**1. Исходные данные**

Требуется разработать технологический процесс устройства котлована глубиной 3,6 м под фундамент здания с подвалом. Размеры здания в осях составляют 30×30 м. Разработка грунта ведется экскаватором Драглайн. Тип грунта – супесь лёгкая. Расстояние перевозки грунта – 5,3 км. Работу по устройству котлована ведут в две смены.

**2. Назначение размеров котлована под фундамент здания**

Ширину и длину котлована по низу определяем по формулам:

 *м*

 *м*;

Ширину и длину котлована в верхней части определяют с учетом заложения откосов:

 *м*;

 *м*;

где hтр – требуемая глубина котлована, м; m – коэффициент откоса.

Расчетную глубину котлована (*hp)* определяют с учетом недобора грунта (*hH)*. Недобор грунта при разработке котлована экскаватором Драглайн *hH* = 0,25 м. Тогда расчетная глубина котлована составляет:

 *м.*

**3. Вычисление объемов земляных работ**

Объем грунта в съездной траншее определяем по формуле:

где b – ширина съезда, принимаем 3,5 м для бульдозера; m´ - коэффициент откоса траншее принимаем равным 5 для бульдозера.

Объем грунта в котловане под фундамент здания определяем по выражению:

где hр – расчетная глубина котлована (без учета недобора), м.

Объем недобора грунта в котловане определяем по формуле:

 *м3*

Площадь срезки растительного слоя определяем с учетом возможности в дальнейшем перемещения машин и складирования материалов по выражению:

*F1 = (BB+20)\*(LB+20) = (37,5+20)\*(37,5+20) =3306,25 м2.*

Площадь планировки дна котлована составляет:

*F2 =Lн\*Bн*=*31,4\*31,4=985,96 м2*.

Дальность транспортирования (м) бульдозером срезанного растительного слоя грунта составляет:

*L1=(LB+20)/2=(37,5+20)/2=28,75 м.*

Дальность транспортирования (м) бульдозером недобора грунта:

*L2*= *LH* = *31,4 м.*

Объем срезаемого растительного слоя грунта (м) определяют по выражению:

*Vр.сл.*= *F1 \*hр.сл*.=*3306,25\*0,15=495,93 м3*.

Полученные объемы земляных работ сведены в таблицу1. Единицы измерения объемов земляных работ при устройстве котлована приняты по ЕНиР Е2–1 «Механизированные и ручные земляные работы».

**4. Подбор комплекта машин для разработки грунта в котловане**

Для выполнения рабочих операций при разработке грунта в котловане из приложения 1 подбираем комплект механизмов. Срезку растительного слоя и его транспортирование, доработку грунта в котловане и планировку дна котлована выполняет бульдозер марки ДЗ-104. Погрузка растительного слоя и недобора грунта из котлована производит экскаватор Драглайн Э-652Б с емкостью ковша 0,65 м3. Отвоз грунта осуществляется автосамосвалами ЗИЛ-ММЗ – 4502 грузоподъемностью Q = 5,8 т.

**5. Составление ведомости объемов земляных работ**

Таблица 1. Ведомость объемов земляных работ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование строительных процессов | Единица измерения по ЕНиР | Количество единиц измерения |
| 1. Срезка растительного слоя грунта I категории бульдозером ДЗ-104 | 1000 м2 | 3,31 |
| 2. Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I категории бульдозером на расстояние L1=28,75 метров | 100 м3 | 4,95 |
| 3. Разработка растительного слоя грунта I категории экскаватором Драглайном с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 4,95 |
| 4. Разработка грунта I категории в съездной траншее экскаватором обратная лопата с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 1,39 |
| 5. Разработка грунта I категории в котловане экскаватором Драглайн с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 34,71 |
| 6. Разработка недобора грунта I категории в котловане бульдозером ДЗ-104 с транспортированием на расстояние L2 = 31,4 метров | 100 м3 | 2,46 |
| 7. Разработка ранее разработанного грунта I категории экскаватором Драглайн с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 2,83 |
| 8. Окончательная планировка дна котлована бульдозером ДЗ-104 | 1000 м2 | 0,98 |

**6. Калькуляция трудовых затрат**

Калькуляцию трудовых затрат (таблица 2) составляют на основании ведомости объёмов земляных работ и при использовании ЕНиР.

Таблица 2. Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ЕНиР, табл. | Наименование операций  | Объём работ | Норма времени (Н.вр), маш-ч | Трудоёмкость, маш-ч | Расценка (расц.), руб.-коп | Заработная плата, руб.-коп. | Состав звена |
| Ед. изм. | Кол-во |
| §Е2–1–5 | 1. Срезка растительного слоя грунта I категории бульдозером ДЗ-104 | 1000 м2 | 3,31 | 0,66 | 2,18 | 0–70 | 2–31 | Маш-ст 6 р |
| §Е2–1–5 | 2. Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I категории бульдозером на расстояние L1=28,75 метров | 100 м3 | 4,95 | 2,26 | 11,18 | 2–40 | 11–88 | Маш-ст 6 р |
| §Е2–1–5 | 3. Разработка растительного слоя грунта I категории экскаватором Драглайн с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 4,95 | 2,3 | 11,38 | 2,44 | 12–07 | Маш-ст 6 р |
| §Е2–1–5 | 4. Разработка грунта I категории в съездной траншее экскаватором Драглайн с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 1,39 | 2,3 | 3,19 | 0–70 | 3–39 | Маш-ст 6 р |
| §Е2–1–5 | 5. Разработка грунта I категории в котловане экскаватором Драглайн с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 34,71 | 2,3 | 79,8 | 2,44 | 84–6 | Маш-ст 6 р |
| §Е2–1–5 | 6. Разработка недобора грунта I категории в котловане бульдозером ДЗ-104 с транспортированием на расстояние L2= 31,4 метров | 100 м3 | 2,46 | 2,46 | 6,05 | 2,61 | 6–42 | Маш-ст 6 р |
| §Е2–1–5 | 7. Разработка ранее разработанного грунта I категории экскаватором Драглайн с емкостью ковша 0,65 м3 с погрузкой в транспортное средство | 100 м3 | 2,83 | 2,3 | 6,5 | 2,44 | 6–9 | Маш-ст 6 р |
| §Е2–1–5 | 8. Окончательная планировка дна котлована бульдозером ДЗ-104 | 1000 м2 | 0,98 | 0,27 | 0,26 | 0,28 | 0–28 | Маш-ст 6 р |

**7. Расчет комплекта автосамосвалов для транспортирования грунта**

Коэффициент первоначального разрыхления грунта для суглинка тяжелого принимаем как среднее значение по табл. П1.11 Кпр=1,15, скорость автосамосвалов принимаем по таблице П1.10 как для грунтовых дорог. Расчет автотранспорта необходимо выполнить для вывозки основного объема грунта в котловане. Продолжительность погрузки автосамосвала определяют по выражению:

*tn=Hвр\*Vка/(100Кпр)+tм=2,3\*3,9/(100\*1,15)+0,017=0,077* (ч).

Продолжительность рабочего цикла автосамосвала составляет:

*tц=tn+2L/vср+tp+tм=0,077+(2\*5,3/20)+0,017+0,017=0,53* (ч).

Число автосамосвалов, занятых на вывозке грунта, составляет

*N= tц/ tn=0,53/0,077=6,8* (шт.).

Число автосамосвалов округляем в большую сторону и принимаем равным семи.

**8. Расчет параметров забоя для экскаватора драглайн**

Экскаватор драглайн разрабатывает грунт ниже уровня стоянки экскаватора. Драглайн применяют при разработке больших и глубоких котлованов. Преимуществом драглайнов является большой радиус действия (до 20 м) и глубина копания (до 20 м). Транспортные средства для вывоза грунта от этих экскаваторов могут располагаться как на уровне стоянки экскаватора, так и на дне котлована. Экскаватор ЭО-4112А с емкостью ковша 0,65 м3 имеет следующие технические характеристики:

– максимальный радиус копания грунта **R**=11,1 м;

– максимальная глубина копания **hэ**=7,3 м;

– оптимальный радиус резания грунта **R0**=0,8\*11,1=8,88 м;

– радиус выгрузки грунта **Rв**=0,8\*11,1=8,88 м.

Ширина автосамосвала в расчетах принимается равной **ba**=2,5 м.

Радиус резания грунта на уровне дна котлована *Rр* принимается по таблице равным **Rр** =5,28.

Длина рабочей передвижки экскаватора ln=1,55.

Ширина торцевой (лобовой) проходки по верху определяем по формуле:

Ширина боковой проходки по верху определяем по выражению:

**9. Календарный план производства земляных работ**

Календарный план производства земляных работ построен на разработку грунта в котловане с учетом совмещения технологических операций во времени для бульдозера и экскаватора.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование работ | Объем работ | Тр., маш.-час | Машины | Число смен | Тн (Тпл). дн. | Рабочие дни |
| Ед.изм | Кол-во | Марка | К-во | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Срезка растительного слоя грунта I категории бульдозером ДЗ-104 | 1000 м² | 3,31 | 0,27 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 0,13(0,5) |  |  |  |  |  |
| 2. Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I категории бульдозером ДЗ-104 на расстояние L1 = 28,75 м | 100 м³ | 4,95 | 0,40 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 0,2(5) |  |  |  |  |  |
| 3. Разработка растительного слоя грунта I категории экскаватором драглайн с емкостью ковша 0,65 м³ с погрузкой в транспортное средство | 100 м³ | 4,95 | 0,40 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 0,2(0,5) |  |  |  |  |  |
| 4. Разработка грунта I категории в сьездной траншее экскаватором драглайн с емкостью ковша 0,65 м³ с погрузкой в транспортное средство | 100 м³ | 1,39 | 0,11 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 0,05(0,5) |  |  |  |  |  |
| 5. Разработка грунта I категории в сьездной траншее экскаватором драглайн с емкостью ковша 0,65 м³ с погрузкой в транспортное средство | 100 м³ | 34,71 | 2,86 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 1,43(1,5) |  |  |  |  |  |
| 6. Разработка недобора грунта I категории в котловане бульдозером ДЗ-104 с транспортированием на расстояние L2 = 31,4 м | 100 м³ | 2,46 | 0,20 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 0,1(0,5) |  |  |  |  |  |
| 7. Разработка ранее разработанного грунта I категории экскаватором драглайном с емкостью ковша 0,65 м³ погрузкой в транспортное средство | 100 м³ | 2,83 | 0,23 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 0,115(0,5) |  |  |  |  |  |
| 8. Окончательная планировка дна котлована бульдозером ДЗ-104 за один проход в одном направлении | 1000 м | 0,98 | 0,08 | ДЗ-104 | 1 | 2 | 0,03(0,5) |  |  |  |  |  |

**10. Технология производства земляных работ**

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) выполняются до начала разработки грунта. Вспомогательные процессы (рыхление грунта, водоотлив) могут выполняться как до начала разработки, так и во время разработки грунта. Трудность разработки грунта зависит от его вида и свойства (плотности, влажности, сцепления). От категории грунта зависит норма времени и расценка на его разработку. Бульдозер является универсальной и высокопроизводительной машиной, обладающей большой маневренностью. На земляных работах бульдозеры могут быть использованы как самостоятельные машины и в комплекте с другими типами машин. В качестве самостоятельных машин они могут быть использоваться при:

1. возведении невысоких насыпей;
2. рытье котлованов и вскрышных работ;
3. срезка растительного слоя грунта;
4. засыпке траншей, котлованов, ям и оврагов;
5. планировке площадей и земляного плотна;
6. зачистке недобора грунта в котлованах.

Экскаватор разрабатывает грунт не на полную глубину котлована. Недобор грунта разрабатывается бульдозером и складируется на дне котлована вдоль его длинной стороны. Передвижение бульдозера при срезке растительного слоя и разработке грунта осуществляется возвратно – поступательными движениями с рабочим ходом в одном или двух направлениях вдоль короткой стороны площадки. Уплотнение грунта производится послойно при устройстве оснований, возведении насыпей, при обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

**11. Расчет технико-экономических показателей комплекта машин**

Общий объем разрабатываемого грунта *V*=*Vк+Vтр+Vнед= 3857,16 м3*, общая нормативная трудоемкость *Тр*=*36,63 маш-ч*. Продолжительность выполнения работ (*То*) по устройству котлована под фундамент здания по устройству котлована под фундамент здания по календарному графику составляет 5 дней.

Удельную трудоемкость разработки 1м3 (Тед) определим по выражению:

Te =(Tбул\*Nбул\*tбул+Тэкс\*Nэкс\*tэкс+Тсам\*Nсам\*tсам)/V=

=(1,1\*1\*7,7+2,86\*1\*28,93+1,48\*202,51)/3857,16 = 0,10 маш-ч/м3

Удельную себестоимость разработки 1 м3 грунта (*Сед*) определяем по выражению:

Сед = 1,08 (См-чбул\* Nбул\*tбул+См-чэкс\* Nэкс\*tэкс+См-чсам\* Nсам\*tсам)/V=

=1,08 (257,5\*1\*7,7+358\*1\*28,93+122,65\*202,51=7,79 руб./куб.

**12. Расчет материальных ресурсов для производства земляных работ**

В таблице 4 приведен расход материальных ресурсов для работы комплекта механизмов, занятого на разработке грунта в котловане под фундамент здания.

Таблица 4 **–** Расход материалов на работу комплекта механизмов, кг

|  |  |
| --- | --- |
| Материалы | Механизмы |
| ДЗ-104 | ЭО-4112АВ | Всего |
| Дизельное топливо | 50,05 | 231,4 | 281,4 |
| Дизельное масло | 1,84 | 10,4 | 12,2 |
| Индустриальное масло | 0,0385 | 0,57 | 0,60 |
| Веретенное масло | - | 1,44 | 1,44 |
| Автол | 0,154 | 1,44 | 1,594 |
| Нигрол | 0,154 | 0,86 | 1,014 |
| Солидол | 0,46 | 6,07 | 6,53 |
| Керосин | - | 1,73 | 1,73 |
| Обтирочные мат-лы | 0,154 | 0,86 | 1,014 |

**13. Контроль качества земляных работ**

При устройстве временных сооружений (котлованов, траншей) проверяют горизонтальную привязку, правильность разбивки осей, вертикальные отметки. Случайные переборы грунта, т.е. снятие его ниже проектных отметок, заполняют грунтом, однородным вынутому, с последующим его уплотнением, а в особо ответственных случаях – тощим бетоном. Проведение работ обычно проводится с помощью экскаватора и гидромолота. На законченные части земляных сооружений, в том числе на скрытые работы, составляют акты, которые вместе с исполнительными чертежами, результатами лабораторных испытаний грунтов, журналами работ и другими документами предъявляют приемной комиссии во время технической сдачи-приемки объекта.

Актируются следующие работы и элементы: устройство оснований под земляные сооружения, фундаменты, трубопроводы и другие коммуникации; выполнение мероприятий по закреплению грунтов и подготовке оснований; конструкции, входящие в тело земляного сооружения; обратные засыпки, грунтовые подушки, насыпные основания под полы; мероприятия, необходимые для возобновления работ при перерывах более 1 месяц при консервации и расконсервации работ.

Приемка насыпей и выемок заключается в проверке в натуре положения земляного сооружения, его геометрических размеров, отметок дна, устройства водоотвода, степени уплотнения грунтов. В процессе приемки работ по планировке площадок и территорий следует удостовериться в том, что отметки и уклоны соответствуют проектным, нет переувлажненных участков и местных просадок грунта.

Принимая котлованы и траншеи, проверяют соответствие проекту их размеров, отметок, качества грунта в основании, правильность устройства креплений. После освидетельствования выполненных работ разрешается устраивать фундаменты, укладывать трубы и т.п.

Систематически должно проверяться выполнение разработанных мероприятий по охране природы: снятие и перемещение в отвалы плодородного слоя почвы для последующего использования; защита буртов от эрозии, подтопления, загрязнения; выявление археологических и палеонтологических находок и принятие мер по их сохранению; надежное хранение горюче-смазочных и других материалов, способных негативно воздействовать на природу

**14. Техника безопасности при производстве земляных работ**

Организация строй площадки должна обеспечивать безопасность труда работающих на всех этапах исполнения работ. Основные зоны должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленных форм. До начала работ определяют точное местонахождение действующих подземных коммуникаций.

При работе в ночное время площадка должна иметь собственное освещение. При работе бульдозера с заглубленным отвалом запрещается поворачивать его. При работе экскаватора запрещается находится под стрелой в зоне поворота При разработке, планировке и уплотнении грунта двумя или более механизмами (бульдозерами,) расстояние между ними должно быть не менее 20 м. Погрузка грунта на автосамосвалы должна производиться со стороны заднего или бокового борта.

**Список использованной литературы**

1. ЕНиР. Сборник 2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Стройиздат, 1988. – 244 с.

2. Коробков С.В. Разработка грунта в котловане / С.В. Коробков. – Томск: Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2003. – 64 с.

3. Кузнецов Ю.П. Земляные работы. – Ростов-на-Дону: РИСИ, 1975. – 171 с.