталь *L*, взятым дважды.

(м)

(м)

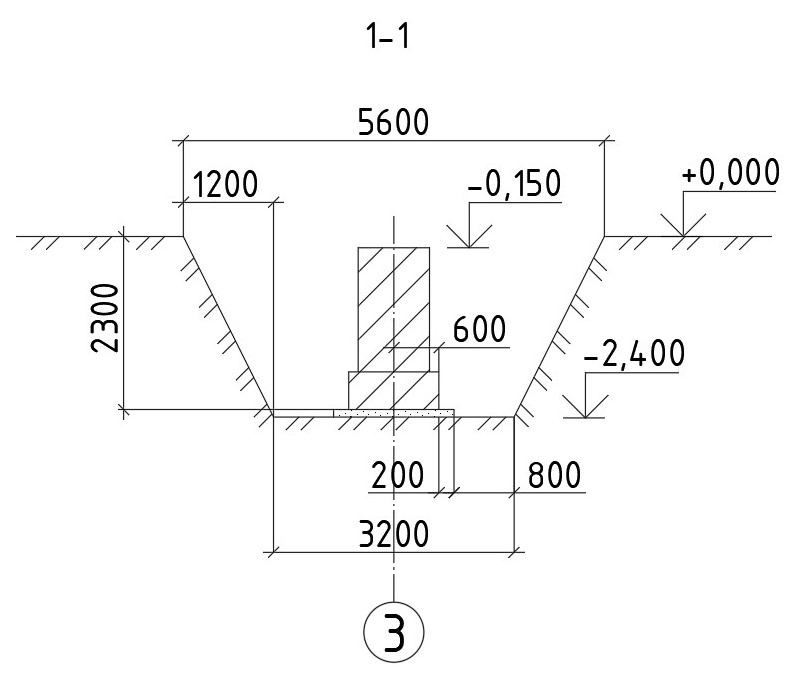


Рис. 4. Котлован в сечении 1-1

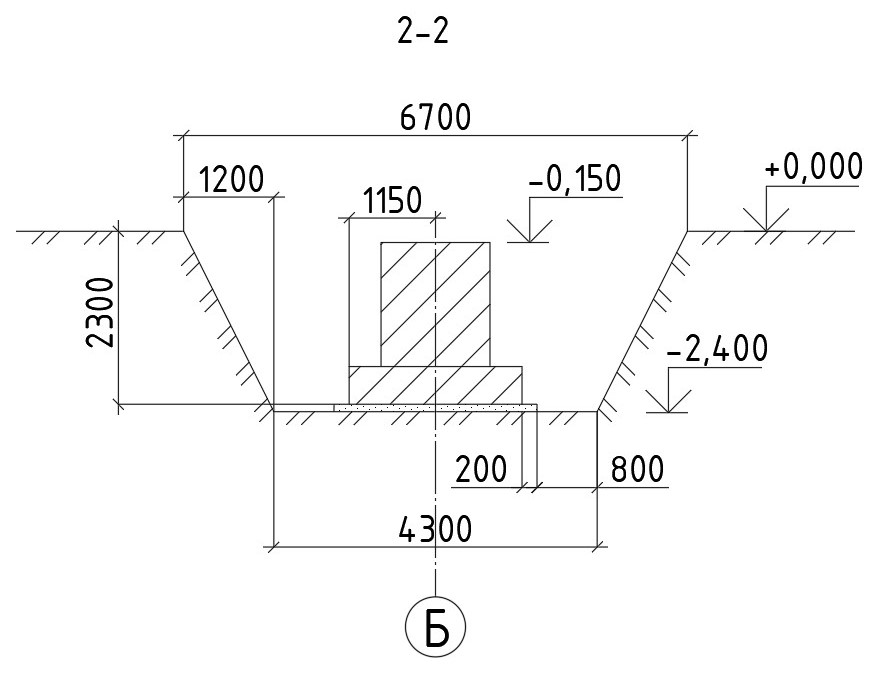


Рис. 5. Котлован в сечении 2-2

При разработке необходимо определить тип расположения фундаментов.

Типы расположения:

* Траншейный
* Отдельно стоящие котлованы
* Комбинированный (совмещает в себе отдельно стоящие котлованы и траншеи)

Тип расположения фундамента определяется по формуле:

Если полученный результат ≤ 30%, то грунт удаляется, если ≥ 30%, то грунт оставляется.

Определение профиля котлована по сечению 1-1:

Пролет 6000 мм:

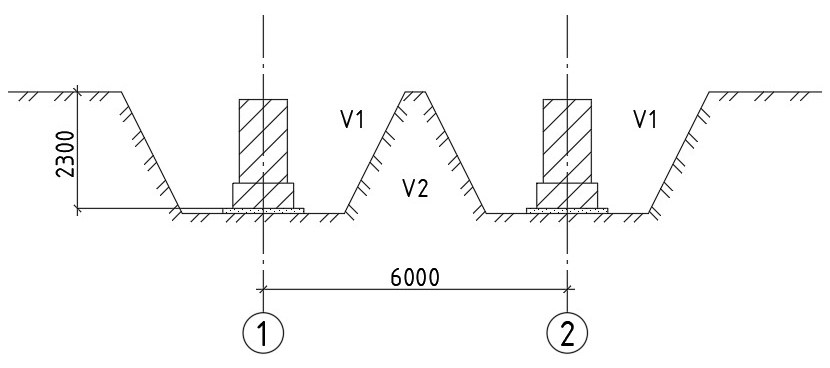


Рис.6. Сечение 1-1 (пролет 6000).

*V* =

= = 56,73 м3

= = 15,23 м3

= - 272 %

Исходя из того, что -272 % ≤ 30%, грунт вынимается.

Пролет 12000 мм:

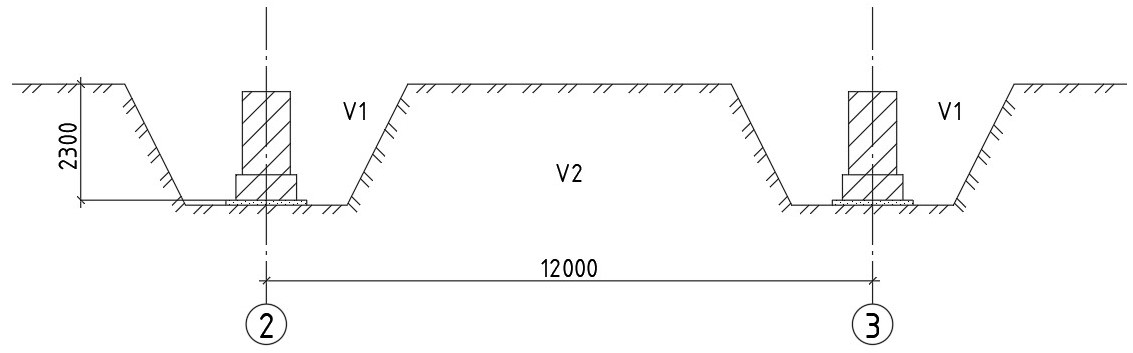


Рис.7. Сечение 1-1 (пролет 12000).

*V* =

= = 56,73 м3

= = 92,77 м3

= 39 %

Исходя из того, что 39 % ≥ 30%, грунт оставляется.

Определение профиля котлована по сечению 2-2:

Т.к. размер пролета составляет 24000 мм, что больше 12000 мм, делаем вывод, что грунт оставляется.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что данный тип расположения фундаментов – отдельно стоящие котлованы.

* 1. **Определение типа и параметров земляного сооружения**

Площадь срезаемого растительного слоя определяется из условия, по которому грунт срезается на расстоянии 10 м от крайних осей здания.

Площадь, на которой происходит срез растительного слоя:

= (6\*2+12\*2 + 10\*2) \* (24\*2 + 10\*2) = 3808 м2

Объем срезаемого растительного слоя определяется по формуле:

=

Где – площадь растительного слоя, = 0,1 м – толщина растительного слоя грунта.

= = 380,8 м3

Расчет объема траншеи выполняется по формуле:

= H \*

Где А – длина по верху, В – ширина по верху, с – длина по низу, d – ширина по низу, H – глубина фундамента.

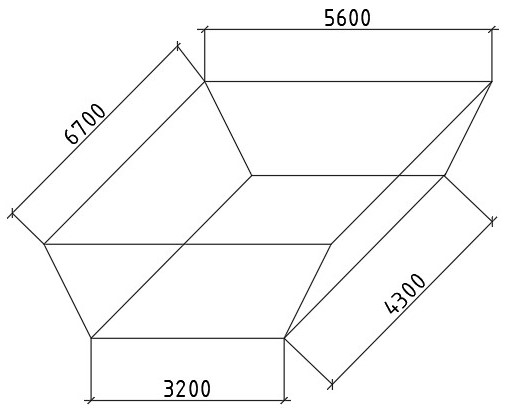


Рис.8.Габаритная схема котлована.

Исходя из этого, объем земляных работ по разработке одного котлована:

= 2,3 \* 56,73 м3

Общий объем земляных работ по разработке всех котлованов:

170,2 м3

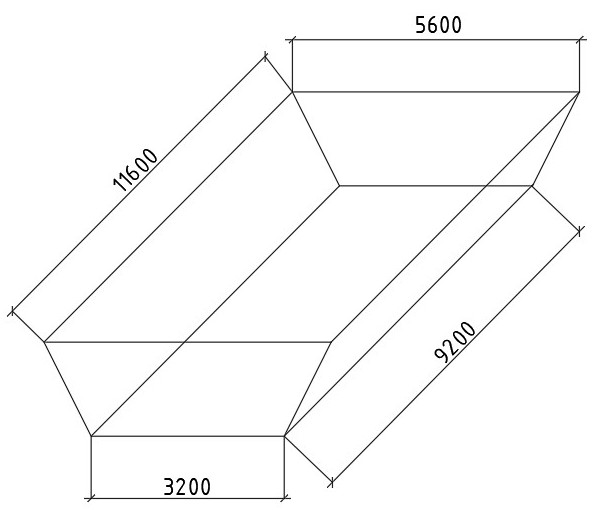


Рис.9. Габаритная схема траншеи.

Исходя из этого, объем земляных работ по разработке одной траншеи:

= 2,3 \* 105,9 м3

Общий объем земляных работ по разработке всех траншей:

635,4 м3

Общий объем земляных работ по разработке всех траншей и котлованов:

м3

Подсчет объемов работ по зачистке дна земляного сооружения и планировке:

Где *h –* глубина недобора грунта (0,1 м), а *F* – площадь дна траншей и котлованов.

Общий объем зачистки:

21,79 м3

* 1. **Гидроизоляция фундаментов**

Для гидроизоляции фундамента используется оклеечная гидроизоляция в 2 слоя.

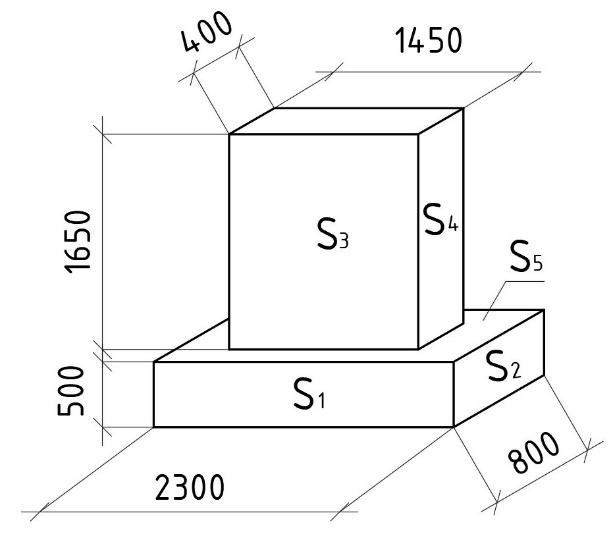


Рис.10. Изображение фундамента.

Общая площадь гидроизоляции:

=

= 294,15 м2

* 1. **Подсчет объемов работ по обратной засыпке**

Производство обратной засыпки выполняется после установки фундаментов. Объем обратной засыпки определяется по следующей формуле:

Коэффициент остаточного разрыхления определяется по формуле:

1,04

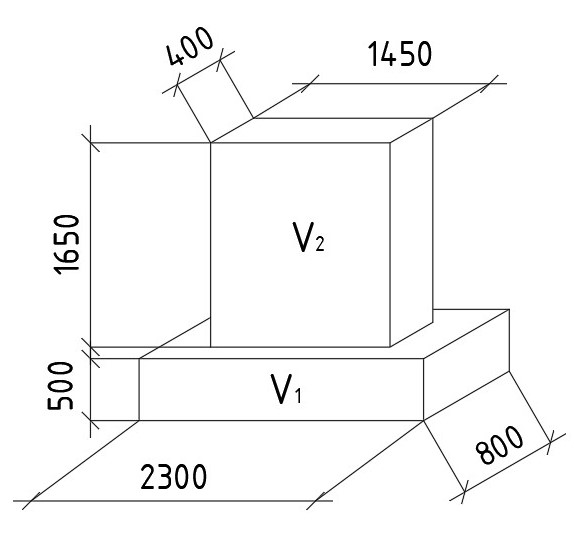


Рис.11. Изображение фундамента.

1,49 м3

Объем обратной засыпки:

753,1 м3

* 1. **Подсчет объемов работ по уплотнению обратной засыпки**

Объем грунта, подлежащего уплотнению равен объему обратной засыпки.

753,1 м3

Объем работ по уплотнению обратной засыпки грунта с трамбованием вручную:

88,25 м3

Объем работ по уплотнению обратной засыпки с трамбованием механизированным способом:

664,8 м3

Площадь уплотнения грунта:

3765,5 м2

*Таблица 2*

**Ведомость объемов работ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование работ | Единица измерения | Объем работ |
| 1 | Срезка растительного слоя | м2 (м3) | 3808 (380,8) |
| 2 | Разработка грунта экскаватором | м3 | 805,6 |
| 3 | Зачистка дна котлована (траншеи) | м3 | 21,79 |
| 4 | Установка фундаментов массой 3 т | 1 эл. | 15 |
| 5 | Обратная засыпка пазух котлованов  (траншей) с трамбованием  вручную | м3 | 88,25 |
| 6 | Обратная засыпка пазух котлованов  (траншей) с трамбованием  механизированным способом | м3 | 664,8 |
| 7 | Уплотнение грунта | м2 | 3765,5 |
| 8 | Устройство гидроизоляции фундамента | м2 | 294,15 |

1. **Расчет схем размещения земляных масс (кавальеров)**

Определение ширины кавальера :

888,7 м3

4,7 м

Всего 21 кавальер длинной 5,6 м и шириной 4,7 м.

1. **Расчет комплекта строительных машин**
   1. **Расчет параметров проходок землеройной машины**

**Выбор машин для работ по срезке растительного слоя:**

Для выполнения работ по срезке растительного слоя и его перемещения выбираем бульдозер ДЗ-8 на базе Т100.

*Таблица 3*

**Технические характеристики бульдозера ДЗ-8**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Ед. изм. | Значение |
| Тип отвала | - | Неповоротный |
| Длина отвала | м | 3,03 |
| Высота отвала | м | 1,1 |
| Управление | - | Канатный |
| Мощность | кВт | 79 |
| Марка трактора | - | Т-100 |
| Масса оборудования | т | 1,58 |

**Выбор машин для работ по разработке грунта:**

Основные показатели определения эффективности экскаватора:

1. Размер земляной призмы, отрываемой экскаватором с одной стоянки при условии, что шаг передвижения должен быть не менее 1 м.
2. При открыве котлована угол поворота не должен превышать 70-90◦ и быть не более 134◦.

Предварительно выбран одноковшевый экскаватор «обратная лопата» с гидравлическим приводом марки ЭО – 3122. Технические характеристики представлены в таблице 4.

*Таблица 4*

**Технические характеристики экскаватора ЭО – 3122**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Ед. изм. | Значение |
| Вместимость ковша, q |  | 0,4 |
| Группы разрабатываемого грунта | - | I-IV |
| Глубина копания, | м | 5,2 |
| Радиус копания, | м | 8,2 |
| Расстояние от оси стрелы до оси вращения, | м | 0,36 |
| Высота оси пяты стрелы, | м | 1,71 |
| Расстояние от оси вращения до опоры, | м | 2,25 |
| Расстояние от опоры до откоса, | м | 1 |
| Минимальная величина шага экскаватора, | м | 1,3 |

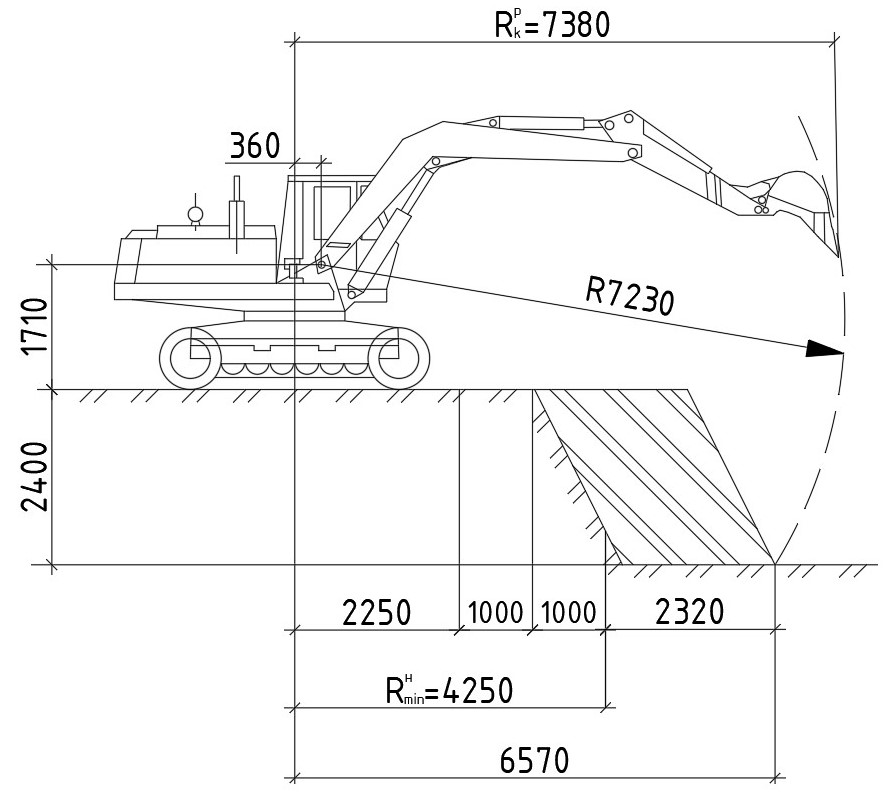


Рис. 12 Основные параметры экскаватора ЭО - 3122

Определение шага перемещения экскаватора выполняется расчетом максимальных и минимальных радиусов копания по верху и низу траншеи. Рабочий радиус копания определяется по следующей формуле:

где 0,9 коэффициент использования технических характеристик экскаватора.

м

Определение максимального радиуса копания по низу :

Определение шаг перемещения :

Условие оптимального выбора экскаватора выполняется при соблюдении неравенства:

при

Так как 2,9>1,3 , то экскаватор ЭО-3122 подходит.

Проверка правильности выбора экскаватора по соответствию глубины котлована вместительности ковша ***q*** производится по формуле:

2,3

Оба условия выполняются, поэтому можно сделать вывод, что экскаватор ЭО-3122 выбран верно.

* 1. **Выбор вида и подсчет транспортных средств для отвозки грунта**

При транспортировке грунта свыше 500м используются автосамосвалы.

Предварительно был выбран автосамосвал КамАЗ-5511.

*Таблица 4*

**Технические характеристики автосамосвала КамАЗ-5511**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Ед.изм. | Значение |
| Грузоподъемность, | т | 10 |
| Вместимость кузова, |  | 5,0 |
| Радиус поворота, | м | 7,5 |
| Погрузочная высота, | м | 2,0 |
| Время подъема кузова, | с | 20 |
| Время опускания кузова, | с | 30 |
| Продолжительность разгрузки с маневрированием, tм | мин | 1,8 |
| Длина | м | 7,14 |
| Ширина | м | 2,50 |
| Высота | м | 2,70 |

Количество транспортных средств для отвозки грунта определяется по следующей формуле:

Где продолжительность транспортного цикла автосамосвала, мин; продолжительность погрузки автосамосвала, мин.

Продолжительность транспортного цикла определяется по формуле:

Где L – расстояние транспортирования грунта, км; средняя скорость автосамосвала; время, необходимое для маневров при погрузке и разгрузке; продолжительность разгрузки (1 мин).

Для определения времени погрузки сначала определяется количество целых ковшей экскаватора, требующихся для заполнения одного самосвала с помощью формулы:

Где m – количество ковшей, шт; Q – грузоподъемность самосвала, т; объемный вес грунта в плотном теле, ; e – геометрическая емкость ковша экскаватора, ; коэффициент наполнения ковша плотным грунтом.

Определение продолжительности погрузки самосвала:

Где n – количество рабочих циклов экскаватора в мин; с – коэффициент случайных задержек, принимается равным 1,1.

Количество рабочих циклов в минуту определяется по формуле:

Где - продолжительность цикла работы экскаватора (15 секунд).

ковша

с = 4,95 мин

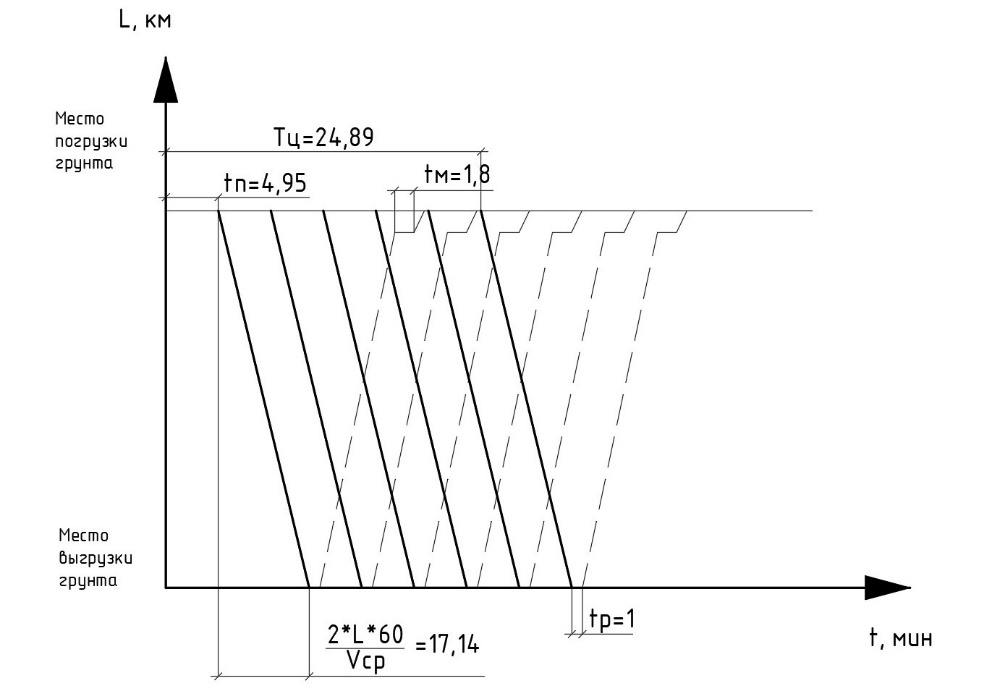


Рис. 13 График движения транспортных средств

* 1. **Выбор средств водоотлива и расчет необходимого их количества**

Во избежание обводнения строительной площадки необходимо обеспечить перехват «чужих» вод и ускорить сток «своих» вод. Для организации стока вод сразу же после срезки растительного слоя необходимо выполнить вертикальную планировку, обеспечив соответствующие уклоны площадки, а также устроить с нагорной стороны площадки обваловывания и нагорные канавы.

Для осушения котлованов в процессе производства работ в грунтах с малым притоком грунтовых вод применяется открытый водоотлив, т.е. откачка воды насосами их зумпфов (приямков) и водосборных канав, которые устраиваются на дне траншеи (котлована).

Для откачивания воды используют диафрагмовые, поршневые или центробежные насосы.

Тип насоса выбирают в зависимости от требуемой производительности и высоты подъема. Количество насосов принимается по расчету с учетом резервных на случай поломок или выпадения обильных осадков исходя из притока грунтовых вод со всей площади дна траншеи (котлована) и откосов, расположенных ниже отметки уровня грунтовых вод. Выбираем насос поршневой АНП8-1 с производительностью 30 , т.к. глубина выемки меньше 7 м, в ином случае используются центробежные насосы.

Производительность насоса определяется по формуле:

Где - площади траншей (котлованов) и откосов, расположенных ниже отметки уровня грунтовых вод; - приток грунтовых вод с 1 площади (из здания); = 1,5- коэффициент запаса (на случай обильных дождей или неисправности насосов); - часовая производительность выбранного насоса.

– площадь дна всех траншей.

– площадь дна всех котлованов.

– площадь дна всех котлованов и траншей

– площадь всех откосов ниже уровня грунтовых вод.

насос + 1 насос в запас = 2 насоса.

* 1. **Выбор монтажного крана для установки фундаментов**

Основными рабочими параметрами монтажного крана являются:

1)Грузоподъемность масса наибольшего груза, который может быть поднят при сохранении необходимой устойчивости и прочности его конструкции, т., находится по следующей формуле,

Где вес элемента (фундамента), т; масса установленной на нем оснастки (масса стропа),т.

2)Высота подъема крюка расстояние от уровня стоянки крана до крюка при стянутом грузовом полиспасте и определенном вылете крюка, м; вычисляется по следующей формуле:

Где – высота фундамента; запас по высоте или безопасная высота перемещения фундамента (0,5 м); высота строповки, м.

3)Вылет крюка расстояние между вертикальной осью вращения поворотной платформы крана и вертикальной осью, проходящей через центр крюковой обоймы, м, находится по следующей формуле:

Где расстояние от центра строповки поднимаемого фундамента до его точки, ближе всего расположенной к стреле крана, м; расстояние между стрелой крана и фундаментом (не менее 0,5 м); высота шарнира пяты крана (принимаем 1 м); высота полиспаста в стянутом состоянии (принимаем 1 м); высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого фундамента до низа крюка крана; расстояние от оси вращения крана до оси шарнира пяты стрелы (принимаем 1 м);

На основе полученных данных выбираем кран К-161 стрела 10 м; грузоподъемность 5,7 т; вылет крюка от оси вращения 7,5 м; высота подъема крюка 7,5 м.

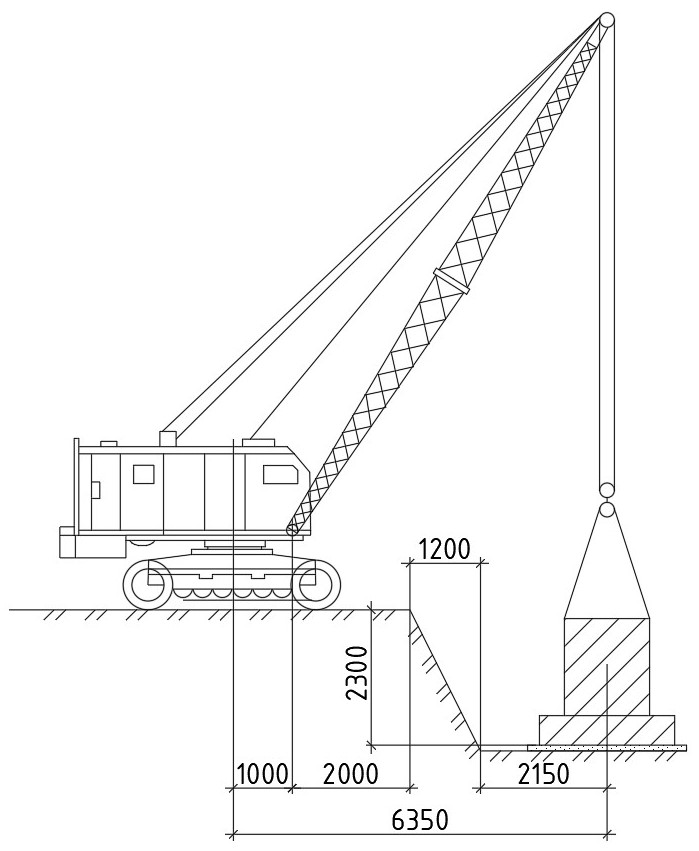


Рис.14 Схема установки фундаментов самоходным стреловым краном

* 1. **Выбор машин и механизмов для обратной засыпки и уплотнения грунта**

Для уплотнения грунта в пазухах фундаментов обычно применяют комплект машин и механизмов, состоящий из малогабаритных катков, навесных на кране вибротрамбовок, виброплит и ручных трамбовок с различными приводами.

*Таблица 5*

**Ведомость потребных машин и механизмов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка | Количество | Технические характеристики машин и механизмов |
| Бульдозер | ДЗ-8 | 1 | Ширина отвала 3030 мм |
| Экскаватор-обратная лопата | ЭО-3122 | 1 | Вместимость ковша 0,4 |
| Автосамосвалы | КамАЗ-5511 | 6 | Грузоподъемность 10 т; вместимость кузова 5 ; продолжительность разгрузки с маневрированием 1,8 мин |
| Монтажный кран | К-161 | 1 | Длина стрелы 10 м; грузоподъемность 5,7 т |
| Четырехветвевой строп | - | 1+1 (резервный) | Грузоподъемность 5 т |
| Трамбовочная машина | Д-12-Б | 1 | Ширина захвата 2,5 м |
| Глубинные вибраторы | ИВ-2 | 2 |  |
| Насосы | АПН8-1 | 1+1 (резервный) | Производительность 30 |

1. **Расчет затрат труда и машинного времени**

**(калькуляции трудозатрат, календарный план)**

Расчет затрат труда и машинного времени (трудоемкости) производится на основании ЕНиР с занесением результатов в ведомость затрат труда и машинного времени.

Определение трудоемкости работ:

Где трудоемкость нормативная, чел.-ч; чел.-дн; норма времени, чел.-ч на ед изм; 8- продолжительность смены при пятидневной рабочей неделе, часов.

Определение продолжительности ручных работ:

Где трудоемкость ручных работ, чел.-дн.; количество рабочих в одну смену, чел.; количество рабочих смен в сутки.

Продолжительность механизированных работ:

Где трудоемкость механизированных работ, маш.-см.

При построении календарного графика производства работ учитываем требования по совмещению работ (минимальному допустимому расстоянию между работающими на строительной площадке машинами). Недопустима одновременная работа на захватке экскаватора, монтаж фундаментов и обратная засыпка. Календарный план производства работ и ведомость затрат труда представлены в Приложении 1.

**6. Мероприятия по охране труда**

Мероприятия, обеспечивающие безопасное выполнение земляных работ на объекте:

­ – При производстве земляных работ на территории населенных пунктов или на производственных территориях котлованы, ямы, траншеи и канавы в местах, где происходит движение людей и транспорта, должны быть ограждены в соответствии с требованиями.

– В местах перехода через траншеи, ямы, канавы должны быть установлены переходные мостики шириной не менее 1 м, огражденные с обеих сторон перилами высотой не менее 1,1 м, со сплошной обшивкой внизу на высоту 0,15 м и с дополнительной ограждающей планкой на высоте 0,5 м от настила.

– При строительстве объектов с применением грузоподъемных кранов, когда в места перемещения грузов кранами, попадают транспортные или пешеходные пути, санитарно-бытовые или производственные здания и сооружения, другие места постоянного или временного нахождения людей, работы следует выполнять с применением средств для искусственного ограничения зоны работы башенных кранов, защитных сооружений-укрытий и защитных экранов.

– Строительные машины, транспортные средства, производственное оборудование (машины мобильные и стационарные), средства механизации, приспособления, ручные машины и инструмент должны соответствовать требованиям государственных стандартов по безопасности труда. Запрещается эксплуатация указанных выше средств механизации без предусмотренных их конструкцией ограждающих устройств, блокировок, систем сигнализации и других средств коллективной защиты работающих.

– Оставлять без надзора машины, транспортные средства и другие средства механизации с работающим (включенным) двигателем не допускается.

– Перемещение, установка и работа машины, транспортного средства вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т.п.) с неукрепленными откосами разрешаются только за пределами призмы обрушения грунта на расстоянии, установленном организационно-технологической документацией.

– Во время работы экскаватора пребывание людей в зоне его действия плюс 5 м запрещается. Погрузку грунта в транспортные средства производят со стороны его заднего или бокового борта.

**Список литературы**

1.*ЕНиР*, сб. Е2. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – Вып. 1. – 234 с.

2. *ЕНиР*, сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – Вып. 1. – 63 с.

3. *СНиП 12-03-01*. Безопасность труда в строительстве. Общие требования: сборник документов. – СПб.: ЦОТПБСП, 2001. – Ч.1. – 120 с.

4. *СНиП III-4-89*. Техника безопасности в строительстве. – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.

Приложение 1. Календарный план и ведомость затрат труда и машинного времени.



