

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

Т.М. Бочкарева

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ
И ЗЕМЛЕРОЙНЫХ РАБОТ**

*Утверждено
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебно-методического пособия*

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2015

УДК 69.057
Б86

Рецензенты:

В.И. Клевко

(ООО НПФ «Стройэксперт», г. Пермь);

канд. техн. наук, доцент *А.В. Чазов*

(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)

Бочкарева, Т.М.

Б86

Технология планировочных и землеройных работ :
учеб.-метод. пособие / Т.М. Бочкарева. – Пермь : Изд-во
Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – 132 с.

ISBN 978-5-398-1467-9

Изложена методика расчета и обоснования выбора оптимальных комплектов планировочных и землеройных машин при производстве земляных работ.

Предназначено для практических занятий студентов, обучающихся по направлению подготовки 270100.62 «Строительство» по программе обучения бакалавров.

УДК 69.057

ISBN 978-5-398-1467-9

© ПНИПУ, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
1. Методика расчета комплекта планировочных машин	7
1.1. Структура расчета. Подбор комплекта планировочных машин по производительности	7
1.2. Определение плановой производительности (процента производительности) использования рассматриваемых машин.....	8
2. Выбор бульдозеров в качестве ведущих машин планировочного комплекта и расчет их параметров.....	10
2.1. Основные положения по выбору бульдозеров в качестве ведущих машин комплекта	10
2.2. Расчет сменной эксплуатационной производительности бульдозера.....	13
2.2.1. Операция резания грунта, т.е. набора грунта на отвал бульдозера	15
2.2.2. Операция перемещения грунта на ноже бульдозера	16
2.2.3. Операция возвращения бульдозера порожним (холостым) ходом.....	16
2.3. Расчет нормативной производительности бульдозера.....	17
3. Выбор грунтоуплотняющей машины (катка)	19
4. Определение продолжительности работы комплекта планировочных машин с ведущей машиной бульдозером. Расчет количества бульдозеров в комплекте	21
4.1. Расчетная продолжительность работы машин.....	21
4.2. Определение количества ведущих машин (бульдозеров), работающих в комплекте с катком	23
4.3. Определение плановой производительности (процента производительности) работы бульдозеров и катка в комплекте	24
4.4. Определение продолжительности работы комплекта (полного состава) планировочных машин	25
5. Выбор марки скрепера в качестве ведущей машины в комплекте планировочной техники	28
5.1. Основные положения по выбору скрепера в качестве ведущей машины комплекта.....	28

5.2. Определение сменной эксплуатационной и нормативной производительности скрепера	30
5.3. Определение количества скреперов в комплекте планировочных машин и их плановой производительности (процента производительности труда)	34
5.4. Определение количества скреперов, обслуживаемых одним толкачом	37
6. Определение оптимального комплекта планировочных машин	38
6.1. Общая методика расчета технико-экономического обоснования комплекта планировочных машин	40
6.2. Рекомендации к расчету экономического обоснования оптимального планировочного комплекта с ведущей машиной бульдозером	44
6.3. Рекомендации к технико-экономическому расчету комплекта планировочных машин с ведущей машиной скрепером	49
7. Выбор комплекта землеройной и транспортной техники	52
7.1. Выбор схемы траектории движения экскаватора	55
7.1.1. Определение длины передвижки экскаватора	55
7.1.2. Определение ширины забоя экскаватора	56
7.2. Проверка экскаватора по обеспеченности создания отвала грунта на обратную засыпку пазух фундаментов	61
7.2.1. Определение объема отвала грунта, создаваемого экскаватором	62
7.2.2. Проектирование размещения отвала относительно выемки	65
7.2.3. Определение размеров отвала	67
7.3. Определение безопасного расстояния от бровки выемки до опоры строительной техники	69
7.4. Расчет сменной эксплуатационной и нормативной производительности экскаватора	69
7.5. Расчет количества транспортных средств, предназначенных для вывоза всего (или лишнего) грунта со строительной площадки	71
7.5.1. Расчет количества транспортных средств	72
7.5.2. Построение графика занятости автосамосвалов	76

8. Экономическое обоснование выбора оптимального варианта землеройной транспортной техники.....	80
8.1. Определение нормативной трудоемкости разработки выемки (котлована, траншей, ямочных котлованов).....	80
8.2. Продолжительность работы экскаватора при разработке выемки.....	81
8.3. Себестоимость разработки экскаватором грунта	82
8.4. Удельные капиталовложения разработки и транспортировки грунта	84
8.5. Приведенные затраты на разработку и транспортировку 1 м ³ грунта.....	85
8.6. Экономическая эффективность разработки и транспортировки 1 м ³ грунта.....	86
8.7. Экономическая эффективность разработки и транспортировки грунта	86
Список литературы	87
Приложения	89

ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии изложена методика расчета и комплектования планировочной и землеройной техники. Целью расчета является подбор машин в комплект по производительности, определение числа ведущих машин в комплекте, обоснование выбора оптимального комплекта.

В основу расчета включено требование рассмотрения не менее двух вариантов комплектов однотипных строительных машин, отличающихся техническими характеристиками.

В качестве блока данных используются результаты расчетов по определению объемов земельных работ, изложенные в методическом пособии по определению объемов земельных работ при вертикальной планировке площадки и разработке выемок.

Подбор комплектов планировочных машин предполагает вертикальную планировку строительной площадки.

Методика подбора землеройной техники (одноковшовых экскаваторов) предусматривает определение типа экскаватора, траекторию его движения, ширину обеспечиваемого экскаватором забоя, расчет на достаточность грунта обратной засыпки в формируемом экскаватором отвале, определение числа транспортных средств, используемых в комплекте с экскаватором.

Итоги расчетов, полученные на основании данного учебного пособия, применяются в учебном процессе при проектировании технологической карты на землеройные работы.

1. МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОМПЛЕКТА ПЛАНИРОВОЧНЫХ МАШИН

Ориентировочные составы комплектов планировочных и землеройных машин приведены в табл. П1.1. Выбор ведущих планировочных машин в комплекте можно принять по практическим рекомендациям в зависимости от объема работ (табл. П1.2) и дальности перемещения грунта (табл. П1.3, П1.4).

Подбор машин в комплект основан на сравнении сменной эксплуатационной и нормативной производительности ведущих машин (бульдозеров и скреперов); подборе вспомогательной грунтоуплотняющей машины (катка); определении количества ведущих машин комплекта, обслуживаемых одной вспомогательной машиной. На основании технико-экономического обоснования определяется оптимальный вариант комплекта планировочных машин.

1.1. Структура расчета.

Подбор комплекта планировочных машин по производительности

Первоначально требуется сравнить значения сменной эксплуатационной $P_{\text{см.экспл}}$ и нормативной $P_{\text{н}}$ производительности ведущей машины. Если их значения приблизительно равны, дальнейший расчет допустимо выполнять по нормативной величине $P_{\text{н}}$, целесообразно выполнять дальнейший расчет по минимальному значению.

$$\text{Сравнение значений} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_{\text{см.экспл}} \\ P_{\text{н}} \end{array} \right\} \rightarrow \text{в расчет } P_{\text{мин}},$$

где $P_{\text{см.экспл}}$ – сменная эксплуатационная производительность, $\text{м}^3/\text{см}$;
 $P_{\text{н}}$ – нормативная производительность, $\text{м}^3/\text{см}$.

В расчетах следует рассмотреть четыре варианта комплектов планировочной техники с различной производительностью ведущих машин: два варианта с применением бульдозеров и два варианта с использованием скреперов в качестве ведущих машин комплекта.

Структура методики расчета по определению количества ведущих машин в одном комплекте представлена следующей схемой:

$$\left. \begin{array}{l} \Pi_{\text{мин(н)}}^{\text{вед.м}} \rightarrow T_{\text{р}}^{\text{вед.м}} \\ \Pi_{\text{н}}^{\text{всп.м}} \rightarrow T_{\text{р}}^{\text{всп.м}} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{T_{\text{вед.м}}}{T_{\text{всп.м}}} = N^{\text{вед.м}},$$

где $\Pi_{\text{мин(н)}}^{\text{вед.м}}$ – минимальная или нормативная производительность ведущей машины (бульдозера или скрепера), м³/см.;

$\Pi_{\text{н}}^{\text{всп.м}}$ – нормативная производительность вспомогательной машины, например катка, м³/см.;

$T_{\text{р}}^{\text{вед.м}}$, $T_{\text{р}}^{\text{всп.м}}$ – расчетная продолжительность работы соответственно ведущей и вспомогательной машин, смен;

$N^{\text{вед.м}}$ – количество ведущих машин, составляющих комплект с одной вспомогательной машиной, например с уплотняющей машиной – катком.

1.2. Определение плановой производительности (процента производительности) использования рассматриваемых машин

Косвенным показателем оптимального количества ведущих машин в комплекте является показатель плановой производительности их применения. Максимальная производительность труда $\Pi_{\%}$ на общестроительных работах составляет 120 %. Производительность работы вспомогательной машины $\Pi_{\%}^{\text{всп.м}}$ определяется по формуле

$$\Pi_{\%}^{\text{всп.м}} = \frac{T_{\text{р}}^{\text{всп.м}}}{T_{\text{пр}}^{\text{всп.м}}} \cdot 100 \% \leq 120 \%, \quad (1)$$

где $T_p^{\text{всп.м}}$, $T_{\text{пр}}^{\text{всп.м}}$ – расчетная и принятая продолжительности работы вспомогательной машины.

Производительность работы ведущей машины $\Pi_{\%}^{\text{вед.м}}$ рассчитывается по формуле

$$\Pi_{\%}^{\text{вед.м}} = \frac{T_p^{\text{вед.м}}}{T_{\text{пр}}^{\text{всп.м}} \cdot N^{\text{вед.м}}} \cdot 100 \% \leq 120 \%, \quad (2)$$

где $T_p^{\text{вед.м}}$ – расчетная продолжительность ведущей машины.

Принятую продолжительность $T_{\text{пр}}$ принимают по расчетной продолжительности T_p , округляя ее значение в меньшую или большую сторону с кратностью в одну рабочую смену (равную 0,5 дня), в зависимости от результата расчета по формулам (1) и (2).

Параметры строительной техники, необходимые для расчета, приведены в следующих приложениях:

Прил. 1 содержит данные для расчета и подбора бульдозеров, используемых в планировочных комплектах в качестве ведущих машин.

Прил. 2 содержит данные для расчета и подбора грунтоуплотняющей машины (катка), используемого в планировочных комплектах в качестве вспомогательной машины.

Прил. 3 содержит данные для расчета и подбора землеройно-планировочных машин комплекта (скреперов), используемых в комплектах в качестве ведущих машин.

Прил. 4 содержит данные для расчета экономического обоснования планировочных и землеройно-планировочных комплектов машин, а также выбора оптимального варианта экскаватора в комплекте с транспортными средствами.

Прил. 5 содержит данные для расчета и подбора экскаватора в комплекте с транспортными средствами.

2. ВЫБОР БУЛЬДОЗЕРОВ В КАЧЕСТВЕ ВЕДУЩИХ МАШИН ПЛАНИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКТА И РАСЧЕТ ИХ ПАРАМЕТРОВ

2.1. Основные положения по выбору бульдозеров в качестве ведущих машин комплекта

1. Предварительный выбор трактора (базовой машины), оснащаемого отвалом (ножом, соответствующим марке бульдозера), выполняется по практическим рекомендациям в зависимости от требуемой дальности $L_{\text{ср}}$ перемещения грунта (см. табл. П1.3, П1.4).

2. Дальность перемещения грунта может быть сокращена при организации работы бульдозера с промежуточным валом грунта $L_{\text{ср}}/2$, представленным на рис. 1. Данный метод планировки площадки требует два комплекта машин (один комплект машин, создающий промежуточный отвал грунта, и второй комплект, перемещающий созданный отвал) либо увеличения продолжительности работ при занятости на данных процессах одного комплекта бульдозеров.

3. Организация работы бульдозеров:

– при транспортировке грунта до 75 м следует проектировать работу бульдозера без разворота, т.е. возвращение бульдозера в исходную позицию осуществлять задним ходом;

– при транспортировке грунта свыше 75 м следует проектировать работу бульдозера с разворотом в конце планируемого пути.

4. По способу установки отвала бульдозеры классифицируются:

– на поворотные (универсальные), позволяющие гидравлическим приводом повернуть отвал (нож) без поворота машины;

– неповоротные, создаются навешиванием отвала (ножа) на трактор без возможности управления им, т.е. без возможности поворота отвала без разворота машины.

5. По способу управления ножом бульдозеры делятся: на механические (канатные) и гидравлические.

6. Ориентировочный подбор бульдозера выполняют в последовательности, отображенной схемой (рис. 2). Бульдозер следует при-

нимать по ЕНиР сб. Е2 В1 «Механизированные и ручные земляные работы» (в дальнейшем ЕНиР сб. Е2 В1) в соответствии с § Е2-1-22 (табл. 2), учитывая что принятая базовая машина – трактор.

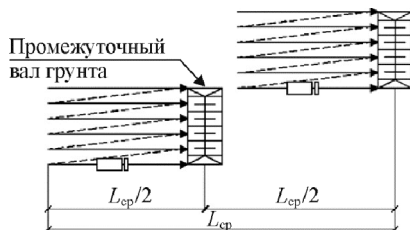


Рис. 1. Схема разработки и транспортировки грунта бульдозерами с созданием временного промежуточного вала

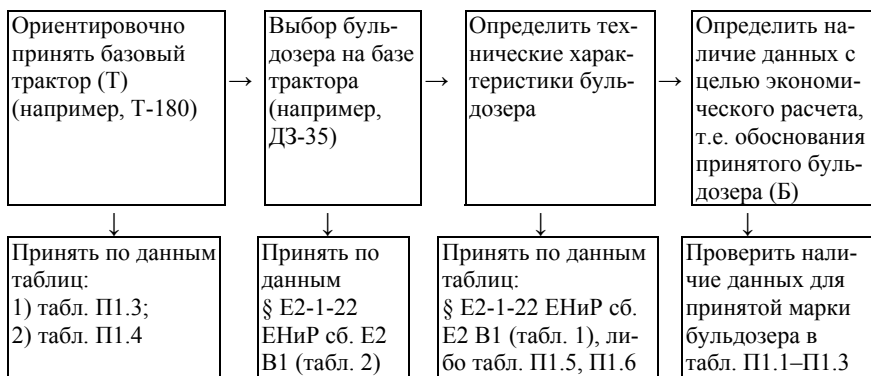


Рис. 2. Схема последовательности ориентировочного подбора бульдозера

7. При подборе бульдозеров по справочной литературе или при выборе современной техники (новых марок машин) необходимо проверить наличие «Нормы времени» или «Нормативной трудоемкости» на данную машину, а также наличие данных для ее экономического обоснования:

а) стоимость машино-смены ($C_{м-см}$) принять по данным СНиП IV-3–82 (прил. «Сборник сметных цен эксплуатации строительных машин»);

б) оптово-отпускная цена рассматриваемой машины принимается по прейскуранту 22-01 «Машины и оборудование строительные и дорожные».

8. Для расчета потребуются следующие технические характеристики бульдозера, приводимые в § Е2-1-22 ЕНиР сб. Е2 В1 (табл. 1), а также в прил. 1 (табл. П1.5, П1.6). К основным техническим характеристикам бульдозера, требуемым в расчете, относятся:

- длина отвала (ножа);
- высота отвала (ножа);
- скорость резания грунта, т.е. набора грунта на отвал (на нож бульдозера);
- скорость груженого хода;
- скорость порожнего хода.

9. Для выполнения расчета по определению оптимального комплекта планировочных машин (гл. 4 данного пособия) необходимо проверить наличие технико-экономических показателей для принимаемого бульдозера в одной из таблиц (табл. П4.1–П4.3).

10. Комплект планировочных машин:

$$N^{\text{б}} + 1\text{К или}$$

$$N^{\text{б}} + 1\text{К} + 1\text{Т},$$

где $N^{\text{б}}$ – количество бульдозеров (ведущих машин), полученное расчетом при условии работы бульдозеров в комплекте с одной уплотняющей машиной (катком);

К – одна уплотняющая (вспомогательная) машина (каток самоходный или прицепной);

Т – трактор, предназначенный для прицепного катка (в случае, если принят прицепной каток).

11. В расчетной работе следует рассмотреть два варианта комплектов планировочных машин с ведущей машиной бульдозером.

На количество бульдозеров в планировочном комплекте влияют следующие параметры:

- толщина слоя грунта, отсыпаемого бульдозерами под каток. Толщина слоя грунта, создаваемого бульдозерами, не должна пре-

вышать нормативной толщины слоя грунта, уплотняемого катком (проверить по техническим характеристикам катка);

– скорости резания (набора на отвал) грунта, его перемещения, возвращения бульдозера в исходную позицию (порожним ходом);

– масса катка.

2.2. Расчет сменной эксплуатационной производительности бульдозера

Величина сменной эксплуатационной производительности отображает производительность машины в предлагаемых условиях строительной площадки при заданных параметрах работы бульдозера.

Расчет сменной эксплуатационной производительности бульдозера ($m^3/см$) производится по формуле

$$П_{см.экспл} = \frac{3600 \cdot c \cdot V_{отв} \cdot K_c \cdot K_{укл} \cdot K_b}{t_{ц}^6}, \quad (3)$$

где $V_{отв}$ – объем грунта, срезаемого отвалом (ножом бульдозера), m^3 ; величина 3600 является переводной величиной (часов в секунды);

c – продолжительность рабочей смены, равная 8 ч;

K_c – коэффициент сохранения грунта на ноже во время его транспортирования (определяется по формуле, приведенной ниже);

$K_{укл}$ – коэффициент уклона для бульдозера (табл. П1.7). При незначительных уклонах планируемой площадки ($i = 0,005$, $i = 0,001$) $K_{укл} = 1$;

K_b – коэффициент использования машины во времени (ЕНиР сб. Е2 В1, прил. 4), принимается по таблице в соответствии со ссылкой на § Е2-1-22 «Разработка и перемещение не скального грунта бульдозерами»; K_b определяется отношением чистого времени работы машины в течение смены к продолжительности рабочей смены;

$t_{ц}^6$ – продолжительность цикла работы бульдозера, с.

Объем грунта, срезаемого отвалом бульдозера (m^3):

$$V_{отв}^6 = \frac{l_{отв} \cdot H_{отв}^2}{2 \operatorname{tg} \varphi \cdot K_{п.р}}, \quad (4)$$

где $l_{\text{отв}}$, $H_{\text{отв}}$ – длина и высота отвала (ножа) бульдозера (технические характеристики), м;

φ – угол естественного откоса грунта (табл. П1.8); в случае, если по заданию не указана влажность грунта, можно рассматривать грунты нормальной влажности.

$K_{\text{п.р}}$ – коэффициент первоначального разрыхления грунта (ЕНиР сб. Е2 В1, прил. 2); $K_{\text{п.р}}$ приведен в виде первоначального объема грунта после разработки, %. Например, для супеси первоначальный объем грунта после разработки составит 12–17 %, следовательно, $K_{\text{п.р}} = 1,12 \dots 1,17$.

Коэффициент сохранения грунта на ноже во время его транспортирования

$$K_c = 1 - 0,005L_{\text{ср}}, \quad (5)$$

где $L_{\text{ср}}$ – средняя дальность перемещения грунта (расстояние между центрами выемки и насыпи планируемой площадки), м.

Длительность цикла работы бульдозера (с) определяется по формуле

$$t_{\text{ц}}^{\delta} = t_{\text{р}} + t_{\text{п}} + t_{\text{п.х}} + t_{\text{пов}}, \quad (6)$$

где $t_{\text{пов}}$ – время на два поворота (при дальности транспортировки грунта на ноже до 75 м принять $t_{\text{пов}} = 0$, при работе бульдозера челночным способом $t_{\text{пов}} = 10 \dots 12$ с).

Время резания грунта ($t_{\text{р}}$), его перемещения на ноже ($t_{\text{п}}$) и порожнего хода ($t_{\text{п.х}}$) бульдозера (с) рассчитывается по общей формуле

$$t_{\text{р(п)(п.х)}} = \frac{3,6 \cdot L_{\text{р(п)(п.х)}} \cdot K_{\text{уск}}}{v_{\text{р(п)(п.х)}}^{\delta}}, \quad (7)$$

где $L_{\text{р(п)(п.х)}}$ – длина пути соответственно резания, перемещения грунта и порожнего хода бульдозера, определяемые по формулам, представленным ниже;

$K_{\text{уск}}$ – коэффициент ускорения, замедления и переключения передач (табл. П1.9);

$v_{p(п.х)}^6$ – скорость бульдозера соответственно при резании, перемещении грунта и при движении порожним ходом, км/ч (см. технические характеристики). Длина пути и скорость движения бульдозера являются переменными величинами. Иначе общую формулу можно представить отдельными формулами (см. п. 2.2.1–2.2.3). Чем выше скорость движения бульдозера на отдельных операциях, тем меньше данных машин в комплекте. Рекомендуемые скорости бульдозера на различных операциях в зависимости от принятых передач (табл. П1.11):

- 1) резание грунта целесообразно предусмотреть на первой передаче, при этом $K_y = 1,0$;
- 2) перемещение грунта на второй передаче, в этом случае $K_y = 1,0$;
- 3) порожний ход на третьей или на четвертой передаче, при этом K_y принять в соответствии с принятыми передачами (см. табл. П1.9).

2.2.1. Операция резания грунта, т.е. набора грунта на отвал бульдозера

Продолжительность процесса резания грунта t_p (с), т.е. набора грунта на отвал бульдозера, определяется по формуле

$$t_p = \frac{3,6 \cdot L_p \cdot K_{уск}}{v_p^6}, \quad (8)$$

где L_p – длина пути резания (м) (набора грунта на нож бульдозера), определяется по формуле, представленной ниже, м;

v_p^6 – скорость резания грунта, км/ч (принять по техническим характеристикам базового трактора; см. табл. П1.11). Операцию набора грунта на отвал бульдозера рекомендуется выполнять на I передаче.

Длина пути резания грунта (длина участка, с которого производится набор грунта на нож) (м), определяется по формуле

$$L_p = \frac{2v_{отв}}{l_{отв} \cdot h_{стр}^6}, \quad (9)$$

где $h_{\text{стр}}^{\delta}$ – толщина стружки резания грунта бульдозером (рис. 3, табл. П1.10), м. В расчете рекомендуется принимать $h_{\text{стр}}^{\delta} = 0,15 \dots 0,2$ м.

2.2.2. Операция перемещения грунта на ноже бульдозера

Продолжительность процесса перемещения грунта на отвале бульдозера $t_{\text{п}}$ (с) определяется по формуле

$$t_{\text{п}} = \frac{3,6 \cdot L_{\text{п}} \cdot K_{\text{уск}}}{v_{\text{п}}^{\delta}}, \quad (10)$$

где $L_{\text{п}}$ – длина перемещения грунта бульдозером (м), определяемая по формуле, представленной ниже;

$v_{\text{п}}^{\delta}$ – скорость бульдозера при перемещении грунта, км/ч (технические характеристики – см. табл. П1.11). Рекомендуется принимать скорость перемещения грунта на II передаче.

Длина пути перемещения грунта на отвале бульдозера (м) определяется по формуле

$$L_{\text{п}} = L_{\text{ср}} - L_{\text{р}}. \quad (11)$$

2.2.3. Операция возвращения бульдозера порожним (холостым) ходом

Продолжительность процесса порожнего хода $t_{\text{п.х}}$ (с) бульдозера определяется по формуле

$$t_{\text{п.х}} = \frac{3,6 \cdot L_{\text{п.х}} \cdot K_{\text{уск}}}{v_{\text{п.х}}^{\delta}}, \quad (12)$$

где $L_{\text{п.х}}$ – длина пути порожнего (холостого) хода бульдозера;

$v_{\text{п.х}}^{\delta}$ – скорость бульдозера при движении обратным ходом, км/ч (технические характеристики – табл. П1.11).

Дальность пути бульдозера обратным ходом (м) определяется по формуле

$$L_{\text{п.х}} = L_{\text{ср}}. \quad (13)$$

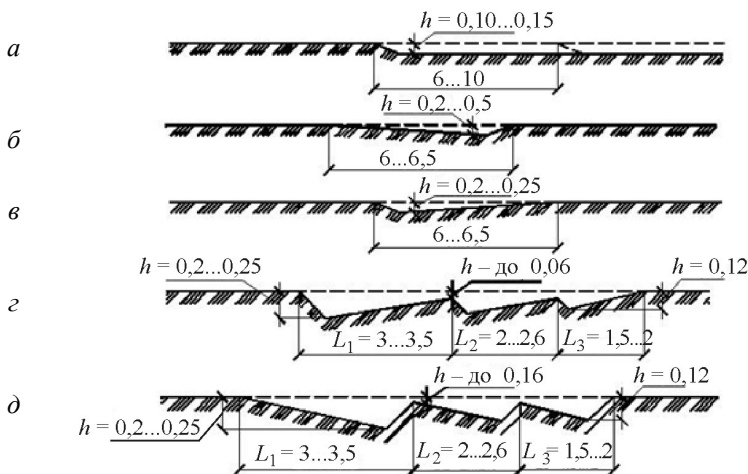


Рис. 3. Способы набора грунта бульдозерами: а – прямоугольный с постоянной глубиной резания; б – клиновй (бульдозер с канатным управлением); в – клиновй (бульдозер с гидравлическим управлением); г – гребенчатый (бульдозер с гидравлическим приводом); д – гребенчатый (бульдозер с канатным управлением)

2.3. Расчет нормативной производительности бульдозера

Величина нормативной производительности машин (в данном случае бульдозеров) определяет их производственные возможности в зависимости от максимальных технических характеристик.

Нормативная производительность бульдозера

Нормативная производительность бульдозера ($\text{м}^3/\text{см.}$) определяется по формуле

$$\Pi_{\text{н}}^{\text{б}} = \frac{a \cdot c}{H_{\text{вр}}^{\text{б}}}, \quad (14)$$

где a – единичный объем работ, на который приведена норма времени, т.е. единица измерения, предусмотренная параграфом ЕНиР сб. Е2 В1 (например, 1000 м^2 , 100 м^3 и т.д.; указана жирным шрифтом над таблицами с нормами времени и расценками). В § 2-1-22 ЕНиР сб. Е2 В1 «Разработка и перемещение грунта бульдозерами» $a = 100 \text{ м}^3$;

c – продолжительность рабочей смены, равная 8 ч;

$H_{вр}^{\delta}$ – норма времени (чел.-ч (маш.-ч)) означает трудоемкость разработки единицы продукции (целесообразно данную величину называть единичной трудоемкостью).

Расчетная норма времени бульдозера

Расчетная норма времени на разработку и перемещение не- скального грунта бульдозером (чел.-ч (маш.-ч)) определяется по формуле

$$H_{вр}^{\delta} = H'_{вр} + H''_{вр}, \quad (15)$$

где $H'_{вр}$ – норма времени (единичная трудоемкость) разработки и перемещения грунта на первые 10 м (от величины $L_{ср}$), чел.-ч (маш.-ч);

$H''_{вр}$ – норма времени (единичная трудоемкость) разработки и перемещения грунта на каждые дополнительные десятки метров (от величины $L_{ср}$), чел.-ч (маш.-ч).

Значения $H'_{вр}$ и $H''_{вр}$ определяются в соответствии с группой грунта при его разработке бульдозерами (табл. 1 ЕНиР сб. Е2 В1).

Пример расчета

Средняя дальность перемещения грунта $L_{ср} = 120$ м. Для буль- дозера ДЗ-18 на базе трактора Т-100 при разработке II группы грунта

$$H_{вр}^{\delta} = H'_{вр} + H''_{вр}, \quad (16)$$

$$H_{вр}^{\delta} = 0,62 + 0,49 \cdot 11 = 6,01 \text{ чел.-ч (маш.-ч)}, \quad (17)$$

где $H'_{вр} = 0,62$ чел.-ч (маш.-ч) – норма времени, предусмотренная на перемещение грунта бульдозером на 10 м;

$H''_{вр} = 0,49$ чел.-ч (маш.-ч) – норма времени, предусмотренная на перемещение грунта бульдозером на каждые следующие десятки метров ($L_{ср} - 10,0$ м)/10.

В завершение расчета сменной эксплуатационной и нормативной производительностей бульдозера (п. 2.2 и 2.3) сравнивают значения $\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{б}}$ и $\Pi_{\text{н}}^{\text{б}}$. Приблизительное равенство величин ($\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{б}} \approx \Pi_{\text{н}}^{\text{б}}$) означает оптимальность принятой машины по техническим параметрам. В расчетной работе допускается разность данных величин в пределах $100 \text{ м}^3/\text{см}$, например, $\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{б}} = 85 \text{ м}^3/\text{см}$, $\Pi_{\text{н}}^{\text{б}} = 145 \text{ м}^3/\text{см}$.

Последующий расчет можно выполнять по $\Pi_{\text{н}}^{\text{б}}$ (при условии его близкого значения к $\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{б}}$), рекомендуется принимать в расчет минимальное значение сравниваемых производительностей Π_{min} .

3. ВЫБОР ГРУНТОУПЛОТНЯЮЩЕЙ МАШИНЫ (КАТКА)

Каток является вспомогательной машиной в комплекте планировочной техники. Каток принимается для послойного уплотнения грунта, отсыпаемого бульдозерами (или скреперами). Процесс послойного уплотнения грунта катком на площади насыпи принимается в соответствующих параграфах ЕНиР сб. Е2 В1 с учетом норм времени, приведенных в п. Б «Уплотнение площадей и поверхностей» в рассматриваемом параграфе.

Предварительно каток подбирают по техническим характеристикам (табл. П2.1–П2.6) либо по данным ЕНиР сб. Е2 В1 в соответствии с параграфами п. Б «Уплотнение площадей и поверхностей» рассматриваемого параграфа.

При выборе уплотняющей машины следует учитывать, что чем больше масса катка, тем выше его производительность, следовательно, тем большее количество бульдозеров потребуется принять в комплект.

Следует проверить наличие $N_{\text{вр}}$ на принятую марку машины по соответствующему параграфу ЕНиР сб. Е2 В1, а также наличие данных для его технико-экономического расчета (табл. П4.8).

Сменная эксплуатационная производительность грунтоуплотняющей машины (катка)

Для катка сменную производительность ($\text{м}^3/\text{см.}$) можно вычислить по формуле

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{к}} = \frac{v(B-D) \cdot h \cdot k_{\text{в}} \cdot c}{n}, \quad (18)$$

где v – скорость движения катка катка, м/с. В случае, если скорость катка (см. технические характеристики катка) приведена в м/ч, для перевода единиц измерения необходимо учесть величину, равную

$$3600, \text{ а именно } \Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{к}} = \frac{3600 \cdot v(B-D) \cdot h \cdot k_{\text{в}} \cdot c}{n} \quad (1 \text{ м/с} = 3600 \text{ м/ч} =$$

$= 3,6 \text{ км/ч}$). В случае, если в технических характеристиках скорость катка приведена в км/ч, для перевода единиц измерения учесть величину, равную 3,6, а именно

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{к}} = \frac{3,6 \cdot v(B-D) \cdot h \cdot k_{\text{в}} \cdot c}{n};$$

B – ширина полосы, укатываемой катком, м;

D – ширина полосы перекрытия следа катка, 0,15–0,3 м;

h – толщина слоя эффективного уплотнения, м;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины во времени, $k_{\text{в}} = 0,85 \dots 0,95$;

c – продолжительность смены, ч;

n – число проходов катка по одному следу (принять $n = 8$).

Нормативная производительность грунтоуплотняющей машины (катка)

Для катков нормативную производительность вычисляют по формуле

$$\Pi_{\text{н}}^{\text{к}} = \frac{a \cdot c}{H_{\text{вр}}^{\text{к}}}, \quad (19)$$

где $\Pi_{\text{н}}^{\text{к}}$ – нормативная производительность катка, $\text{м}^2/\text{см.}$, зависящая от принятой длины его гона; длину гона катка при работе в составе комплекта с ведущими машинами (бульдозерами) целесообразно принять равной менее 100 м.

Расчетная норма времени катка

Расчетная норма времени уплотнения площадей и поверхностей катком (чел.-ч (маш.-ч)) определяется по формуле

$$H_{вр}^к = H_{вр}^1 + H_{вр}^2, \quad (20)$$

где $H_{вр}^1$ – норма времени на работу катка при первых четырех проходах по одному следу, чел.-ч (маш.-ч);

$H_{вр}^2$ – норма времени работы катка на каждую проходку сверх первых четырех проходок по этому же следу, чел.-ч (маш.-ч).

Пример расчета

Например, при уплотнении грунта самоходным катком ДУ-31А массой 16 т при условии восьми проходок по одному следу и длине гона катка до 100 м

$$H_{вр}^к = 1,3 + 0,24 \cdot 4 = 2,26 \text{ чел.-ч (маш.-ч)}. \quad (21)$$

Число проходок при уплотнении площадей и поверхностей можно принять по табл. П2.7, П2.8. При отсутствии данных по количеству проходок катка по одному следу принять число проходок равным восьми.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ КОМПЛЕКТА ПЛАНИРОВОЧНЫХ МАШИН С ВЕДУЩЕЙ МАШИНОЙ БУЛЬДОЗЕРОМ. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА БУЛЬДОЗЕРОВ В КОМПЛЕКТЕ

4.1. Расчетная продолжительность работы машин

Определение расчетной продолжительности работы одного бульдозера

Продолжительность работы одного бульдозера является промежуточным результатом расчета, так как в конечном итоге комплект планировочных машин должен состоять из нескольких буль-

дозеров, работающих в комплекте с одним катком (с одной грунтоуплотняющей машиной).

Расчетная продолжительность работы одного бульдозера (дн.) при планировке площадки (разработка и перемещение нескального грунта) определяется по формуле

$$T_p^{1б} = \frac{V_B^{пл}}{\Pi_{min}^б \cdot S}, \quad (22)$$

где $T_p^{1б}$ – продолжительность работы одного бульдозера (промежуточная расчетная величина), дн.;

$V_B^{пл}$ – суммарный объем грунта (выемки) при планировке площадки, м³ (величина $V_B^{пл}$ принимается из балансовой ведомости с учетом коэффициента остаточного разрыхления);

$\Pi_{min}^б$ – минимальная производительность бульдозера, принятая в расчет ($\Pi_n^б$ или $\Pi_{см.экспл}^б$), м³/см.;

S – сменность работы машины. С целью максимального использования строительной техники целесообразно планировать работу машин в две смены ($S = 2$ смены).

Расчеты по подбору комплектов планировочных машин во всех рассматриваемых вариантах следует выполнять с учетом одинаковой сменности использования техники.

Определение расчетной продолжительности работы грунтоуплотняющей машины (катка)

Расчетная продолжительность $T_p^{1к}$ (дн.) работы катка (принятого в комплекте в количестве одной машины) определяется по формуле

$$T_p^{1к} = \frac{V_B^{пл}}{h_1^б \cdot \Pi_n^к \cdot S}, \quad (23)$$

где $h_1^б$ – толщина уплотняемого катком слоя грунта, принимается по техническим характеристикам катка (по соответствующему па-

раграфу ЕНиР или по прил. 2 (табл. П2.1–П2.6). Поскольку толщина уплотняемого катком слоя грунта существенно влияет на количество бульдозеров в комплекте машин, в расчетной работе рекомендуется в качестве h_1 принимать:

а) оптимальную толщину уплотняемого слоя грунта $h_{\text{опт}} = 0,9 h_1$ (т.е. 90 % максимального значения h_1);

б) усредненное значение толщины уплотняемого слоя грунта относительно приведенных в технических характеристиках катка.

Соотношение $\frac{V_{\text{пл}}}{h_1^6}$ в формуле (23) является переводом объема работ $V_{\text{в}}$ (м^3) в объем работ, выраженный суммарной площадью послойного уплотнения катком (м^2).

При планировании работы бульдозеров в две смены работу катка также следует принять в две смены ($S = 2$ смены).

4.2. Определение количества ведущих машин (бульдозеров), работающих в комплекте с катком

Количество бульдозеров $N_{\text{р}}^6$ (шт.) определяется отношением расчетных продолжительностей работы одного бульдозера (ведущей машины комплекта) и катка (вспомогательной машины комплекта):

$$N_{\text{р}}^6 = \frac{T_{\text{р}}^{16}}{T_{\text{к}}^{16}}. \quad (24)$$

По результату расчета $N_{\text{р}}^6$ принять целое количество бульдозеров N^6 . Необходимость уменьшения или увеличения расчетного значения $N_{\text{р}}^6$ до целого числа обусловлена допустимым значением процента плановой производительности труда (формулы для катка и бульдозеров, представленные ниже).

Результат расчета обуславливает комплектование машин. Например, комплект планировочных машин состоит из четырех ведущих машин – бульдозеров марки ДЗ-25 на базе трактора Т-180 и одной вспомогательной машины – катка марки ДУ-31А массой 16 т.

4.3. Определение плановой производительности (процента производительности) работы бульдозеров и катка в комплекте

Производительность работы грунтоуплотняющей машины (катка) (%)

$$\Pi_{\%}^{\kappa} = \frac{T_{\text{р}}^{\text{1к}}}{T_{\text{пр}}^{\text{1к}}} \cdot 100 \% \leq 120 \%, \quad (25)$$

где $\Pi_{\%}^{\kappa}$ – производительность работы грунтоуплотняющей машины (катка), %;

$T_{\text{пр}}^{\text{1к}}$ – принятая продолжительность работы одного катка; продолжительность должна быть кратной одной смене (0,5 дня составляет 1 рабочую смену), дн.

Например:

1) $T_{\text{р}} = 3,16$ дня, следует принять $T_{\text{пр}} = 3,0$ дня, при этом планируется повышенная производительность машины, но не более чем на 120 %;

2) $T_{\text{р}} = 3,6$ дня, следует принять $T_{\text{пр}} = 3,5$ (т.е. 3 полных рабочих дня и дополнительно одну смену, равную 0,5 дня);

3) $T_{\text{р}} = 3,84$ дня, следует принять $T_{\text{пр}} = 4,0$ дня (планируемая производительность работы машины может составлять менее 100 %, при этом считается, что высвобождаемое время рабочие используют на вспомогательные процессы, например на очистку машины).

Производительность работы бульдозера (%)

$$\Pi_{\%}^{\text{б}} = \frac{T_{\text{р}}^{\text{1б}}}{T_{\text{пр}}^{\text{1к}} \cdot N^{\text{б}}} \cdot 100 \% \leq 120 \%. \quad (26)$$

При несоблюдении условий (25) и (26) значение расчетного количества бульдозеров $N_{\text{р}}^{\text{б}}$ следует округлять в большую сторону до целого числа либо необходимо подобрать другой комплект планировочных машин.

4.4. Определение продолжительности работы комплекта (полного состава) планировочных машин

Общая методика расчета продолжительности любого комплекта планировочных машин

Общая методика расчета:

– по значениям ведущей машины (дн.)

$$T_{\text{вед.м}}^{\text{компл}} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{\Pi^{\text{вед.м}} \cdot N^{\text{вед.м}} \cdot S} + T_{\text{д}}^{\text{вед.м}}; \quad (27)$$

– по значениям вспомогательной машины (дн.)

$$T_{\text{всп.м}}^{\text{компл}} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{h_1 \cdot \Pi_{\text{всп.м}} \cdot N^{\text{всп.м}} \cdot S} + T_{\text{д}}^{\text{всп.м}}, \quad (28)$$

где $\Pi^{\text{вед.м}}$ – производительность, которая была учтена в формуле расчета продолжительности работы одной конкретной ведущей машины;

$T_{\text{д}}$ – время на доставку строительной техники от парка механизации до строительной площадки.

Время доставки $T_{\text{д}}$ рассчитать по формуле (дн.)

$$T_{\text{д}} = \frac{N_{\text{вр(д)}} \cdot L_{\text{д}}}{N_{\text{чел}} \cdot c \cdot S}, \quad (29)$$

где $N_{\text{вр(д)}}$ – норма времени на 1 км перемещения машин от парка механизации до строительной площадки, маш.-ч (ЕНиР сб. Е2 В1, гл. 1, табл. 3);

$L_{\text{д}}$ – дальность перегона машины (расстояние от парка механизации до строительной площадки), дальность принимается самостоятельно, например равной 5 км;

$N_{\text{чел}}$ – состав звена машинистов, обслуживающих машину, принимается соответственно параграфу ЕНиР сб. Е2 В1, регламентирующему $N_{\text{вр}}$ на использование машины в рассматриваемом процессе;

S – сменность при доставке машин на объект, принять равной 1,0 ввиду кратковременности выполнения процесса.

Для машин одного типа в комплекте достаточно определить время доставки на объект T_d для одной машины, предполагая их одновременную доставку на объект.

Требования одновременной занятости ведущих и вспомогательных машин во времени обусловлены необходимостью послойного уплотнения катком грунта, отсыпаемого ведущими машинами.

При учете величины $S = 2$ смены (т.е. при организации работы машин в две смены) продолжительность работ выражена в днях.

Продолжительность работы планировочного комплекта с бульдозерами в качестве ведущих машин

Продолжительность работы комплекта машин (смен) следует принять по максимальному значению, сравнивая продолжительность работы бульдозеров с продолжительностью работы уплотняющей машины (катка):

$$T_{\text{б}}^{\text{компл}} = T_{\text{б}}^{\text{б}} + T_{\text{д}}^{\text{б}} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{\Pi_{\text{см.экспл(н)}}^{\text{б}} \cdot N^{\text{б}}} + \frac{N_{\text{вр}}^{\text{д.б}} \cdot L_{\text{д}}^{\text{б}}}{N_{\text{чел}} \cdot \text{с}}, \quad (30)$$

$$T_{\text{к}}^{\text{компл}} = T_{\text{к}}^{\text{к}} + T_{\text{д}}^{\text{к}} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{h_{\text{л}}^{\text{б}} \cdot \Pi_{\text{н}}^{\text{к}} \cdot N^{\text{к}}} + \frac{N_{\text{вр}}^{\text{д.к}} \cdot L_{\text{д}}^{\text{к}}}{N_{\text{чел}} \cdot \text{с}}, \quad (31)$$

где $T_{\text{б}}^{\text{компл}}$ – продолжительность работы комплекта машин, определяемая по расчетным параметрам бульдозера, смен;

$T_{\text{к}}^{\text{компл}}$ – продолжительность работы комплекта машин, определяемая по расчетным параметрам катка, смен;

$T_{\text{д}}^{\text{б}}, T_{\text{д}}^{\text{к}}$ – продолжительность дополнительных работ, связанных с организацией подготовительных и заключительных работ, см. В качестве дополнительных работ предусмотреть доставку из парка механизации до строительной площадки соответственно бульдозера и уплотняющей машины (катка).

Время на доставку бульдозера $T_{д}^{\text{б}}$ и доставку катка $T_{д}^{\text{к}}$ от парка механизации до строительного объекта (смен) рассчитывается соответственно по формулам

$$T_{д}^{\text{б}} = \frac{N_{\text{вр(д)}}^{\text{б}} \cdot L_{д}}{N_{\text{чел}} \cdot c}, \quad (32)$$

$$T_{д}^{\text{к}} = \frac{N_{\text{вр(д)}}^{\text{к}} \cdot L_{д}}{N_{\text{чел}} \cdot c}, \quad (33)$$

где $N_{\text{вр(д)}}^{\text{б}}$, $N_{\text{вр(д)}}^{\text{к}}$ – норма времени на 1 км перемещения машин (на доставку соответственно бульдозера и катка на строительную площадку) (ЕНиР сб. Е2 В1, гл. 1, табл. 3), маш.-см.;

$L_{д}^{\text{б}}$, $L_{д}^{\text{к}}$ – дальность перегона соответственно бульдозеров и катка (расстояние от парка механизации до строительной площадки), дальность принимается самостоятельно, например равной 5 км;

$N_{\text{чел}}$ – количество человек, обслуживающих один бульдозер (состав звена машинистов) или один каток; принимается по соответствующему параграфу ЕНиР сб. Е2 В1.

Продолжительность работы бульдозеров и катка, выраженная в рабочих днях, определяется с учетом двухсменной работы машин по формулам

$$T_{\text{б}}^{\text{компл}} = \frac{T_{\text{б}}^{\text{компл}}}{S}, \quad (34)$$

$$T_{\text{к}}^{\text{компл}} = \frac{T_{\text{к}}^{\text{компл}}}{S}. \quad (35)$$

Продолжительность работы комплекта машин принимают кратно полноценной (по времени) рабочей смене: значения $T_{\text{б}}^{\text{компл}}$ и $T_{\text{к}}^{\text{компл}}$ округляют до 0,5 дней (0,5 дня составляет одну рабочую смену).

Корректировка результатов расчета продолжительности работ и количества бульдозеров в комплекте планировочных машин

1. В целом на количество бульдозеров в комплекте планировочных машин влияют следующие параметры:

1) дальность перемещения грунта $L_{\text{ср}}$ либо работа с организацией промежуточного вала грунта на расстоянии $L_{\text{ср}}/2$;

2) размеры отвала (ножа) бульдозера, следовательно, объем грунта, перемещаемого на ноже;

3) тяговая мощность бульдозера, следовательно, и его производительность;

4) марка (масса) катка, следовательно, и его производительность;

5) дальность хода катка, которую следует принять по размерам участков насыпи на планировочной площадке в сопоставлении с нормативной дальностью гона катка (ЕНиР сб. Е2 В1);

6) толщина слоя грунта, уплотняемого катком.

2. Корректировка количества бульдозеров (шт.) в комплекте может быть обусловлена директивным $T_{\text{дир}}$ (назначенным) сроком выполнения работ и выполнена в соответствии с формулой

$$N^{\text{б}} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{\Pi^{\text{вед.м}} \cdot T_{\text{дир}} \cdot S}. \quad (36)$$

5. ВЫБОР МАРКИ СКРЕПЕРА В КАЧЕСТВЕ ВЕДУЩЕЙ МАШИНЫ В КОМПЛЕКТЕ ПЛАНИРОВОЧНОЙ ТЕХНИКИ

5.1. Основные положения по выбору скрепера в качестве ведущей машины комплекта

Расчет предпочтительно выполнять, рассматривая скреперы разной мощности, добиваясь минимального различия значений между сменной эксплуатационной и нормативной производительностью машины $\Pi_{\text{н}}^{\text{с}}$ и $\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{с}}$.

Скреперами разрабатывают песчаные, глинистые, суглинистые, галечно-гравийные, связные грунты с обломочными включе-

ниями скальных пород. Цикл работы скрепера состоит из следующих операций: набора грунта, движения груженого скрепера, разгрузки ковша, движения порожнего скрепера.

При организации работы скреперов в качестве дополнительной операции может быть произведено предварительное рыхление плотных грунтов при значительном сопротивлении их резанию. Предварительному рыхлению подвергают грунты III и IV групп (ЕНиР сб. Е2 В1, гл. 1, табл. 1).

При загрузке скрепера плотными и тяжелыми грунтами используется трактор-толкач, обеспечивающий недостающее усилие тягача скрепера. Применение трактора-толкача позволяет:

- увеличить толщину стружки срезаемого грунта;
- уменьшить длину резания грунта;
- обеспечить полное наполнение ковша.

Тракторы-толкачи оборудованы толкающими плитами с амортизаторами.

В расчетной работе следует рассмотреть два варианта комплектов планировочных машин с ведущей машиной:

вариант № 1. $N^c + 1К$,

вариант № 2. $N^c + 1К + NT^{\text{толк}}$,

где N^c – количество скреперов (ведущих машин), полученное расчетом при условии работы скреперов в комплекте с одной уплотняющей машиной (катком);

1К – одна уплотняющая (вспомогательная) машина (каток самоходный или прицепной);

$NT^{\text{толк}}$ – толкачи (или один толкач); толкачом является трактор, предназначенный для дозагрузки скрепера.

В качестве отличительной особенности в рассматриваемых вариантах можно принять разные объемы ковшей скреперов: $q = 3 \text{ м}^3$; $q = 6,7 (7,0) \text{ м}^3$; $q = 10 \text{ м}^3$; $q = 15 \text{ м}^3$.

Выбор скреперов следует произвести с учетом рекомендаций (табл. П1.1–П1.3, рис. 4) и ЕНиР сб. Е2 В1 (§ Е2-1-21). Перед расче-

том проверить наличие норм времени на принятую марку скрепера, а также наличие данных для технико-экономического расчета (табл. П4.4–П4.6).

В расчете требуются следующие технические характеристики скреперов:

- объем ковша;
- ширина ковша (ножа);
- максимальная толщина срезаемой стружки.

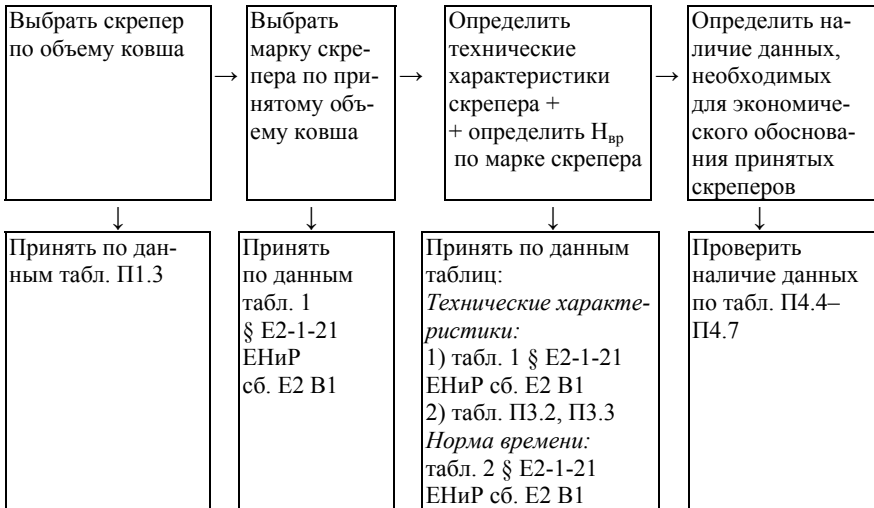


Рис. 4. Схема последовательности ориентировочного подбора скрепера

5.2. Определение сменной эксплуатационной и нормативной производительности скрепера

Сменная эксплуатационная производительность скрепера

Сменная эксплуатационная производительность скрепера ($\text{м}^3/\text{см}$) определяется по формуле

$$П_{\text{см.экспл}}^{\text{с}} = \frac{3600 \cdot c \cdot q \cdot k_1 \cdot k_b \cdot k_n}{t_{\text{ц}}^{\text{с}}}, \quad (37)$$

где q – вместимость ковша скрепера (технические характеристики), м^3 ;
 k_1 – коэффициент использования вместимости ковша,

$$k_1 = \frac{k_n}{k_{п.р}}, \quad (38)$$

k_n – коэффициент наполнения ковша рыхлым грунтом (табл. ПЗ.4 либо ПЗ.5), для использования данных предпочтительна табл. ПЗ.5, указывающая тип разрабатываемого грунта;

k_b – коэффициент использования скрепера во времени (ЕНиР сб. Е2 В1, прил. 4 «Коэффициенты использования по времени машин, кроме разработки грунта экскаваторами»); значение k_b принимать по строке соответствующего параграфа (ЕНиР сб. Е2 В1 § Е2-1-21).

k_h – коэффициент влияния глубины выемки и высоты насыпи на производительность скрепера:

а) для прицепных скреперов $k_h = 1,0$;

б) для самоходных скреперов для выемок глубиной до 2,0 м $k_h = 0,96$; при планировке площадки с максимальным уклоном $i = 0,005$ k_h можно также принять равным 1,0;

$t_{ц}^c$ – длительность цикла работы скрепера (с),

$$t_{ц}^c = t_3 + t_{г.х} + t_p + t_{п.х} + t_{пов}, \quad (39)$$

где t_3 , $t_{г.х}$, t_p , $t_{п.х}$, $t_{пов}$ – соответственно продолжительность загрузки скрепера, груженого хода, разгрузки, порожнего хода, поворотов. Суммарное время на два поворота скрепера принять для прицепных $t_{пов} = 28...60$ с, для самоходных $t_{пов} = 25$ с.

1. Продолжительность отдельных элементов цикла (с): загрузки скрепера, груженого хода, разгрузки, порожнего хода – рассчитываются соответственно по следующим формулам

$$t_3 = \frac{3,6L_3 \cdot K_{уск}}{v_3^c}, \quad (40)$$

$$t_{г.х} = \frac{3,6L_{г.х} \cdot K_{уск}}{v_{г.х}^c}, \quad (41)$$

$$t_p = \frac{3,6L_p \cdot K_{\text{уск}}}{v_p^c}, \quad (42)$$

$$t_{\text{п.х}} = \frac{3,6L_{\text{п.х}} \cdot K_{\text{уск}}}{v_{\text{п.х}}^c}, \quad (43)$$

где v^c – скорости движения скрепера на отдельных операциях разработки грунта, определяемые по техническим характеристикам; для прицепных скреперов значения можно принять по скоростям работы трактора в зависимости от типа разрабатываемого грунта (табл. П1.11). Рекомендуется выполнять операцию резания грунта на I–II передачах, перемещение грунта скрепером (груженный ход) производить на II–III передачах, разгрузку ковша выполнять на I или II передаче, порожний ход предусматривать на IV и V передачах;

$K_{\text{уск}}$ – коэффициент ускорения, замедления и переключения передач, принимаемый по табл. П1.9; при работе скрепера на I или II передачах $K_{\text{уск}} = 1$ (допускается интерполяция значений коэффициента).

2. Дальность пути скрепера L (м) на отдельных операциях определяется:

а) при загрузке ковша по данным табл. ПЗ.6 или по формуле (предпочтительнее определить L_3 расчетным методом)

$$L_3 = \frac{2q \cdot k_1 \cdot (1 + m_{\text{пр}})}{l_c \cdot h_1^c}, \quad (44)$$

где $m_{\text{пр}}$ – коэффициент призмы волочения (табл. ПЗ.9); при отсутствии точных данных по объему ковша значение данного коэффициента можно принять методом интерполяции;

l_c – ширина захвата скрепера (иначе – ширина резания или ширина ковша скрепера) принимается по техническим характеристикам, м;

h_1^c – толщина стружки при резании грунта (процесс набора грунта в ковш скрепера) (табл. ПЗ.2, ПЗ.3, ПЗ.7);

б) при перемещении грунта (груженный ход скрепера) по формулам:

– при разгрузке ковша скрепера до разворота на площади насыпи

$$L_{г.х} = L_{ср} - L_3 - L_p, \quad (45)$$

где L_p определяется по формуле, приведенной ниже;

– при разгрузке ковша скрепера после разворота на площади насыпи

$$L_{г.х} = L_{ср} - L_3; \quad (46)$$

в) длина пути при разгрузке грунта скреперами (м) принимается по табл. ПЗ.8 либо по формуле

$$L_p = \frac{q \cdot k_n}{h_2^c \cdot l_c}, \quad (47)$$

где h_2^c – толщина отгружаемого (отсыпаемого) скрепером слоя (м), максимально допустимая для уплотнения катком (см. технические характеристики катка);

г) длина пути порожнего хода $L_{п.х}$ может быть принята равной средней дальности перемещения грунта $L_{ср}$ (т.е. расстоянию между центрами выемки и насыпи планируемой площадки).

Нормативная производительность скрепера

Нормативная производительность скрепера ($\text{м}^3/\text{см.}$) определяется по общей формуле расчета для всех видов строительных машин

$$\Pi_n^c = \frac{a \cdot c}{H_{вр}^c}, \quad (48)$$

где $H_{вр}^c$ – норма времени разработки и перемещения грунта скрепером, чел.-ч (маш.-ч).

Расчетная производительность скрепера

Необходимо сравнить значения $\Pi_{\text{см.экспл}}^c$ и $\Pi_{\text{н}}^c$:

а) при их приблизительном равенстве предпочтительно принимать в расчет минимальное значение производительности скрепера, допускается выполнять расчет по $\Pi_{\text{н}}^c$;

в) в случае большого различия величин $\Pi_{\text{см.экспл}}^c$ и $\Pi_{\text{н}}^c$ в расчет можно принять одну из следующих производительностей:

– плановую производительность скрепера ($\text{м}^3/\text{см.}$)

$$\Pi_{\text{пл}}^c = (1,1 \dots 1,2) \cdot \Pi_{\text{н}}^c ; \quad (49)$$

– расчетно-плановую эксплуатационную производительность скрепера ($\text{м}^3/\text{см.}$)

$$\Pi_{\text{р.пл}}^c = \frac{\Pi_{\text{см.экспл}}^c + \Pi_{\text{н}}^c}{2} . \quad (50)$$

Значительное различие сравниваемых величин обусловлено возможностью скрепера транспортировать грунт на большие расстояния (1 км – для прицепных и 3 км – для самоходных скреперов), что значительно превышает расстояние транспортировки грунта, учитываемое в расчетной работе.

Предпочтительно выполнить расчет методом подбора машин (скреперов) разной мощности, добиваясь минимального различия значений $\Pi_{\text{н}}^c$ и $\Pi_{\text{см.экспл}}^c$.

5.3. Определение количества скреперов в комплекте планировочных машин и их плановой производительности (процента производительности труда)

Продолжительность работы одного скрепера

$$T_{\text{р}}^{1c} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{\Pi^c \cdot S} , \quad (51)$$

где Π^c – ранее принятая в расчет производительность скрепера (одно из следующих значений $\Pi_{\text{н}}^c$, $\Pi_{\text{см.экспл}}^c$, $\Pi_{\text{пл}}^c$, $\Pi_{\text{р.пл}}^c$).

Производительность грунтоуплотняющей машины (катка), используемого в комплекте со скреперами

При работе катка в составе комплекта с ведущими машинами – скреперами рекомендуется изменить длину гона катка до 200 м.

$$\Pi_{\text{н}}^{\text{к}} = \frac{a \cdot c}{H_{\text{вр}}^{\text{к}}}. \quad (52)$$

Продолжительность работы катка

Расчетная продолжительность (дн.) работы катка (принятого в комплекте в количестве одной машины) определяется по формуле

$$T_{\text{п}}^{\text{1к}} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{h_1^{\text{с}} \cdot \Pi_{\text{н}}^{\text{к}} \cdot S}. \quad (53)$$

Толщину уплотняемого слоя $h_1^{\text{с}}$ принять по максимальному значению, указанному в технических характеристиках катка, м. Технические характеристики скрепера позволяют отсыпать слой грунта максимум до 0,5 м, но максимальная толщина слоя грунта, уплотняемого катком, не превышает (для некоторых катков) 0,35 м.

Количество скреперов в комплекте планировочных машин

Количество скреперов в комплекте машин определяется по формуле

$$N_{\text{п}}^{\text{с}} = \frac{T_{\text{п}}^{\text{1с}}}{T_{\text{п}}^{\text{1к}}}, \quad (54)$$

где $N_{\text{п}}^{\text{с}}$ – расчетное количество скреперов в комплекте, шт.;

$T_{\text{п}}^{\text{1с}}$ – расчетная продолжительность работы одного скрепера, смен;

$T_{\text{п}}^{\text{1к}}$ – расчетная продолжительность работы одного катка, смен.

Определение процента производительности труда используемых машин

По результату расчета принять целое число скреперов, ориентируясь на плановую производительность (процент производительности) труда:

$$\Pi_{\%}^{\text{к}} = \frac{T_{\text{пр}}^{\text{к}}}{T_{\text{пр}}^{\text{к}}} \cdot 100 \% \leq 120 \%, \quad (55)$$

$$\Pi_{\%}^{\text{с}} = \frac{T_{\text{пр}}^{1\text{с}}}{T_{\text{пр}}^{\text{к}} \cdot N^{\text{с}}} \cdot 100 \% \leq 120 \%, \quad (56)$$

где $\Pi_{\%}^{\text{к}}$ – плановая производительность работы катка, %.

$T_{\text{пр}}^{\text{к}}$ – принятая продолжительность работы катка, смен;

$\Pi_{\%}^{\text{с}}$ – плановая производительность работы скреперов в комплексе, %;

$N^{\text{с}}$ – принятое число скреперов, шт.;

Продолжительность работы комплекта машин, ведущими машинами в котором являются скреперы

Продолжительность работы комплекта машин следует рассчитывать по продолжительности работы ведущих машин – скреперов $T_{\text{с}}^{\text{компл}}$ и вспомогательной машины – катка $T_{\text{к}}^{\text{компл}}$ (смен), в качестве окончательного результата можно принять максимальное значение:

$$T_{\text{с}}^{\text{компл}} = T^{\text{с}} + T_{\text{д}}^{\text{с}} = \frac{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}{\Pi_{\text{см.экспл(н)}}^{\text{с}} \cdot N^{\text{с}}} + \frac{H_{\text{вр(д)}}^{\text{с}} \cdot L_{\text{д}}}{N_{\text{чел}} \cdot \text{с}}, \quad (57)$$

$$T_{\text{к}}^{\text{компл}} = T^{\text{к}} + T_{\text{д}}^{\text{к}} = \frac{V_{\text{в}}}{h_{\text{уп}}^{\text{с}} \cdot \Pi^{\text{к}} \cdot N} + \frac{H_{\text{вр(д)}}^{\text{к}} \cdot L_{\text{д}}}{N_{\text{чел}} \cdot \text{с}}. \quad (58)$$

Продолжительность работы скрепера или катка (уплотняющей машины) в днях определяется по формуле, учитывающей сменность выполнения работы:

$$T_{c(k)}^{\text{компл}} = \frac{T_{c(k)}^{\text{компл}}}{S}. \quad (59)$$

5.4. Определение количества скреперов, обслуживаемых одним толкачом

В случае разработки плотных или тяжелых грунтов в комплект машин целесообразно включать толкачи, обеспечивающие полную загрузку скреперов.

При необходимости использования толкача рассчитывают длительность его цикла

$$t_{\text{ц,тол}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (60)$$

где t_1 – время загрузки скрепера с использованием толкача, $t_1 = t_3$ (t_3 определяется по формуле (40)), с;

$t_2 = 15$ с (время возвращения толкача в исходную позицию);

$t_3 = 20$ с (время подхода толкача к очередному скреперу);

$t_4 = 15$ с (продолжительность переключения передач и остановок перед началом толкания).

Количество скреперов (шт.), обслуживаемых одним трактор-толкачом, определяется соотношением

$$n^c = \frac{t_{\text{ц}}^c}{t_{\text{ц,тол}}}. \quad (61)$$

Число скреперов, обслуживаемых одним толкачом, можно принять по практическим рекомендациям (табл. ПЗ.11). При использовании в комплекте одного скрепера принимается один трактор-толкач без расчета.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОМПЛЕКТА ПЛАНИРОВОЧНЫХ МАШИН

Выбор оптимального комплекта планировочных машин должен быть обоснован технико-экономическим расчетом, при выборе учитываются также количество ведущих машин в комплекте и планируемая производительность (процент производительности труда).

К основным технико-экономическим показателям занятости комплекта планировочных машин относят:

- общую трудоемкость планировки площадки Q , чел.-см. (маш.-см.);

- удельную трудоемкость разработки и перемещения 1 м^3 грунта g , чел.-см. (маш.-см.);

- себестоимость выполнения всего объема планировочных работ C_o , руб.;

- себестоимость единицы объема планировочных работ (1 м^3 грунта) C_e , руб.;

- удельные капиталовложения комплексной механизации планировочных работ $k_{уд}$, руб.;

- приведенные затраты на выполнение единицы объема планировочных работ $\Pi_{прив.з}$, руб.;

- количество ведущих машин в комплекте N , шт.;

- продолжительность работы комплекта машин $T^{компл}$, дн.

Решающим экономическим показателем при выборе оптимального варианта является минимальное значение приведенных затрат.

В методическом пособии представлены следующие разделы расчета:

- п. 6.1 – общая методика экономического определения оптимального комплекта планировочных машин;

- п. 6.2 – рекомендации к расчету экономического обоснования оптимального планировочного комплекта с ведущей машиной – бульдозером;

– п. 6.3 – рекомендации к расчету экономического обоснования оптимального планировочного комплекта с ведущей машиной скрепером.

Результаты технико-экономического расчета представить в табличной форме (табл. 1).

Кроме основных технико-экономических показателей работы комплекта планировочных машин в табл. 1 можно представить такие промежуточные показатели, как:

- производительность ведущей машины, принимаемая в расчетах, маш.-см.;
- количество смен работы машины в году, дн.;
- инвентарная стоимость машино-смены, руб.;
- себестоимость машино-смены, руб.;
- расчетная стоимость машин, входящих в комплект, руб.;
- годовая эксплуатационная производительность, маш.-см.

Т а б л и ц а 1

Технико-экономические показатели комплектов
планировочных машин

Наименование показателей	Единицы измерения	Варианты			
		I	II	III	IV
		Марка бульдозера (марка трактора)	Марка бульдозера (марка трактора)	Марка скрепера (объем ковша)	Марка скрепера (объем ковша)
1	2	3	4	5	6

По результатам расчета, сведенным в табл. 1, сформулировать вывод по выбору окончательного (оптимального) варианта комплекта планировочных машин.

6.1. Общая методика расчета технико-экономического обоснования комплекта планировочных машин

Методика расчета нормативной и проектируемой (принятой) трудоемкости на весь объем работ планировки площадки комплектом машин

Различают нормативную Q_n и принятую (проектируемую) $Q_{пр}$ трудоемкости выполнения процессов.

Нормативная трудоемкость планировки площади комплектом планировочных машин (чел.-ч (маш.-ч)) определяется по формуле

$$Q_n = \left(\sum N_{вр(i)} \cdot \frac{V_i}{a} \right); \quad (62)$$

принятая (проектируемая) трудоемкость (чел.-см. (маш.-см.)) рассчитывается по формуле

$$Q_{пр} = T_{вед.м}^{компл} \cdot N^{вед.м} \cdot S + T_{всп.м}^{компл} \cdot N^{всп.м} \cdot S, \quad (63)$$

где $N_{вр(i)}$ – норма времени на выполнение единицы (m^2 , m^3 , $100 m^2$, $100 m^3$, $1000 m^2$, ...) продукции звеном рабочих, чел.-ч (маш.-ч);

V_i – рассматриваемый объем работ (m^2 , m^3 , $100 m^2$, $100 m^3$, $1000 m^2$, ...);

a – единичный объем, на который приведены нормы времени в сборниках ЕНиР (m^2 , m^3 , $100 m^2$, $100 m^3$, $1000 m^2$, ...);

$T_{вед.м}^{компл}$, $T_{всп.м}^{компл}$ – соответственно продолжительность работы ведущих и вспомогательных машин, см.

В формуле (63) можно использовать одну принятую продолжительность, одинаковую для ведущих и вспомогательной машин.

Сравнение вариантов комплектов планировочных машин следует производить по нормативной и принятой (проектируемой) трудоемкости выполнения работ (чел.-см. (маш.-см.)), приведенных к одним единицам измерения:

$$Q'_n = \frac{Q_n}{c}. \quad (64)$$

Удельные трудоемкости ($\text{м}^3/\text{см.}$), нормативная $g_{\text{н}}$ и принятая $g_{\text{пр}}$, и разработки 1 м^3 грунта при планировке площадки комплектом машин определяются соответственно по следующим формулам:

$$g_{\text{н}} = \frac{Q'_{\text{н}}}{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}, \quad (65)$$

$$g_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}. \quad (66)$$

Методика расчета себестоимости разработки всего объема планировочных работ

Себестоимость разработки всего объема планировочных работ (руб.) рассчитывается по формуле

$$C_0 = 1,08 \cdot \left(\sum C_{\text{м-см}} \cdot N_i \cdot T_i + \sum C_{\text{д}} \right) + 1,53 \cdot \sum 3_i, \quad (67)$$

где $\sum C_{\text{м-см}}$ – сумма стоимости машино-смен всех машин, входящих в комплект, руб.;

N_i – количество однотипных машин в комплекте, шт.;

T_i – продолжительность работы комплекта машин, смен;

$\sum C_{\text{д}}$ – дополнительные единовременные затраты, связанные с организацией механизированных работ и неучтенные в себестоимости машино-смены, в расчетах принять $\sum C_{\text{д}} = 0$ руб.;

1,08 и 1,53 – коэффициенты накладных расходов соответственно на эксплуатацию машин и заработную плату.

Стоимость машино-смены $C_{\text{м-см}}$ для любого вида машин можно определить двумя способами:

1) принять по данным прил. «Сборник сметных цен эксплуатации строительных машин» СНиП IV-3-82;

2) рассчитать по формуле

$$C_{\text{м-см}} = \frac{E}{T_i} + \frac{\Gamma}{T_{\text{н.г}}} + C_{\text{экспл}}, \quad (68)$$

где E – единовременные расходы по доставке машин от парка механизации до строительной площадки, руб.;

T_i – расчетная продолжительность работы комплекта рассматриваемых машин $T^{\text{компл}}$, смен;

Γ – годовые затраты, связанные с амортизационными отчислениями на полное восстановление и на капитальный ремонт машин, руб.;

$T_{\text{н.г}}$ – нормативное количество смен работы машины в году, смен;

$C_{\text{экспл}}$ – эксплуатационные расходы, руб.

При отсутствии данных на годовые затраты выполнить расчет по формуле

$$\Gamma = \frac{M_i \cdot A \cdot 1,1}{100}, \quad (69)$$

где M_i – инвентарно-расчетная стоимость машины, руб.;

A – амортизационные отчисления, %.

Инвентарно-расчетная стоимость машины при отсутствии рекомендуемых данных может быть рассчитана по формуле

$$M_i = \Pi_i \cdot 1,07, \quad (70)$$

где Π_i – оптово-отпускная цена рассматриваемой машины, принимается по прейскуранту 22-01 «Машины и оборудование строительные и дорожные»;

1,07 – коэффициент перехода от оптово-отпускной цены машины к ее инвентарно-расчетной стоимости.

Методика расчета себестоимости разработки единицы продукции (1 м³ грунта) C_e комплектом планировочных машин

Себестоимость (руб.), разработки единицы продукции (1 м³ грунта) комплектом планировочных машин рассчитывается по формуле

$$C_e = \frac{C_o}{V_{\text{пл}}^{\text{в}}}. \quad (71)$$

Методика расчета удельных капитальных вложений на единицу работ

Удельные капитальные вложения (руб.) рассчитываются по формуле

$$K_{\text{уд}} = \frac{\sum C_p}{\sum \Pi_{\text{Г.экспл}}}, \quad (72)$$

где $\sum C_p$ – расчетная стоимость всех машин, входящих в комплект (руб.),

$$C_p = \sum M_i \cdot N_i; \quad (73)$$

$\sum \Pi_{\text{Г.экспл}}$ – годовая эксплуатационная производительность машин, входящих в комплект, м³/см.,

$$\Pi_{\text{Г.экспл}} = \sum \Pi_{\text{см.экспл}(i)} \cdot T_{\text{н.г}(i)}, \quad (74)$$

где $\Pi_{\text{см.экспл}(i)}$ – сменная эксплуатационная производительность рассматриваемой машины, м³/см.;

$T_{\text{н.г}(i)}$ – нормативное количество смен работы рассматриваемой машины в году, смен.

Методика расчета приведенных затрат на разработку единицы продукции (1 м³ грунта) комплектом планировочных машин

Приведенные затраты на разработку и перемещение 1 м³ грунта комплектом планировочных машин (руб.) определяются по формуле

$$\Pi_{\text{прив.з}} = C_e + E_n \cdot K_{\text{уд}}, \quad (75)$$

где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, характеризуется величиной, обратной сроку окупаемости капитальных вложений, в строительстве принимается $E_n = 0,12$.

Методика расчета экономической эффективности разработки грунта оптимальным комплектом машин

Определив оптимальный вариант (I) комплекта планировочных машин по минимальным приведенным затратам, вычисляют его экономическую эффективность по сравнению с вариантом (II), близким к оптимальному по экономическим показателям:

$$\Xi_3 = (C_e^I - C_e^{II}) + E_H \cdot (K_{уд}^I - K_{уд}^{II}), \quad (76)$$

где Ξ_3 – величина экономической эффективности разработки 1 м^3 грунта оптимальным комплектом планировочных машин по отношению к сравниваемому варианту (руб.). Рассматривается абсолютное значение величины без учета знака.

Эффективность разработки всего объема работ определяется по формуле

$$\Xi'_3 = \Xi_3 \cdot V_B^{пл}. \quad (77)$$

6.2. Рекомендации к расчету экономического обоснования оптимального планировочного комплекта с ведущей машиной бульдозером

Трудоемкость разработки, перемещения и уплотнения грунта при планировке площадки комплектом машин (бульдозеры + каток)

А. Нормативная трудоемкость планировки площади (с объемом грунта $V_B^{пл}$) (чел.-ч (маш.-ч)) определяется по формуле

$$Q_H^6 = H_{вр}^6 \cdot \frac{V_B^{пл}}{a} + H_{вр}^K \cdot \frac{V_B^{пл}}{a \cdot h_{уп}^6} + H_{вр}^{д.6} \cdot L_d^6 \cdot N^6 + H_{вр}^{д.к} \cdot L_d^K \cdot N^K, \quad (78)$$

где $H_{вр}^6 \cdot \frac{V_B^{пл}}{a}$ – трудоемкость разработки и перемещения грунта бульдозерами, чел.-ч (маш.-ч);

$H_{вр}^K \cdot \frac{V_B^{пл}}{a \cdot h_{уп}^6}$ – трудоемкость уплотнения грунта катком, чел.-ч

(маш.-ч);

$H_{вр}^{д.6} \cdot L_d^6 \cdot N^6$ – трудоемкость доставки бульдозеров на объект, чел.-ч (маш.-ч);

$N_{вр}^{д.к} \cdot L_{д}^к \cdot N^к$ – трудоемкость доставки катка на объект, чел.-ч (маш.-ч).

Нормативную трудоемкость Q_n следует перевести из чел.-ч (маш.-ч) в чел.-см. (маш.-см.):

$$Q_n^б = Q_n^б / c. \quad (79)$$

Б. Проектируемая (принятая) трудоемкость планировки площадки (с объемом грунта $V_{в}^{пл}$) (чел.-см. (маш.-см.)) определяется по формуле

$$Q_{пр}^б = T_{б}^{компл} \cdot S \cdot N^б + T_{к}^{компл} \cdot S \cdot N^к + \frac{N_{вр}^{д.б} \cdot L_{д} \cdot N^б}{c} + \frac{N_{вр}^{д.к} \cdot L_{д} \cdot N^к}{c} \quad (80)$$

при условии, что продолжительность работы машин комплекта $T_{б}^{компл}$ и $T_{к}^{компл}$ приняты (в формуле (80)) в днях;

$T_{б}^{компл} \cdot S \cdot N^б$ – проектируемая трудоемкость планировки площадки бульдозерами, чел.-см./маш.-см. ($T_{б}^{компл}$ в днях);

$T_{к}^{компл} \cdot S \cdot N^к$ – проектируемая трудоемкость уплотнения грунта катком, чел.-см./маш.-см. ($T_{к}^{компл}$ в днях);

$\frac{N_{вр}^{д.б} \cdot L_{д} \cdot N^б}{c}$ – проектируемая трудоемкость на доставку

бульдозеров от парка строительной техники до строительного объекта, чел.-см./маш.-см.;

$\frac{N_{вр}^{д.к} \cdot L_{д} \cdot N^к}{c}$ – проектируемая трудоемкость на доставку кат-

ка от парка строительной техники до строительного объекта, чел.-см./маш.-см.

В. Удельная нормативная и принятая трудоемкость разработки 1 м^3 грунта (чел.-см./маш.-см.) при планировке площадки комплектом машин определяется по формулам

$$g_n^б = \frac{Q_n^б}{V_{в}^{пл}}, \quad (81)$$

$$g_{\text{пр}}^{\text{б}} = \frac{Q_{\text{пр}}^{\text{б}}}{V_{\text{в}}}. \quad (82)$$

Себестоимость механизированных работ при планировке площадки комплектом машин

Стоимость машино-смены ($C_{\text{м-см}}$) для бульдозера и катка, как и для любого вида машин, можно определить двумя способами:

1) принять по данным СНиП IV-3-82 (прил. «Сборник сметных цен эксплуатации строительных машин»), стоимость машино-смен $C_{\text{м-см}}$ приведена в виде стоимости одного машино-часа, в расчете требуется увеличить ее значение на продолжительность рабочей смены;

2) рассчитать соответственно по формулам

$$C_{\text{м-см}}^{\text{б}} = \frac{E^{\text{б}}}{T_{\text{б}}^{\text{компл}}} + \frac{\Gamma^{\text{б}}}{T_{\text{н.г}}^{\text{б}}} + C_{\text{экспл}}^{\text{б}}, \quad (83)$$

$$C_{\text{м-см}}^{\text{к}} = \frac{E^{\text{к}}}{T_{\text{к}}^{\text{компл}}} + \frac{\Gamma^{\text{к}}}{T_{\text{н.г}}^{\text{к}}} + C_{\text{экспл}}^{\text{к}}, \quad (84)$$

где $E^{\text{б}}$, $E^{\text{к}}$ – единовременные расходы на доставку бульдозеров и катка от парка механизации до строительной площадки, руб.;

$T_{\text{б}}^{\text{компл}}$, $T_{\text{к}}^{\text{компл}}$ – расчетные продолжительности работы комплекта машин, определяются для бульдозеров (формула (30)) и для катка (формула (31)) либо принимается одно значение продолжительности работы комплекта рассматриваемых машин, смен;

$\Gamma^{\text{б}}$, $\Gamma^{\text{к}}$ – годовые затраты, связанные с амортизационными отчислениями на полное восстановление и капитальный ремонт машин, руб.;

$T_{\text{н.г}}$ – нормативное количество смен работы машины в году.

Значения E , Γ , $T_{\text{н.г}}$, $C_{\text{экспл}}$ принять по данным:

– для бульдозеров см. табл. П4.1–П4.3, П4.9;

– для уплотняющих машин см. табл. П4.8.

При отсутствии данных на годовые затраты бульдозера ($\Gamma^{\text{б}}$) или катка ($\Gamma^{\text{к}}$) выполнить расчет по формуле

$$\Gamma^{\text{б(к)}} = \frac{M_i^{\text{б(к)}} \cdot A^{\text{б(к)}} \cdot 1,1}{100}, \quad (85)$$

где M_i – инвентарно-расчетная стоимость машины;

$A^{\text{б(к)}}$ – амортизационные отчисления, % (см. табл. П4.1–П4.3, П4.8);

Инвентарно-расчетная стоимость машины M_i при отсутствии рекомендуемых данных может быть рассчитана по формуле

$$M_i = \text{Ц}_i \cdot 1,07, \quad (86)$$

где Ц_i – оптово-отпускная цена рассматриваемой машины, принимается по прейскуранту 22-01 «Машины и оборудование строительные и дорожные»;

1,07 – коэффициент перехода от оптово-отпускной цены машины к ее инвентарно-расчетной стоимости.

Себестоимость разработки всего объема грунта при планировке площадки комплектом машин (бульдозеры + каток)

Себестоимость разработки всего объема грунта (руб.) определяется по формуле

$$C_o^{\text{компл.б(к)}} = 1,08(C_{\text{м-см}}^{\text{б}} \cdot T_{\text{б}}^{\text{компл}} \cdot N^{\text{б}} + C_{\text{м-см}}^{\text{к}} \cdot T_{\text{к}}^{\text{компл}} \cdot N^{\text{к}}). \quad (87)$$

Себестоимость разработки единицы продукции C_e (1 м³ грунта) при планировке площадки комплектом машин (бульдозеры + каток).

Себестоимость разработки (руб.) комплектом планировочных машин рассчитывается по формуле

$$C_e = \frac{C_o^{\text{компл.б(к)}}}{V_{\text{в}}^{\text{пл}}}. \quad (88)$$

Удельные капитальные вложения на единицу работ при планировке площадки комплектом машин (бульдозеры + каток)

Удельные капитальные вложения на единицу работ определяются по формуле

$$K_{\text{уд}}^{\text{б}} = \frac{C_{\text{р}}^{\text{б}}}{\Pi_{\text{Г.экспл}}^{\text{б}}} + \frac{C_{\text{р}}^{\text{к}}}{\Pi_{\text{Г.экспл}}^{\text{к}}}, \quad (89)$$

$$C_{\text{р}}^{\text{б}} = M_i^{\text{б}} \cdot N^{\text{б}}, \quad (90)$$

$$C_{\text{р}}^{\text{к}} = M_i^{\text{к}} \cdot N^{\text{к}}, \quad (91)$$

$$\Pi_{\text{Г.экспл}}^{\text{б}} = \Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{б}} \cdot T_{\text{н.г}}^{\text{б}} \cdot N^{\text{б}}, \quad (92)$$

$$\Pi_{\text{Г.экспл}}^{\text{к}} = \Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{к}} \cdot T_{\text{н.г}}^{\text{к}} \cdot N^{\text{к}}, \quad (93)$$

где $C_{\text{р}}^{\text{б}}$, $C_{\text{р}}^{\text{к}}$ – расчетные стоимости соответственно бульдозеров и катка, руб.;

$M_i^{\text{б}}$, $M_i^{\text{к}}$ – инвентарно-расчетные стоимости соответственно бульдозера и катка, рассчитываются по формуле (86) или приведены для бульдозеров в табл. П4.1–П4.2 и для катка в табл. П4.8;

$T_{\text{н.г}}^{\text{б}}$, $T_{\text{н.г}}^{\text{к}}$ – нормативная продолжительность работы соответственно бульдозера и катка, значения принять по табл. П4.9 (данные приведены в сменах) либо

– для бульдозеров по табл. П4.1–П4.3 (данные приведены в часах);

– для уплотняющих машин по табл. П4.8 (данные приведены в часах). Нормативную продолжительность принять в расчет в сменах.

$\Pi_{\text{Г.экспл}}^{\text{б}}$, $\Pi_{\text{Г.экспл}}^{\text{к}}$ – годовые эксплуатационные производительности соответственно бульдозера и катка, м³/см.

Примечание. Приведенные затраты на разработку и перемещение 1 м³ грунта данным комплектом машин следует определять по формуле (75); экономическую эффективность разработки 1 м³ грунта в соответствии с формулой (76) и эффективность разработки всего объема грунта рассчитывать по формуле (77).

Результаты расчета свести в табл. 1.

6.3. Рекомендации к технико-экономическому расчету комплекта планировочных машин с ведущей машиной скрепером

В данном методическом пособии приведена методика расчета комплекта планировочных машин, включающего скреперы, толкач (используемый для обслуживания самоходных скреперов) и уплотняющую машину (каток). При использовании в комплекте рыхлителей, планировочных бульдозеров и прочей техники расчет требует соответствующего дополнения.

Нормативная трудоемкость разработки и перемещения грунта комплектом машин (скреперы + толкач, обслуживающий самоходные скреперы + каток)

Нормативная трудоемкость разработки всего объема грунта (объем выемки $V_B^{пл}$) при планировке площадки (чел.-ч/маш.-ч)

$$Q_H^c = H_{вр}^c \cdot \frac{V_B^{пл}}{a} + H_{вр}^k \cdot \frac{V_B^{пл}}{a \cdot h_{уп}^c} + \frac{H_{вр}^c \cdot V_B^{пл}}{n_c \cdot a} + H_{вр}^{д.с} \cdot L_d^c \cdot N^c + \\ + H_{вр}^{д.к} \cdot L_d^k \cdot N^k + H_{вр}^t \cdot L_d^t \cdot N^t, \quad (94)$$

где $H_{вр}^c \cdot \frac{V_B^{пл}}{a}$ – нормативная трудоемкость разработки грунта скреперами;

$H_{вр}^k \cdot \frac{V_B^{пл}}{a \cdot h_{уп}^c}$ – нормативная трудоемкость уплотнения грунта

катком;

$\frac{H_{вр}^c \cdot V_B^{пл}}{n_c \cdot a}$ – трудоемкость загрузки скреперов толкачом;

$H_{вр}^{д.с} \cdot L_d^c \cdot N^c$ – трудоемкость на доставку скреперов от парка строительной техники до строительного объекта;

$H_{вр}^{д.к} \cdot L_d^k \cdot N^k$ – трудоемкость на доставку катка от парка строительной техники до строительного объекта;

$H_{вр}^t \cdot L_d^t \cdot N^t$ – трудоемкость на доставку толкача от парка строительной техники до строительного объекта.

При отсутствии в комплекте толкача (т.е. при занятости прицепного скрепера) формула (94) трансформируется, исчезают третья и последнее слагаемые.

Нормативную трудоемкость данного комплекта машин Q_n следует перевести из чел.-ч/маш.-ч в чел.-см./маш.-см.:

$$Q_n^c = Q_n^c / c. \quad (95)$$

Проектируемая (принятая) трудоемкость разработки всего объема грунта $V_b^{пл}$ при планировке площадки скреперами (чел.-см./маш.-см.) рассчитывается по формуле

$$Q_{пр}^c = T_c^{компл} \cdot N^c \cdot S + T_T^{компл} \cdot N^T \cdot S + T_k^{компл} \cdot N^k \cdot S + \frac{H_{вр}^{д.с} \cdot L_d \cdot N^c}{c} + \frac{H_{вр}^{д.к} \cdot L_d \cdot N^k}{c} + \frac{H_{вр}^{д.т} \cdot L_d \cdot N^T}{c}, \quad (96)$$

где $T_c^{компл} \cdot N^c \cdot S$ – проектируемая трудоемкость планировки площадки скреперами (где $T_c^{компл}$ в днях);

$T_T^{компл} \cdot N^T \cdot S$ – трудоемкость загрузки скреперов толкачом (где $T_T^{компл}$ в днях);

$T_k^{компл} \cdot N^k \cdot S$ – проектируемая трудоемкость уплотнения грунта катком (где $T_k^{компл}$ в днях);

$\frac{H_{вр}^{д.с} \cdot L_d \cdot N^c}{c}$ – проектируемая трудоемкость на доставку скреперов от парка строительной техники до строительного объекта;

$\frac{H_{вр}^{д.к} \cdot L_d \cdot N^k}{c}$ – проектируемая трудоемкость на доставку толкача от парка строительной техники до строительного объекта;

$\frac{H_{вр}^{д.т} \cdot L_d \cdot N^T}{c}$ – проектируемая трудоемкость на доставку катка от парка строительной техники до строительного объекта.

Удельная трудоемкость разработки 1 м³ грунта комплектом машин со скреперами в качестве ведущей машины

Определяется по формулам

$$g_H^c = \frac{Q_H^c}{V_B^{\text{пл}} \cdot c}, \quad (97)$$

$$g_{\text{пр}}^c = \frac{Q_{\text{пр}}}{V_B^{\text{пл}}}. \quad (98)$$

Себестоимость разработки механизированных работ комплектом машин

Себестоимость разработки всего объема земляных работ комплектом машин (руб.)

$$C_o^c = 1,08(C_{\text{м-см}}^c \cdot T_c^{\text{компл}} \cdot N^c + C_{\text{м-см}}^T \cdot T_T^{\text{компл}} \cdot N^T + C_{\text{м-см}}^K \cdot T_K^{\text{компл}} \cdot N^K). \quad (99)$$

Значения $C_{\text{м-см}}$ для скрепера, толкача, катка можно рассчитать, используя общую формулу расчета (68) или по аналогии с расчетом комплекта с ведущими машинами бульдозерами (по формулам (83) и (84)), а также можно принять по СНиП IV-3–82 (прил. «Сборник сметных цен эксплуатации строительных машин»). При наличии данных стоимости одного машино-часа в расчетах учитывать продолжительность рабочей смены (с), т.е. в расчет принимать стоимость машино-смены.

Себестоимость разработки единицы продукции (1 м³ грунта) комплектом машин с ведущими машинами скреперами (руб.) определяется по формуле

$$C_e^c = \frac{C_o^{\text{с.компл}}}{V_B^{\text{пл}}}. \quad (100)$$

Удельные капитальные вложения на единицу работ комплектом машин с ведущими машинами скреперами

Для определения удельных капиталовложений (руб.) используют формулу

$$K_{\text{уд}}^c = \frac{C_p^c}{\text{П}_{\text{см.экспл}}^{\text{год.с}}} + \frac{C_p^K}{\text{П}_{\text{см.экспл}}^{\text{год.к}}} + \frac{C_p^T}{\text{П}_{\text{см.экспл}}^{\text{год.т}}}, \quad (101)$$

где C_p^c , C_p^k , C_p^t – расчетная стоимость соответственно скрепера, катка, толкача (т.е. машин, входящих в комплект планировочных машин);

$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{год.с}}$, $\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{год.т}}$, $\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{год.к}}$ – годовая эксплуатационная производительность машин, соответственно скрепера, толкача, катка, м³/год,

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{год.с}} = \Pi_{\text{см.экспл}}^c \cdot T_{\text{н.г}}^c \cdot N^c, \quad (102)$$

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{год.т}} = \Pi_{\text{см.экспл}}^t \cdot T_{\text{н.г}}^t \cdot N^t, \quad (103)$$

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{год.к}} = \Pi_{\text{см.экспл}}^k \cdot T_{\text{н.г}}^k \cdot N^k, \quad (104)$$

$T_{\text{н.г}}^c$, $T_{\text{н.г}}^t$, $T_{\text{н.г}}^k$ – нормативная продолжительность работы соответственно скрепера, толкача и катка (значения принять по табл. П4.9, данные приведены в сменах) либо

- для скрепера по табл. П4.4, П4.5 (данные приведены в часах);
- для толкача по табл. П4.7 (данные приведены в часах);
- для катка по табл. П4.8 (данные приведены в часах).

Нормативную продолжительность принять в расчет в сменах.

Примечание. Приведенные затраты на разработку и перемещение 1 м³ грунта данным комплектом машин следует определять по формуле (75); экономическую эффективность разработки 1 м³ грунта в соответствие с формулой (76) и эффективность разработки всего объема грунта рассчитывать по формуле (77).

Результаты расчета свести в табл. 1.

7. ВЫБОР КОМПЛЕКТА ЗЕМЛЕРОЙНОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

При разработке котлованов, траншей и отдельных ямочных котлованов могут быть использованы экскаваторы периодического действия. К ним относят одноковшовые экскаваторы, классифицируемые по виду сменного оборудования: «прямая» лопата $\mathcal{E}_{\text{п.л}}$, «обратная» лопата $\mathcal{E}_{\text{о.л}}$, драглайн $\mathcal{E}_{\text{д}}$, грейфер $\mathcal{E}_{\text{гр}}$.

Структура предварительного подбора одноковшового экскаватора представлена на рис. 5. Для выбора оптимальной землерой-

ной техники (одноковшового экскаватора в комплекте с транспортными средствами) следует рассмотреть два варианта. В качестве отличительных особенностей сравниваемых вариантов можно принять:

- 1) различное сменное оборудование экскаватора ($\mathcal{E}_{п.л.}$, $\mathcal{E}_{о.л.}$, $\mathcal{E}_{д.}$, $\mathcal{E}_{гр.}$);
- 2) различные объемы ковшей (0,8; 1,0; 1,1 м³);
- 3) разные мощности экскаваторов (различные марки экскаваторов).

Предварительный подбор землеройных машин следует принять по регламентируемой области их применения (табл. П5.1–П5.3). Одноковшовые экскаваторы должны обеспечивать следующие технические параметры:

- 1) глубину разрабатываемой выемки (табл. П5.4, П5.5);
- 2) ширину забоя, обеспечивающую требуемую ширину выемки (по низу, по верху) при принятой схеме движения экскаватора;
- 3) формирование отвала грунта, предназначенного для обратной засыпки, и обеспечение требуемого расстояния от бровки выемки до отвала грунта;
- 4) загрузку грунта в транспортные средства.

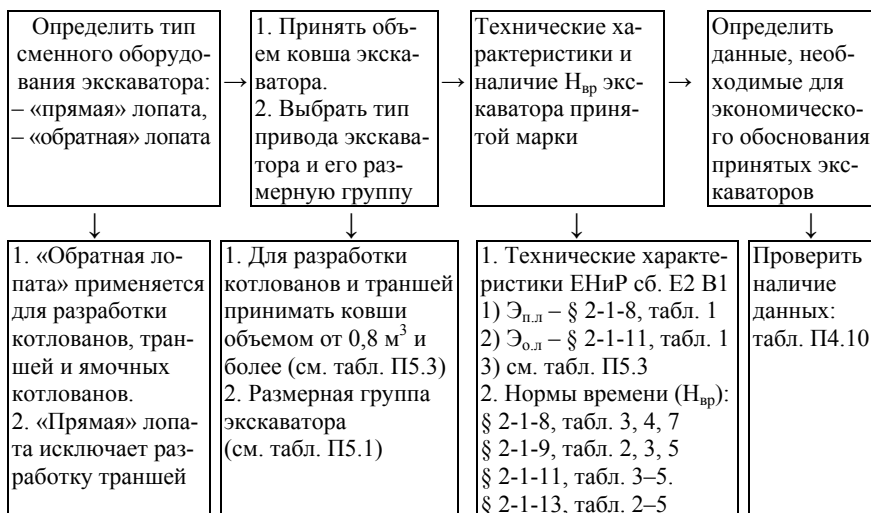


Рис. 5. Схема последовательности ориентировочного подбора одноковшового экскаватора

Последовательность расчета для подбора экскаваторов:

1. Определяется схема движения экскаватора с целью обеспечения требуемых размеров разрабатываемой выемки.
2. Выполняется проверка на создание экскаватором отвала грунта требуемых размеров, предназначенного на обратную засыпку пазуха фундаментов.
3. Проектируются размеры отвала грунта, предназначенного на обратную засыпку пазуха фундаментов.
4. Рассчитывается сменная эксплуатационная производительность экскаватора и автотранспорта, используемого для вывоза лишнего грунта (или всего разрабатываемого грунта в случае, если экскаватор не формирует отвалы).
5. Определяется количество транспортных единиц, обеспечивающих бесперебойную работу землеройной и транспортной техники.
6. Выполняется экономический расчет рассматриваемых вариантов (не менее двух) землеройной техники в комплекте с автотранспортом.

Основные характеристики экскаватора

К основным техническим характеристикам экскаватора (ЕНиР сб. Е2 В1: Э_{п.л} – § 2-1-8, табл. 1; Э_{о.л} – § 2-1-11, табл. 1; см. табл. П5.3), необходимым для расчета, относятся:

- 1) H_p – глубина резания (копания) для Э_{о.л} и высота резания (копания) для Э_{п.л};
- 2) R_{\max} – максимальный радиус резания (копания) грунта, м;
- 3) $R_{\text{ст}}^{\max}$ – максимальный радиус резания (копания) грунта на уровне стоянки (табл. П5.7 или П5.8), м;
- 4) R_B – радиус выгрузки ковша, м;
- 5) H_B – высота выгрузки ковша, м;
- 6) $l_{\text{п}}$ – шаг передвижки экскаватора, м³ (табл. П5.6), м; при отсутствии точных данных табличные значения можно интерполировать по принятому объему ковша экскаватора;
- 7) q' – геометрическая емкость ковша (см. §11 ЕНиР сб. Е2 В1, с. 17);
- 8) $t_{\text{ц.э}}$ – нормативная продолжительность цикла экскавации, с (табл. П5.10).

7.1. Выбор схемы траектории движения экскаватора

Возможные схемы траектории (проходки) одноковшовых экскаваторов при разработке выемки приведены в табл. 2. Ширина забоя по низу B_n и по верху B_v , обеспечиваемая экскаватором с одной стоянки, рассчитывается по формулам с учетом оптимального радиуса резания R_o и передвижки экскаватора l_n (см. табл. П5.6).

7.1.1. Определение длины передвижки экскаватора

Определение l_n – по практическим рекомендациям.

Длина передвижки экскаватора l_n (м) (или шаг передвижки) принимается по практическим рекомендациям (см. табл. П5.6) и может быть проверена на соответствие условиям по нижеприведенным формулам.

В случае отсутствия требуемых данных (в технических характеристиках экскаваторов) данные проверки можно не выполнять.

1. Для экскаватора, оборудованного «прямой» лопатой, $\mathcal{E}_{п.л}$

$$l_n \leq 0,9R_{ст}^{max} - R_{ст}^{min} \leq 0,75L_p, \quad (105)$$

где $R_{ст}^{max}$, $R_{ст}^{min}$ – максимальный (см. табл. П5.8) и минимальный радиусы копания на уровне стоянки (технические характеристики), м;

L_p – длина рукояти экскаватора, м.

2. Для экскаватора, оборудованного «обратной» лопатой, $\mathcal{E}_{о.л}$, или драглайном, $\mathcal{E}_д$ (см. табл. П5.7, П5.8)

$$l_n \leq R_{д.в}^{max} - R_{д.в}^{min}, \quad (106)$$

где $R_{д.в}^{max}$, $R_{д.в}^{min}$ – максимальный и минимальный радиусы копания (м) на уровне дна выемки, являющиеся переменными величинами, которые меняются в зависимости от глубины выемки и определяются по формулам

$$R_{д.в}^{max} = R_{max} - mH_{ср}, \quad (107)$$

$$R_{д.в}^{\min} = \frac{K}{2} + mH_{ср} + 0,5, \quad (108)$$

где K – длина гусеничного хода экскаватора, м;

m – коэффициент заложения (крутизны) откоса;

$H_{ср}$ – средняя глубина выемки, м.

7.1.2. Определение ширины забоя экскаватора

Определение ширины забоя при разработке траншей

При разработке траншей следует рассматривать «узкую» схему забоя (схема 6 табл. 2). Ширина забоя по верху и по низу выемки (м), которую способен обеспечить экскаватор, в данном случае определяется по формулам

$$B_{в} = \sqrt{R_0^2 - l_{п}^2} \geq a'_{тр}, \quad (109)$$

$$B_{н} = B_{в} - 2H_{ср}m \geq a_{тр}, \quad (110)$$

где $B_{в}$ и $B_{н}$ – ширина забоя соответственно по верху и по низу;

R_0 – оптимальный радиус копания, определяемый по формуле

$$R_0 = 0,9R_{\max}. \quad (111)$$

В расчеты по подбору строительной техники обычно принимают не максимальные, а оптимальные параметры, учитывая невозможность режима использования техники на максимальных технических параметрах.

Ширину забоя, обеспечиваемого экскаватором с одной стоянки (формулы (109) и (110)), сравнивают с требуемой шириной разрабатываемой траншеи ($a'_{тр}$, $a_{тр}$). В дальнейший расчет принимают требуемые размеры выемки.

Определение ширины забоя при разработке отдельных ямочных котлованов

В случае разработки отдельных ямочных котлованов схема движения экскаватора $\mathcal{E}_{о.л}$ принимается аналогично схеме движения экскаватора при разработке траншей (см. схему 6 табл. 2). Расчет ширины забоя производится соответственно по формулам (109) и (110).

Определение ширины забоя при разработке котлованов

Принимаемые забои при разработке котлована классифицируются ориентировочно по ширине выемки как:

- 1) узкие (до $1,5R_0$);
- 2) нормальные ($1,5 \dots 1,9R_0$);
- 3) уширенные ($2,0 \dots 3,5R_0$).

Последовательно расчетом проверяются все возможные типы проходок экскаватора:

- торцевая,
- поперечно-торцевая с движением по зигзагу,
- поперечно-торцевая уширенная.

Принятая проходка экскаватора (траектория его движения) должна обеспечивать требуемую ширину копания котлована ($B_n \geq b_k$) и ($B_v \geq b'_k$), а возможно, и создание отвала грунта, предназначенного для обратной засыпки пазух фундамента.

Разработка узких котлованов

При разработке экскаватором узких котлованов (схемы 1, 2 табл. 2 для $\mathcal{E}_{п.л}$ и схема 6 табл. 2 для $\mathcal{E}_{о.л}$) ширина забоя по верху рассчитывается по формуле

$$B_v = 2\sqrt{R_0^2 - l_n^2} \geq b'_k. \quad (112)$$

Ширина забоя по низу рассчитывается по формуле

$$B_n = B_v - 2H_{ср}m \geq b_k. \quad (113)$$

Разработка нормальных (по ширине) котлованов

При невозможности обеспечения экскаватором требуемой ширины копания по схеме проходки (см. схемы 1, 2 табл. 2 для $\mathcal{E}_{п.л}$ и схему 6 табл. 2 для $\mathcal{E}_{о.л}$) проверяют приемлемость траектории его движения по схемам (схема 3 табл. 2 для $\mathcal{E}_{п.л}$ и схема 7 табл. 2 для $\mathcal{E}_{о.л}$), т.е. рассматривают приемлемость схем движения экскаватора по зигзагу вдоль котлована.

Таблица 2

Схемы проходок одноковшовых экскаваторов

Номер схемы	Ширина выемки	Схемы разработки выемки	
		Наименование схемы	Схема
$\mathcal{E}_{п.л}$ – экскаватор, оборудованный «прямой» лопатой			
1	$B < 1,5R_0$	Лобовая проходка с односторонней подачей транспорта (пионерная подача). Формулы (112) и (113)	
2	$B = (1,5-1,9)R_0$	Лобовая проходка с двухсторонней погрузкой в транспорт. Формулы (112) и (113)	
3	$B = 2,5R_0$	Уширенная лобовая проходка с перемещением $\mathcal{E}_{п.л}$ по зигзагу. Формулы (114) и (113)	
4	$B = 3,0R_0$	Поперечно-торцевая проходка (уширенно-лобовая). Формулы (116) и (113)	
5	$B = 3,0R_0$	Боковая проходка вдоль длины котлована. Формулы (117) и (113)	

Окончание табл. 2

Номер схемы	Ширина выемки	Схемы разработки выемки	
		Наименование схемы	Схема
Э _{ол} – экскаватор, оборудованный «обратной» лопатой			
6	$B = (1,6 \dots 1,7)R_0$	Торцевая проходка вдоль котлована: 1. Формулы расчета (109) и (110) для траншей. 2. Формулы расчета (112) и (113) для узких котлованов	
7	$B = 2,5R_0$	Поперечно-торцевая проходка с перемещением по зигзагу – формулы расчета (114) и (113)	
8	$B = 3,0R_0$	Поперечно-торцевая уширенная проходка. Формулы (116) и (113)	
9	$B = (3,0 \dots 3,5)R_0$	Торцевая проходка с перемещением Э _{ол} вдоль котлована (за две проходки). Формулы (117) и (113)	

Ширина забоя по верху (м) при движении экскаватора по зигзагу рассчитывается по формуле

$$B_b = 2\sqrt{R_0^2 - l_n^2} + 2R_{ст.о} \geq b'_к, \quad (114)$$

где $R_{ст.о}$ – оптимальный радиус копания (резания) грунта на уровне стоянки.

$$R_{ст.о} = 0,9R_{ст}^{\max}. \quad (115)$$

Ширина забоя по низу B_n рассчитывается по формуле (113), справедливой при разработке любого котлована и любой траектории движения экскаватора.

Разработка уширенных котлованов

При невозможности обеспечения экскаватором требуемой ширины копания по схеме проходки (см. схему 3 табл. 2 для $\mathcal{E}_{п.л}$ и схему 7 табл. 2 для $\mathcal{E}_{о.л}$) проверяют приемлемость траектории его движения по схемам (схема 4 табл. 2 для $\mathcal{E}_{п.л}$ и схема 8 табл. 2 для $\mathcal{E}_{о.л}$), т.е. рассматривают приемлемость схем движения экскаватора по поперечно-торцевой проходке (уширенно-лобовой).

Ширина забоя по верху (m) при движении экскаватора поперечно-торцевой проходкой (уширенно-лобовой) рассчитывается по формуле

$$B_b = 2\sqrt{R_o^2 - l_n^2} + 2n \cdot R_{ст.о} \geq b'_k, \quad (116)$$

где n – число поперечных передвижек экскаватора (поперек котлована); количество поперечных передвижек меньше количества стоянок на единицу, шт.

Ширина забоя по низу B_n рассчитывается по формуле (113), справедливой при разработке любого котлована и любой траектории движения экскаватора.

Определение ширины забоя при боковой проходке экскаватора

Боковая проходка экскаватора принимается при разработке котлованов большой ширины (когда длина котлована незначительно превышает его ширину), например 100×70 м. Боковая проходка может быть организована при движении экскаватора вдоль котлована (схемы 5, 9 табл. 2). Первая проходка в любом случае является лобовой, последующие проходки – боковыми.

Первая лобовая проходка может быть торцевой (см. схемы 1, 2 табл. 2 для $\mathcal{E}_{п.л}$ и схему 6 табл. 2 для $\mathcal{E}_{о.л}$) и может быть уширен-

ной с движением экскаватора по зигзагу (см. схему 3 табл. 2 для $\mathcal{E}_{п.л}$ и схему 7 табл. 2 для $\mathcal{E}_{о.л}$).

Ширина (м) последующих боковых проходов определяется по формуле

$$B_{в} = \sqrt{R_{о}^2 - l_{п}^2} - H_{ст} m + 0,7 R_{ст.о} \geq b'_{к}. \quad (117)$$

Боковой забой обеспечивает наивысшую производительность экскаватора и удобство подачи транспорта под погрузку. При данной схеме производства работ целесообразно запроектировать два пандуса (т.е. две въездные траншеи в котлован), один из которых предназначен для съезда в уширенный забой, второй пандус устраивается с целью исключения встречного движения автотранспорта.

Рекомендуемые размеры пандусов:

1) для съезда машин в котлован нормальной ширины принять ширину въездной траншеи 3,5–4,5 м;

2) для съезда в уширенный котлован въездная траншея может быть шириной 7–8 м; при проектировании вспомогательного пандуса ширину последнего принимать 3,5–4,5 м;

3) уклон въездной траншеи принимается в зависимости от технических характеристик машин, работающих в котловане. В расчетной работе заложение уклона въездной траншеи можно принять конструктивно 1:10.

7.2. Проверка экскаватора по обеспеченности создания отвала грунта на обратную засыпку пазух фундаментов

Создание отвала возможно при разработке выемки экскаватором, оборудованным как «обратной» $\mathcal{E}_{о.л}$, так и «прямой» $\mathcal{E}_{п.л}$ лопатой. В том случае, если экскаватор не обеспечивает отвал достаточного объема грунта на обратную засыпку, можно принять следующие изменения в расчете или в организации работы принятого экскаватора:

1) для создания отвала грунта на обратную засыпку можно сдвигать ось проходки экскаватора в сторону отвала на величину f (п. 7.2.2);

2) формировать отвал автотранспортом на требуемом расстоянии от выемки;

3) предусмотреть вывоз всего разрабатываемого грунта. Вывоз всего разрабатываемого грунта является обязательным условием при разработке грунта с органикой; содержащего соли; слабые грунты, например торфяные или переувлажненные; в этом случае отвалы формируются методом доставки соответствующего по качеству грунта автотранспортом из карьеров на строительную площадку;

4) возможна замена экскаватора на вариант машины с превышающими техническими характеристиками (с большим радиусом копания).

7.2.1. Определение объема отвала грунта, создаваемого экскаватором

Методика и пример расчета приведены Ю.П. Кузнецовым в книге «Проектирование земляных и монтажных работ» (1981).

Ширина отвала в основании B_3 , обеспечиваемая радиусом выгрузки ковша экскаватора, определяется согласно расчетной схеме (рис. 6) по формуле нахождения B_3 , представленной ниже.

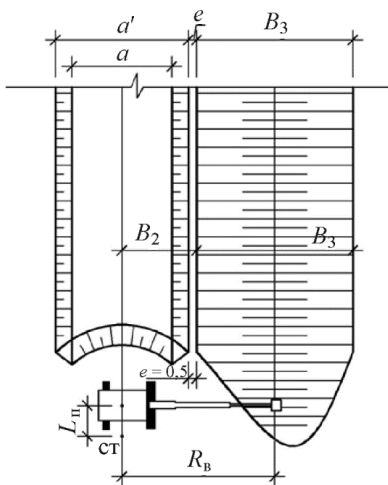


Рис. 6. Расчетная схема создания отвала одноковшовым экскаватором при разработке траншеи

Определение расстояние B_2 (м) от оси проходки экскаватора до края отвала грунта, предназначенного на обратную засыпку

Расстояние (м) от оси проходки экскаватора до края отвала B_2 определяется по формулам:

1) в случае разработки траншеи

$$B_2 = \frac{a^1}{2} + e, \quad (118)$$

где a^1 – ширина траншеи по верху, м;

e – минимальное расстояние от бровки выемки до отвала, равное 0,5–0,6 м.

2) в случае движения экскаватора по зигзагу (при разработке котлована)

$$B_2 = \frac{b^1}{4} + e; \quad (119)$$

3) в случае движения экскаватора по поперечно-торцевой (уширенно-лобовой проходке при разработке котлована)

$$B_2 = \frac{b^1}{6} + e. \quad (120)$$

Максимальная ширина отвала в основании B_3 (м), обеспечиваемая экскаватором

Максимальная ширина отвала, обеспечиваемая экскаватором, зависит от его радиуса выгрузки грунта навывмет, т.е. в отвал:

$$B_3 = 2(R_b - B_2), \quad (121)$$

где R_b – радиус выгрузки грунта (принимается по техническим характеристикам экскаватора), м.

Получение отрицательной величины при расчете по формуле (121) указывает на невозможность создания экскаватором отвала грунта для обратной засыпки в пазух фундаментов.

Проверка на достаточность объема отвала грунта, создаваемого экскаватором

Для проверки достаточности объема грунта в отвале, создаваемом экскаватором, сравнивают объемы отвалов приведенной длины (равной одному погонному метру):

а) требуемого отвала грунта для обратной засыпки пазуха фундаментов $V_{0.3}^{1 \text{ п.м.}}$;

б) создаваемого отвала грунта экскаватором $V_{\text{отв. } \varnothing}^{1 \text{ п.м.}}$.

Возможная емкость одного погонного метра длины отвала грунта (м^3), обеспечиваемая экскаватором, определяется по формуле

$$V_{\text{отв}}^{1 \text{ п.м.}} = 0,25 \cdot B_3^2. \quad (122)$$

Требуемая емкость одного погонного метра отвала грунта (м^3) определяется по формуле

$$V_{0.3}^{1 \text{ п.м.}} = \frac{V_{0.3}}{\sum L_{\text{отв}}}, \quad (123)$$

где $V_{0.3}$ – объем грунта на обратную засыпку с учетом коэффициента остаточного разрыхления, м^3 ;

$\sum L_{\text{отв}}$ – суммарная длина проектируемых отвалов, м.

Проверка на достаточность объема грунта в создаваемом экскаватором отвале должна соответствовать условию $V_{\text{отв}}^{1 \text{ п.м.}} \geq V_{0.3}^{1 \text{ п.м.}}$.

При проектировании отвалов грунта следует предполагать возможную проходку крана и прочей строительной техники (относительно разрабатываемой выемки) при выполнении работ.

Пользуясь формулой (123) и учитывая требуемое соотношение $V_{\text{отв}}^{1 \text{ п.м.}} > V_{0.3}^{1 \text{ п.м.}}$, можно рассчитать необходимую длину отвала. Следует учитывать, что грунт отсыпается в отвал в виде трехгранной призмы, угол естественного откоса грунта в отвале $\varphi = 45^\circ$.

Если:

1) условие $V_{\text{отв}}^{1 \text{ п.м.}} > V_{0.3}^{1 \text{ п.м.}}$ выполняется, то принятая схема движения экскаватора приемлема, так как обеспечивает отвал грунта необходимого объема;

2) условие $V_{\text{отв}}^{1 \text{ п.м}} < V_{0.3}^{1 \text{ п.м}}$ не выполняется, то принятая схема движения экскаватора не обеспечивает создания требуемого объема отвала. В этом случае для увеличения емкости отвала можно предусмотреть следующие мероприятия:

а) смещение оси проходки экскаватора на величину f (п. 7.2.2) в сторону отвала. Проходку экскаватора $\Theta_{0.л}$ можно смещать в сторону до ее совпадения с краем траншеи по низу или по верху;

б) по возможности изменить траекторию проходки экскаватора (при разработке котлована);

в) рассмотреть экскаватор, обеспечивающий по техническим характеристикам больший радиус выгрузки (при разработке котлована или траншеи);

г) принять условие вывоза всего разрабатываемого грунта с площадки;

д) формировать отвал грунта относительно выемки автотранспортом.

7.2.2. Проектирование размещения отвала относительно выемки

Относительно разрабатываемой выемки отвалы грунта можно размещать:

- с одной стороны вдоль траншеи (см. рис. 6);
- с двух сторон вдоль траншей (рис. 7);
- с двух сторон вдоль котлована;
- вдоль торца котлована и вдоль его длины с обеих сторон;
- относительно въездной траншеи отвал рационально создавать с одной стороны;
- с одной или с двух сторон любой выемки с уширенным отвалом (рис. 8).

Организация отвала грунта с одной стороны вдоль разрабатываемой траншеи

При соблюдении условия $V_{\text{отв}}^{1 \text{ п.м}} > V_{0.3}^{1 \text{ п.м}}$ можно проектировать отвал с одной стороны относительно траншеи. При этом ось проходки экскаватора совпадает с продольной осью симметрии траншеи.

$$\frac{a + a^1}{2} + e + \frac{B_3}{2} \leq R_{\max}, \quad (124)$$

где a – ширина траншеи по низу, м;

a^1 – ширина траншеи по верху, м;

R_{\max} – наибольший радиус резания экскаватора, м.

Если условие $V_{\text{отв}}^{1 \text{ п.м}} > V_{\text{отв.з}}^{1 \text{ п.м}}$ не соблюдается, т.е.

$$\frac{a + a^1}{2} + e + \frac{B_3}{2} > R_{\max}, \quad (125)$$

следует:

– сместить проходку экскаватора от продольной оси траншеи в сторону отвала на величину f ,

$$f = \frac{a + a^1}{2} + e + \frac{B_3}{2} - R_{\max}; \quad (126)$$

– или создать два отвала по обе стороны траншеи (см. рис. 7) для достаточности грунта на обратную засыпку, при этом возможна проходка экскаватора по зигзагу с целью создания двухстороннего отвала относительно одной разрабатываемой траншеи.

Организация отвала грунта с двух сторон вдоль разрабатываемой траншеи (или котлована)

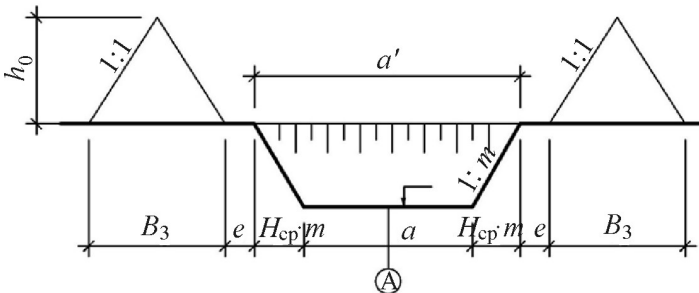


Рис. 7. Расчетная схема двухстороннего размещения отвала при разработке траншеи (котлована)

Проектирование отвала грунта с уширенным основанием

Уширенный отвал проектируется при условии, если величина $(h_0 + 0,5 \text{ м})$ окажется больше максимальной высоты выгрузки экскаватора $H_{\text{max}}^{\text{B}}$ (технические характеристики). Расчетная схема отвала с уширенным основанием представлена на рис. 8.

Ширина отвала по верху определяется по формуле

$$b_2^1 = \frac{F_0 - h_0^1 \cdot m}{h_0^1}, \quad (127)$$

$$h_0^1 = (H_{\text{B}} - 0,5 \text{ м}), \quad (128)$$

где m – коэффициент крутизны откоса (для насыпного грунта $m = 1$).

Ширина отвала в основании определяется по формуле

$$B_3^1 = b_2^1 + 2 \cdot m \cdot h_0^1. \quad (129)$$

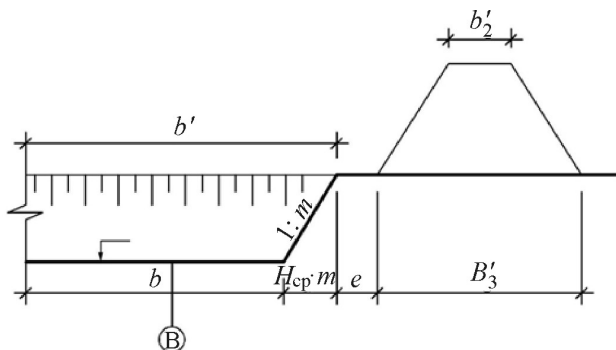


Рис. 8. Расчетная схема проектирования отвала с уширенным основанием

7.2.3. Определение размеров отвала

Проектирование отвала грунта без уширенного основания

При проектировании отвала для обратной засыпки траншеи площадь поперечного сечения отвала определяется формулой

$$F_0 = F_{\text{тр}}^{0.3} \cdot k_{\text{п.р}}, \quad (130)$$

где F_0 – площадь поперечного сечения отвала, м^2 ;

$F_{\text{тр}}^{0.3}$ – площадь поперечного сечения траншеи, определяемая с учетом высоты обратной засыпки, м ;

$k_{\text{п.р}}$ – коэффициент первоначального разрыхления грунта.

При проектировании отвала для обратной засыпки котлована площадь поперечного сечения отвала определяется формулой

$$F_0 = F_{\text{прив.тр}}^{0.3} \cdot k_{\text{п.р}}. \quad (131)$$

При разработке котлована часть поперечного сечения котлована (м^3), приведенного к площади траншеи, определяется делением поперечного сечения котлована (с учетом высоты обратной засыпки) на количество поперечных стоянок экскаватора:

– при движении экскаватора по зигзагу $F_{\text{прив.тр}}^{0.3} = \frac{F_{\text{к}}^{0.3}}{2}$;

– при движении экскаватора по поперечно-торцевой проходке (две передвижки и три стоянки поперек котлована) $F_{\text{прив.тр}}^{0.3} = \frac{F_{\text{к}}^{0.3}}{3}$.

Высота проектируемого отвала

Высоту проектируемого отвала определяют по формуле

$$h_0 = \sqrt{F_0} = \sqrt{F_{\text{тр}} \cdot k_{\text{п.р}}}. \quad (132)$$

Ширина проектируемого отвала

Требуемую ширину проектируемого отвала в основании рассчитываются по формуле

$$B_{3(\text{треб})} = 2h_0 = 2\sqrt{F_{\text{тр}} \cdot k_{\text{п.р}}}. \quad (133)$$

Ширину отвала в основании, обеспечиваемого экскаватором B_3 , и проектируемую $B_{3(\text{треб})}$ сравнивают. При несоблюдении условия $B_3 \leq B_{3(\text{треб})}$ следует ввести корректировки в проектирование отвала: изменить расположение отвалов, увеличивая их суммарную длину.

7.3. Определение безопасного расстояния от бровки выемки до опоры строительной техники

Предельно допустимое расстояние d (ширина призмы обрушения) от бровки выемки до колес строительных машин и транспортных единиц (м) рассчитывается по формуле

$$d = K - H_{\text{ср}} \cdot m, \quad (134)$$

где K – минимально допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса до опоры машины (табл. П5.9), м;

$H_{\text{ср}}$ – средняя глубина выемки (котлована или траншей), м;

m – коэффициент заложения откоса.

7.4. Расчет сменной эксплуатационной и нормативной производительности экскаватора

Сменная эксплуатационная производительность экскаватора

Сменная эксплуатационная производительность экскаватора ($\text{м}^3/\text{см}$) определяется по следующим формулам:

1) методика расчета № 1:

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{э}} = \frac{3600 \cdot c \cdot q'}{t_{\text{ц.э}} k_{\text{п.р}}} \cdot k_{\text{в}}^{\text{э}} \cdot k_{\text{н}}, \quad (135)$$

2) методика расчета № 2

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{б}} = 60 \cdot c \cdot q' \cdot n_{\text{т}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_1, \quad (136)$$

где q' – объем ковша экскаватора, м^3 ;

$t_{\text{ц.э}}$ – нормативная продолжительность цикла экскавации в секундах (см. табл. П5.10). В цикл экскавации входят операции: набор грунта ковшом экскаватора, перемещение ковша в зону отвала или кузова автомашины, разгрузка ковша, возвращение ковша в забой). Величина $t_{\text{ц.э}}$ определяется в зависимости от привода экскаватора, вида ковша (вид ковша принять самостоятельно), типа разрабатываемого грунта:

1) в случае создания отвалов грунта экскаватором и вывоза лишнего грунта автотранспортом в расчет принимается максимальная величина значения $t_{ц.э}$ из предлагаемых нормами;

2) в случае вывоза всего разрабатываемого грунта со строительной площадки в расчет принимается величина $t_{ц.э}$, рекомендуемая для отгрузки грунта экскаватором в транспортные средства;

3) при отсутствии данных (см. табл. П5.10) для ковша объемом $1,0 \text{ м}^3$ (экскаватора с гидравлическим приводом) принять значение по ковшу объемом $0,8 \text{ м}^3$;

$k_{п.р}$ – коэффициент первоначального разрыхления грунта (ЕНиР сб. Е2 В1);

$k_{в}$ – коэффициент использования экскаватора во времени (прил. 3 ЕНиР сб. Е2 В1);

$k_{н}$ – коэффициент наполнения грунта рыхлым грунтом (табл. П5.11);

$n_{т}$ – техническое число циклов в минуту,

$$n_{т} = \frac{60 \cdot k_{в}}{t_{ц.э}}; \quad (137)$$

k_1 – коэффициент наполнения ковша плотным грунтом,

$$k_1 = \frac{k_{н}}{k_{п.р}}. \quad (138)$$

Нормативная производительность экскаватора

Нормативная производительность экскаватора ($\text{м}^3/\text{см.}$) рассчитывается по общей формуле, справедливой для расчета нормативной производительности любой строительной машины, и учитывает норму времени работы экскаватора при отгрузке грунта в транспорт и в отвал (навывет):

$$\Pi_{н}^э = \frac{a \cdot c}{H_{вр}^{тп}} + \frac{a \cdot c}{H_{вр}^{отв}}. \quad (139)$$

7.5. Расчет количества транспортных средств, предназначенных для вывоза всего (или лишнего) грунта со строительной площадки

Выбор марки автосамосвала

Автосамосвалы принимаются ориентировочно в зависимости от объема ковша экскаватора и дальности транспортировки грунта (табл. П5.14) в соответствии со схемой на рис. 9.

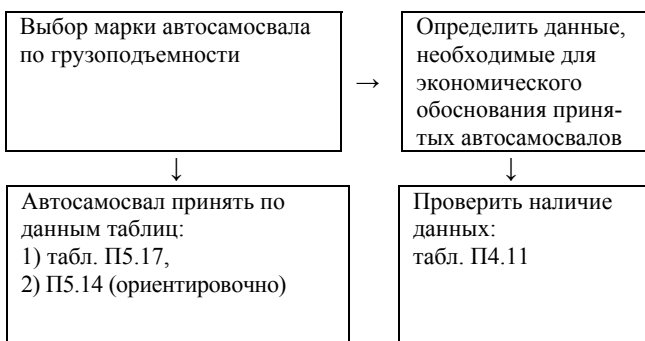


Рис. 9. Структура предварительного подбора автомашины

Сменная эксплуатационная производительность автотранспорта

Сменная эксплуатационная производительность автотранспорта ($\text{м}^3/\text{см.}$) рассчитывается по формуле

$$\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{тр}} = \frac{60 \cdot p}{T_{\text{ц}}^{\text{тр}}} \cdot k_{\text{в}}^{\text{тр}} \cdot c, \quad (140)$$

где p – объем грунта в плотном теле в кузове самосвала, м^3 , рассчитывается по формуле

$$p = V_{\text{тр}} \cdot k_1, \quad (141)$$

где $V_{\text{тр}}$ – объем кузова автосамосвала, м^3 ;

k_1 – рассчитывается по формуле (138).

Или, при отсутствии данных по величине объема кузова автосамосвала, определяется по данным табл. П5.12 в соответствии с группой разрабатываемого грунта

$T_{\text{ц}}^{\text{тп}}$ – продолжительность цикла работы автотранспорта (самосвала), мин (формула (114));

$k_{\text{в}}^{\text{тп}}$ – коэффициент использования автотранспорта во времени, принять $k_{\text{в}}^{\text{тп}} = 0,85$.

7.5.1. Расчет количества транспортных средств

Транспортные средства можно ориентировочно подобрать по данным табл. П5.13, грузоподъемность требуемого автотранспорта можно определить в зависимости от объема ковша экскаватора и дальности транспортировки грунта (см. табл. П5.14).

Последовательность расчета количества автотранспортных средств, подаваемых под нагрузку, представлена схемой

$$t_{\text{п}}^{\text{тп}} \rightarrow T_{\text{ц}}^{\text{тп}} \rightarrow N_{\text{тп}} \rightarrow N'_{\text{тп}} \rightarrow \boxed{\text{Построение графика движения транспортных средств}},$$

где $t_{\text{п}}^{\text{тп}}$ – время погрузки автомашины, мин;

$T_{\text{ц}}^{\text{тп}}$ – длительность цикла работы самосвала, мин;

$N_{\text{тп}}$ – расчетное количество транспортных единиц, шт.;

$N'_{\text{тп}}$ – откорректированное количество транспортных средств.

Количество транспортных средств рассчитывают для следующих возможных условий:

– при условии отгрузки грунта экскаватором только в транспортные средства (методика расчета № 1);

– при условии отгрузки грунта экскаватором попеременно в отвал и в автотранспорт (методика расчета № 2).

Определение продолжительности погрузки автосамосвала и цикла его работы

Продолжительность цикла работы автомашины определяется по формуле

$$T_{\text{ц}}^{\text{тп}} = t_{\text{п}}^{\text{тп}} + \frac{2L \cdot 60}{v_{\text{ср}}} + t_{\text{р.м}} + t_{\text{м}}, \quad (142)$$

где $t_{\text{н}}^{\text{тп}}$ – можно рассчитать по одной из трех формул, приведенных ниже, либо принять приближенно по практическим рекомендациям (табл. П5.15);

L – дальность транспортировки грунта (плечо перевозки), принять не менее 5 км;

$v_{\text{ср}}$ – средняя расчетная скорость движения транспортной единицы, которую можно условно принять равной для груженого и для холостого хода с учетом типа покрытия дороги. Тип покрытия дороги принять самостоятельно по данным приложения (табл. П5.16): а) при возведении общественных и жилых зданий принять асфальтовое или бетонное покрытие дороги; б) при возведении промышленных объектов принять щебеночное или грунтовое покрытие дороги;

$t_{\text{р.м}}$ – время разгрузки автотранспорта с маневрированием, мин (табл. П5.17);

$t_{\text{м}}$ – время маневрирования на строительной площадке (установка автотранспорта под погрузку) (см. табл. П5.17).

Методика расчета продолжительности погрузки автомашины (мин)

Вариант № 1 (рекомендуется):

$$t_{\text{н}}^{\text{тп}} = \frac{M}{n_{\text{т}} \cdot k_{\text{тп}}}, \quad (143)$$

где $n_{\text{т}}$ – техническое число циклов экскаватора, определяемое по формуле (137);

$k_{\text{тп}}$ – коэффициент, зависящий от организации работы транспорта (табл. П5.19), рекомендуется принять тупиковую подачу одной машины к экскаватору под загрузку;

M – количество ковшей, загружаемых в кузов автомашины, определяется по табл. П5.18 или рассчитывается как

$$M = \frac{p}{q \cdot k_1}, \quad (144)$$

где значения k_1 и p рассчитаны соответственно по формулам (138) и (141).

Вариант № 2:

$$t_{\text{п}}^{\text{тр}} = \frac{M \cdot q' \cdot k_1}{\Pi_{\text{пл}}^{\text{тр}}}, \quad (145)$$

где $\Pi_{\text{пл}}^{\text{тр}}$ – плановая производительность автотранспортных средств, $\text{м}^3/\text{см.}$,

$$\Pi_{\text{пл}}^{\text{тр}} = (1, 1 \dots 1, 2) \Pi_{\text{н}}^{\text{тр}}. \quad (146)$$

Вариант № 3:

$$t_{\text{п}}^{\text{тр}} = p \cdot H_{\text{вр}}^{\text{тр}} + t_{\text{м}}, \quad (147)$$

где $H_{\text{вр}}^{\text{тр}}$ – норма времени на разработку грунта экскаватором с погрузкой в транспорт, чел.-ч/маш.-ч.

Методика № 1. Определение количества транспортных средств при отгрузке всего грунта экскаватором в транспортные средства.

Данная методика используется при условии невозможности создания экскаватором отвалов грунта, предназначенного для обратной засыпки пазух фундаментов, т.е. рассматривается случай вывоза всего разрабатываемого грунта экскаватором.

Количество транспортных единиц $N_{\text{тр}}$ при отгрузке грунта экскаватором только в транспорт определяется по одной из формул:

$$N_{\text{тр}} = \frac{T_{\text{ц}}^{\text{тр}}}{t_{\text{п}}^{\text{тр}}}, \quad (148)$$

где $T_{\text{ц}}^{\text{тр}}$ определяется по формуле (142);

$t_{\text{п}}^{\text{тр}}$ может быть рассчитана по формулам (143), (145), (147), мин;

$$N_{\text{тр}} = \frac{\Pi_{\text{см.экспл}}^3}{\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{тр}}}, \quad (149)$$

$\Pi_{\text{см.экспл}}^3$, $\Pi_{\text{см.экспл}}^{\text{тр}}$ – сменные эксплуатационные производительности соответственно экскаватора и автосамосвала.

Методика № 2. Определение количества транспортных средств при отгрузке грунта экскаватором попеременно в отвал (навымет) и в транспортные средства.

Данная методика используется при отгрузке грунта экскаватором попеременно в отвал и в транспорт, т.е. при условии создания экскаватором отвалов грунта, предназначенного для обратной засыпки пазух фундаментов и вывоза лишнего грунта автосамосвалами.

Объем лишнего грунта определяется по формуле

$$V_{\text{л.гр}} = V_{\text{к(гр)}}^{\text{гр}} - V_{\text{о.з}}^{\text{гр}} - V_{\text{подвала}} - V_{\text{ф}}, \quad (150)$$

где $V_{\text{к(гр)}}^{\text{гр}}$ – объем грунта разрабатываемой выемки: котлована, траншей, ямочных котлованов, м^3 ;

$V_{\text{о.з}}^{\text{гр}}$ – объем грунта, предназначенного для обратной засыпки в пазух фундамента, м^3 ;

$V_{\text{подвала}}$ – объем подвала здания, м^3 ;

$V_{\text{ф}}$ – объем фундаментов, м^3 .

Возможно, что в предварительном расчете объема грунта обратной засыпки суммарный объем фундаментов был уже учтен.

Количество транспортных средств при отгрузке грунта экскаватором попеременно в отвал и в автотранспорт определяется по формуле

$$N_{\text{тр}} = \frac{\mu \cdot T_{\text{ц}}^{\text{тр}}}{t_{\text{п}}^{\text{тр}}}, \quad (151)$$

где $T_{\text{ц}}^{\text{тр}}$ и $t_{\text{п}}^{\text{тр}}$ определяются по методике расчета предварительного пункта (формулы (142), (143));

μ – коэффициент,

$$\mu = \frac{k}{\varphi + k}, \quad (152)$$

где k – рассчитывается как

$$k = \frac{\Pi_{\text{пл.р}}^{\text{отв}}}{\Pi_{\text{пл.р}}^{\text{тр}}} = \frac{\Pi_{\text{н}}^{\text{отв}}}{\Pi_{\text{н}}^{\text{тр}}} = \frac{H_{\text{вр}}^{\text{отв}}}{H_{\text{вр}}^{\text{тр}}}, \quad (153)$$

φ – рассчитывается по формуле

$$\varphi = \frac{V_{\text{о.з.}}}{V_{\text{л.гр}}}, \quad (154)$$

где $V_{\text{о.з.}}$, $V_{\text{л.гр}}$ – соответственно объемы грунта, складываемого в отвал для обратной засыпки, и лишнего грунта, предназначенного на вывоз, м³;

$\Pi_{\text{пл.р}}^{\text{отв}}$, $\Pi_{\text{пл.р}}^{\text{тр}}$ – значения плановой производительности экскаватора соответственно при работе в отвал и в транспорт, м³/см.;

величину k предпочтительно определить из соотношения

$$k = \frac{H_{\text{вр}}^{\text{отв}}}{H_{\text{вр}}^{\text{тр}}}.$$

7.5.2. Построение графика занятости автосамосвалов

Построение графика занятости автомашин при отгрузке грунта экскаватором только в транспортные средства (т.е. при вывозе всего грунта со строительной площадки)

В случае разгрузки ковша экскаватора только в транспортные средства (если отвалы грунта не формируются и весь разрабатываемый грунт планируется вывозить) подача каждой последующей транспортной единицы под погрузку осуществляется без перерыва сразу после загрузки предыдущей машины экскаватором.

По результатам расчета требуемого количества транспортных единиц производят построение графика их движения (рис. 10). При этом значения плеча перевозок (дальность транспортировки грунта) откладывают по вертикали, в горизонтальном направлении откладывают значения цикла работ автотранспорта в минутах, представленные в формуле (142).

Время груженого и порожнего хода автомашины составляет $\frac{2L \cdot 60}{v_{cp}}$ при одинаковой скорости автомашины в обоих направлениях.

Время на маневренность t_m допускается не отображать графически (см. рис. 10), а распределять на весь период цикла $T_{ц}^{TP}$ либо отображать перед установкой машины под погрузку или разгрузку (рис. 11).

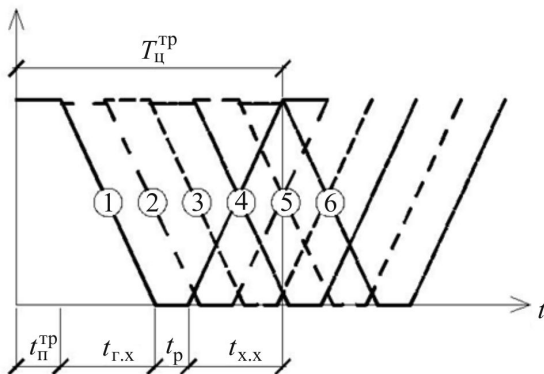


Рис. 10. График занятости автотранспорта при отгрузке грунта экскаватором только в транспортные средства, т.е. использование автотранспорта в случае вывоза всего разрабатываемого грунта

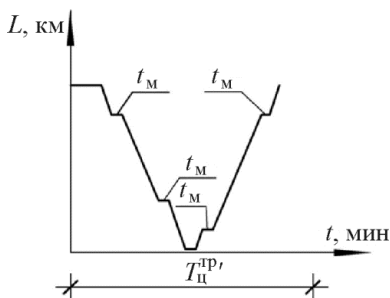


Рис. 11. Графическое отображение времени на маневрирование автомашины в графике одного цикла ее работы

Примечания:

1. При отображении на графике простоев автомашин (что вероятно при округлении расчетного числа автомашин в большую сторону) либо простоев экскаватора (при округлении расчетного числа машин в меньшую сторону) требуется произвести корректировку продолжительности погрузки автотранспорта, мин:

$$t_{\text{п}}^{\text{тр}'} = \frac{T_{\text{ц}}^{\text{тр}}}{N_{\text{тр}}}, \quad (155)$$

где $N_{\text{тр}}$ – целое число транспортных единиц, шт.

2. Если полученное время простоев на графике меньше времени погрузки $t_{\text{п}}$ автомашины, график строят без простоев, распределяя время простоев равномерно по всему циклу $T_{\text{ц}}^{\text{тр}}$ работы автомашины.

Построение графика занятости автомашин при отгрузке грунта экскаватором попеременно в отвал и в транспорт

Данная схема использования автотранспорта применима в случае создания экскаватором отвала грунта на обратную засыпку в пазух фундаментов.

В перерывах между подачей автотранспорта под погрузку экскаватор отгружает грунт навывмет, т.е. создает отвал грунта на обратную засыпку пазух фундаментов (рис. 12).

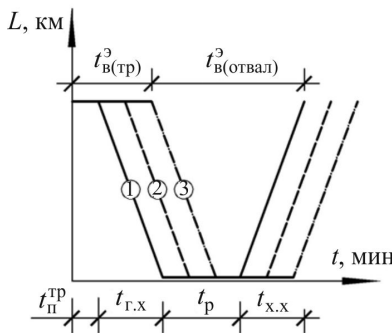


Рис. 12. График занятости автотранспорта при отгрузке грунта экскаватором попеременно в отвал и в транспорт

При расчете автотранспорта допускают:

- перегруз автотранспорта не более 10 %;
- недогруз автотранспорта не более 15 %.

Результаты расчетов по гл. 7 представить в табл. 3.

Таблица 3

Основные расчетные параметры сравниваемых вариантов
землеройной техники

Наименование показателей	Условные обозначения	Марка экскаваторов	
		Вариант I	Вариант II
1. Тип экскаватора	$\mathcal{E}_{п.л}$ $\mathcal{E}_{о.л}$		
2. Привод экскаватора	Механический или гидравлический		
3. Объем ковша экскаватора	V_k		
4. Длина передвигки экскаватора	l_p		
5. Оптимальный радиус резания грунта, м	R_o		
6. Требуемые размеры выемки по низу и по верху, м	$a \times a'$ – траншеи $b \times b'$ – котлован		
7. Ширина забоя по верху выем- ки (обеспечиваемая экскавато- ром)	B_b		
8. Ширина забоя по основанию выемки (по низу, обеспечиваемая экскаватором)	B_n		
9. Размеры отвала: высота ширина в основании	h_o B_3		
10. Количество транспортных единиц, обслуживающих экска- ватор	$N_{тр}$		
11. Сменная эксплуатационная производительность экскаватора	$\Pi_{см.экспл}^э$		
12. Сменная эксплуатационная производительность автотранс- порта	$\Pi_{см.экспл}^{тр}$		

8. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ЗЕМЛЕРОЙНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

8.1. Определение нормативной трудоемкости разработки выемки (котлована, траншей, ямочных котлованов)

Нормативная трудоемкость разработки всего объема грунта экскаватором с погрузкой попеременно в отвал и в транспорт (чел.-ч/маш.-ч) определяется по формуле

$$Q_n = N_{вр}^{тр} \cdot \frac{V_{л.гр}^{тр}}{a} + N_{вр}^{отв} \cdot \frac{V_{о.з}}{a} + \frac{0,5N_{вр}^{тр} \cdot V_{в.тр}}{a}, \quad (156)$$

где $N_{вр}^{тр}$, $N_{вр}^{отв}$ – норма времени соответственно разработки грунта с выгрузкой ковша в транспортные средства (лишний грунт) и навывет (создание отвала грунта для обратной засыпки пазух фундамента), чел.-ч/маш.-ч;

$V_{л.гр}^{тр}$ – объем лишнего грунта (на вывоз), разгружаемого экскаватором в транспортные средства;

$V_{о.з}$ – объем грунта на обратную засыпку при работе экскаватора с разгрузкой ковша навывет, т.е. в отвал;

$V_{в.тр}$ – объем грунта, разрабатываемого при создании въездной траншеи в котлован, м³.

Формула (156) трансформируется в зависимости от условий работы экскаватора:

1) формула (156) справедлива при отгрузке грунта экскаватором попеременно в отвал и в транспортные средства и предполагает разработку въездной траншеи;

2) в случае отсутствия въездной траншеи формула приобретает вид

$$Q_n = N_{вр}^{тр} \cdot \frac{V_{л.гр}^{тр}}{a} + N_{вр}^{отв} \cdot \frac{V_{о.з}}{a}; \quad (157)$$

3) в случае вывоза всего грунта со строительной площадки формула приобретает вид

$$Q_n = H_{вр}^{тр} \cdot \frac{V^{тр}}{a}. \quad (158)$$

Перевод единиц измерения трудоемкости из чел.-ч/маш.-ч в чел.-см./маш.-см. выполняется с учетом продолжительности рабочей смены:

$$Q'_n = \frac{Q_n}{c}. \quad (159)$$

Определение удельной трудоемкости разработки 1 м³ грунта

Удельная трудоемкость разработки экскаватором 1 м³ грунта (чел.-см./маш.-см.) определяется по формуле

$$g = \frac{Q'_n}{V_B^3}, \quad (160)$$

где V_B^3 – суммарный объем грунта, разрабатываемого экскаватором (с учетом объема грунта въездной траншеи), м³.

8.2. Продолжительность работы экскаватора при разработке выемки

Продолжительность разработки грунта экскаватором (см) (когда не заданы директивные сроки выполнения работ) определяется по формуле

$$T^3 = \frac{V_{о.з}}{\Pi_n^{отв}} + \frac{V_{л.гр}^{тр}}{\Pi_n^{тр}} + \frac{V_{в.тр}}{\Pi_n^{тр}}, \quad (161)$$

где $\Pi_n^{отв}$ – нормативная производительность работы экскаватора при отгрузке грунта в отвал, м³/см.;

$\Pi_n^{тр}$ – нормативная производительность работы экскаватора при отгрузке грунта в транспорт, м³/см.;

$\Pi_{\text{н}}^{\text{отв}}$ и $\Pi_{\text{н}}^{\text{тр}}$ рассчитываются по общей методике расчета для любой строительной машины: $\Pi_{\text{н}} = \frac{a \cdot c}{H_{\text{вр}}}$; $H_{\text{вр}}$ – норма времени экскаватора, принимаемая соответственно при отгрузке грунта в транспорт или навывет (т.е. в отвал) в зависимости от группы разрабатываемого грунта и объема ковша экскаватора.

Формула (161) трансформируется в зависимости от условий работы экскаватора:

1) формула (161) справедлива при отгрузке грунта экскаватором попеременно в отвал и в транспортные средства и предполагает разработку въездной траншеи;

2) в случае отсутствия въездной траншеи формула (161) приобретает вид

$$T^{\text{э}} = \frac{V_{\text{о.з}}}{\Pi_{\text{н}}^{\text{отв}}} + \frac{V_{\text{л.гр}}^{\text{тр}}}{\Pi_{\text{н}}^{\text{тр}}}; \quad (162)$$

3) в случае вывоза всего грунта со строительной площадки формула (161) приобретает вид

$$T^{\text{э}} = \frac{V^{\text{тр}}}{\Pi_{\text{н}}^{\text{тр}}}. \quad (163)$$

Продолжительность работы экскаватора в днях определяется по формуле, учитывающей сменность выполнения работы:

$$T^{\text{э}} = \frac{T^{\text{э}}}{S}. \quad (164)$$

8.3. Себестоимость разработки экскаватором грунта

Себестоимость разработки всего грунта экскаватором и транспортировки его автомашинами

Себестоимость разработки выемки экскаватором и транспортировки лишнего грунта автотранспортом (руб.) определяется по формуле

$$C_o = 1,08(C_{\text{м-см}}^3 \cdot T^3 + C_{\text{м-см}}^{\text{ТР}} \cdot T^{\text{ТР}} \cdot N^{\text{ТР}}). \quad (165)$$

Стоимость машино-смены экскаватора (руб.) рассчитывается по формуле

$$C_{\text{м-см}} = \frac{E^3}{T_i^3} + \frac{\Gamma^3}{T_{\text{н.г}}^3} + C_{\text{экспл}}^3, \quad (166)$$

где E^3 – единовременные расходы по доставке экскаватора от парка механизации до строительной площадки, руб.;

T_i^3 – расчетная продолжительность работы экскаватора T^3 , смен;

Γ^3 – годовые затраты, связанные с амортизационными отчислениями на полное восстановление и на капитальный ремонт экскаватора, руб.;

$T_{\text{н.г}}^3$ – нормативное количество смен работы экскаватора в году;

$C_{\text{экспл}}^3$ – эксплуатационные расходы, руб.

Стоимость машино-смены автотранспортной единицы (автосамосвала)

Стоимость машино-смены автотранспортной единицы (самосвала) (руб.) определяется по формуле

$$C_{\text{м-см}}^{\text{ТР}} = 8 \cdot C_{\text{экспл}} + \mathcal{E}_e \cdot L_{\text{пр./см}}, \quad (167)$$

где $C_{\text{экспл}}$ – эксплуатационные расходы автотранспортной единицы, руб. (см. табл. П4.11);

\mathcal{E}_e – расходы на единицу пробега (на 1 км), руб. (см. табл. П4.11);

$L_{\text{пр./см}}$ – пробег автотранспорта за смену (км) рассчитывается по формуле

$$L_{\text{пр./см}} = \frac{2L \cdot 60c' \cdot k_B}{T_{\text{ц}}^{\text{ТР}}}, \quad (168)$$

где c' – продолжительность занятости транспортной единицы в рабочую смену, c' принять равной 7,3–7,5 ч, так как 0,5–0,7 ч в смену затрачивается на выезд и возврат автотранспорта в автопарк;

k_b – коэффициент использования машины во времени, принять равным 0,85.

Общее время занятости автотранспорта не рассчитывается, так как процесс транспортировки грунта производится одновременно с процессом его разработки экскаватором, т.е. в пределах продолжительности разработки выемки экскаватором ($T^э = T^{тр}$).

Себестоимость разработки (экскаватором) и транспортировки 1 м³ грунта

Себестоимость разработки и транспортировки 1 м³ грунта (руб.) определяется по формуле

$$C_e = \frac{C_o}{V_B^э}, \quad (169)$$

где $V_B^э$ – весь объем грунта, разрабатываемого экскаватором.

8.4. Удельные капиталовложения разработки и транспортировки грунта

Удельные капиталовложения разработки экскаватором выемки и транспортировки лишнего грунта автотранспортом (руб.) определяются по формуле

$$K_{уд} = \frac{C_p^э}{\Pi_{год}^э} + \frac{C_p^{тр}}{\Pi_{год}^{тр}}, \quad (170)$$

где $C_p^э$ – расчетная (инвентарно-расчетная) стоимость экскаватора, руб., величина которой может быть определена по данным табл. П4.10 либо по расчетной формуле

$$C_p^э = N^э \cdot M_i, \quad (171)$$

где $N^э$ – количество экскаваторов, участвующих в процессе разработки выемки, шт.;

M_i – инвентарно-расчетная стоимость одного экскаватора, руб., определяемая по формуле

$$M_i = Ц^э \cdot 1,07, \quad (172)$$

где $Ц^э$ – оптово-отпускная цена экскаватора, определяемая по прейскуранту 22-01 «Машины и оборудование. Строительные и дорожные»;

$C_p^{тр}$ – расчетная стоимость одной автотранспортной единицы, руб. (см. табл. П4.11);

$П_{год}^э$, $П_{год}^{тр}$ – годовая эксплуатационная производительность соответственно экскаватора и транспортной единицы, м³/смена,

$$П_{год}^э = П_{см.экспл}^э \cdot T_{н.год}^э \cdot N^э, \quad (173)$$

$$П_{год}^{тр} = П_{см.экспл}^{тр} \cdot T_{н.год}^{тр} \cdot N^{тр}, \quad (174)$$

где $T_{н.год}^э$, $T_{н.год}^{тр}$ – нормативное число рабочих смен в году соответственно экскаватора и одной транспортной единицы (см. табл. П4.9); число часов работы экскаватора в году также приведено в табл. П4.10, в данной таблице значения приведены в часах, которые необходимо перевести в смены.

8.5. Приведенные затраты на разработку и транспортировку 1 м³ грунта

Приведенные затраты на разработку и транспортировку 1 м³ грунта рассчитываются по формуле

$$П_{прив.з} = C_e + E_n \cdot K_{уд}, \quad (175)$$

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, характеризуется величиной, обратной сроку окупаемости капитальных вложений, в строительстве принимается $E_n = 0,12$.

8.6. Экономическая эффективность разработки и транспортировки 1 м³ грунта

Экономическая эффективность разработки 1 м³ грунта комплектом землеройной и транспортной техники (руб.) определяется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = (C_e^I - C_e^{II}) + E_n (K_{уд}^I - K_{уд}^{II}), \quad (176)$$

где C_e^I, C_e^{II} – себестоимость разработки и транспортировки 1 м³ грунта экскаваторами сравниваемых вариантов;

$K_{уд}^I, K_{уд}^{II}$ – удельные капиталовложения разработки и транспортировки грунта в сравниваемых вариантах.

8.7. Экономическая эффективность разработки и транспортировки грунта

$$\mathcal{E}'_3 = \mathcal{E}_3 \cdot V_B^3. \quad (177)$$

Результаты расчета по определению оптимального варианта землеройной техники (экскаватора) представить в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Технико-экономические показатели вариантов землеройной техники

Наименование показателей	Единицы измерения	Марка экскаватора	
		Вариант I	Вариант II

По результатам расчетов, сведенных в табл. 4, сформулировать вывод по выбору оптимального варианта землеройной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черненко В.К., Таллимулин В.А., Чебанов Л.С. Проектирование земляных работ. – Киев, 1989.
2. Проектирование земляных и монтажных работ: учеб. пособие для строит. вузов / Ю.П. Кузнецов [и др.]. – Киев; Донецк: Вища шк., 1981.
3. ЕНиР. Сб. Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. – М., 1988.
4. СНиП IV-3–82. Приложение. Сборник сметных цен эксплуатации строительных машин. – М., 1984.
5. Снежко А.П., Батура Г.М. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. – Киев, 1991.
6. Рейш А.К. Земляные работы: справочник строителя. – М., 1984.

ПРИЛОЖЕНИЯ*

* В приложениях использованы материалы следующих источников:

1. Черненко В.К., Таллимулин В.А., Чебанов Л.С. Проектирование земляных работ. – Киев, 1989.
2. Проектирование земляных и монтажных работ: учеб. пособие для строит. вузов / Ю.П. Кузнецов [и др.]. – Киев; Донецк: Вища шк., 1981.
3. Атаев С.С., Луцкой С.Я. Технология, механизация и автоматизация строительства. – М., 1990.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1.1

Номенклатура машин для подбора их комплектов
при комплексной механизации земляных работ

Группа машин	Наименование машин и их основной параметр	Технологическое назначение
1	2	3
1	Гидравлические универсальные одноковшовые экскаваторы с ковшом емкостью 0,25–0,5 м ³ и многоковшовые производительностью до 50 м ³ /ч	Отрывка грунта в котлованах и траншеях, в том числе при рассредоточенных объемах работ
	Автосамосвалы 2,5–7 т, землевозные тележки 5–10 т с тягачами мощностью до 118 кВт	Транспортирование грунта в отвал, насыпь
	Рыхлители навесные к тракторам мощностью 74–102 кВт	Рыхление плотного грунта
	Бульдозеры мощностью до 18–96 кВт	Разравнивание и планировка грунта
	Бульдозеры мощностью 18–96 кВт с управляемым отвалом. Экскаваторы-планировщики с ковшами 0,25–0,5 м ³ , автогрейдеры легкого типа	Зачистка дна и откосов, планировка грунта
	Катки прицепные до 10 т и вибрационные до 2 т. Мототрамбовки массой до 200 кг; виброуплотняющие навесные плиты и самоходные трамбующие машины	Уплотнение грунта, в том числе в пазухах фундаментов
2	Экскаваторы одноковшовые с ковшами 0,65–1,45 м ³ ; многоковшовые производительностью до 150 м ³ /ч	Отрывка грунта в котлованах и траншеях
	Автосамосвалы грузоподъемностью до 20 т с тягачами мощностью до 177 кВт; ленточные конвейеры с перегрузочными бункерами и лентой 500–700 мм	Транспортирование грунта в отвал, насыпь
	Навесные и прицепные рыхлители к тракторам мощностью 184–243 кВт	Рыхление мерзлого и плотного грунта
	Бульдозеры на тракторах мощностью 96–177 кВт	Разравнивание и планировка грунта

1	2	3
	Бульдозеры на тракторах мощностью 18–96 кВт с поворотным отвалом и системой «Автоплан»; экскаваторы-планировщики с ковшом 0,4–0,65 м ³ ; автогрейдеры среднего типа с полуавтоматическим управлением отвала (по системе «Профиль»)	Планировка дна и откосов, зачистка, планировка площадей
	Катки статические массой до 25 т, вибрационные – до 3 т, виброуплотняющие навесные и самоходные плиты	Уплотнение грунта в отвале, насыпи, пазухах фундаментов
3	Экскаваторы одноковшовые с ковшами емкостью до 1,6–4 м ³ , многоковшовые производительностью до 250 м ³ /ч	Отрывка грунта в котлованах больших объемов, каналах, траншеях
	Автосамосвалы грузоподъемностью 16–45 т, землевозные тележки грузоподъемностью до 60 т с тягачами мощностью 243–368 кВт; ленточные конвейеры с шириной ленты 800–1200 мм	Транспортирование грунта в отвал, насыпь
	Навесные и прицепные рыхлители к тракторам мощностью 184–368 кВт	Рыхление мерзлого и плотного грунта
	Бульдозеры на тракторах мощностью 74–132 кВт	Разравнивание грунта в отвале, устройство насыпи
	Бульдозеры на тракторах мощностью 74–103 кВт; экскаваторы-планировщики с ковшами 0,4–0,65 м ³ , автогрейдеры среднего и тяжелого типа	Зачистка дна, откосов котлованов и других земляных сооружений
	Катки статические массой до 100 т, вибрационные плиты, трамбующие самоходные машины	Уплотнение грунта
4	Скреперы полуприцепные с ковшом емкостью 8 м ³ на тракторе К-702 (ДЗ-74); тракторы-толкачи мощностью 74–132 кВт	Отрывка и транспортирование грунта в котлованах, выемках площадок, каналов и дорог с послойной укладкой в насыпи
	Навесные и прицепные рыхлители к тракторам мощностью 74–132 кВт	Рыхление грунта
	Экскаваторы-планировщики с ковшом 0,4–0,65 м ³ ; бульдозеры мощностью 132–221 кВт	Зачистка и планировка дна и откосов земляных сооружений

1	2	3
	Автогрейдеры среднего и тяжелого типа с системой управления «Профиль»	Планировка по заданным отметкам земляных сооружений
	Катки прицепные и самоходные массой 20–30 т	Уплотнение грунта в отвалах и насыпи
5	Скреперы самоходные и прицепные с ковшом емкостью 15 м ³ на тягаче БелАЗ-531 и тракторе Т-330 в комплекте с тягачами мощностью 184–221 кВт	Отрывка и транспортирование грунта с послойной укладкой в насыпи
	Скреперы самоходные с ковшом емкостью 25 м ³ на тракторе Т-500 мощностью 368 кВт. Толкатели на тракторе Т-500	То же
	Навесные и прицепные рыхлители к тракторам мощностью 184–243 и 243–368 кВт	Рыхление мерзлого и тяжелого грунта
	Бульдозеры с поворотным отвалом на тракторе мощностью 243 кВт (Т-330) и 368 кВт (Т-500)	Разравнивание грунта в насыпи и планировка
	Автогрейдеры среднего и тяжелого типа с системой управления «Профиль»	Планировка площадки и откосов сооружений
	Катки самоходные и прицепные массой 20–30 т и 50–100 т	Уплотнение грунта в насыпи
6	Машины для разработки мерзлых и плотных грунтов	Рыхление мерзлого грунта при планировке площадки и разработке котлованов
	Рыхлители прицепные и навесные на тракторах мощностью 132–243 и 368 кВт	Рыхление и разработка мерзлого грунта
	Бульдозеры в тракторах мощностью 368 кВт (Т-500) в агрегате с рыхлителями	Рыхление и разработка мерзлого грунта
	Баровые машины для разработки траншей в мерзлых грунтах	Рыхление и последующая разработка мерзлого грунта
	Гидромолоты для разработки мерзлых грунтов, навешиваемые на гидравлические экскаваторы с ковшом емкостью 0,25–0,65 и 1 м ³	Рыхление мерзлого грунта

1	2	3
	Роторные экскаваторы для разработки траншей глубиной до 2,5 м в мерзлых и плотных грунтах (типа ЭТР-231 и ЭТР-253) производительностью 800–1000 м ³ /ч	Разработка траншей в мерзлом и тяжелом грунте
	Экскаваторы с обратной лопатой с ковшом 0,6 м ³ и зубьями активного действия	Разработка мерзлых грунтов и скальных пород без предварительного рыхления
	Термомеханический станок ТБС на тракторе ДЭТ-250 для бурения в мерзлых и вечномерзлых грунтах и наклонных скважин диаметром 350–450 мм и глубиной до 10 м, скоростью бурения 18–20 м/ч (проект Гипрорудмаша)	Разрушение мерзлых грунтов при одновременном действии механического бурового инструмента, высоких температур и сверхзвуковых газовых струй
7	Бульдозеры на гусеничных тракторах и колесных тягачах мощностью 74–132 кВт с неповоротным и поворотным отвалом (тракторы ДЗ-17А, ДЗ-18А, ДЦ-17С, ДЗ-14А)	Разработка и транспортирование грунтов в котлованах и при планировке площадок
	Рыхлители навесные и прицепные к тракторам мощностью 71–177 кВт	Рыхление тяжелых и мерзлых грунтов
	Автогрейдеры среднего типа	Планировка площадей и грунта в насыпях
	Катки самоходные и прицепные массой 30 т	Уплотнение грунта в насыпи

Таблица П1.2

Область применения основных ведущих машин
в зависимости от объемов работ

Объем работ в месяц, тыс. м ³	Бульдозеры на тракторах мощностью, кВт	Вместимость ковша, м ³		
		скреперов	экскаваторов	погрузчиков
До 1,5	20–60	До 3	0,15–0,4	0,2–0,6
1,5–20	60–90	4–8	0,5–0,8	0,7–1,5
20–50	90–160	9–18	1,0–1,5	1,6–2,5
50–100	160–220	20–30	1,6–2,5	2,6–4,0
Более 100	220–440	20–30	2,5–4,0	Свыше 4

Таблица П1.3

Область применения бульдозеров и скреперов

Дальность перемещения грунта L_n , м	Примечания
Базовые тракторы	
40	ДТ-54
60	Т-80
100	Т.100-Т.130
120	Т.140-Т.180
140	Т.180-ДЭТ250
160	ДЭТ250
Вместимость ковша скрепера q , м ³	
40	2,75
60	6–15
100	10–15

Таблица П1.4

Рекомендуемая предельная дальность перемещения грунта

Тяговые усилия базовой машины, кН	40–60	60–100	150–250
Дальность перемещения, м	30–50	50–70	100–150

Таблица П 1.5

Техническая характеристика бульдозеров

Показатель	Марка бульдозера									
	ДЗ-37 Д-579	ДЗ-4 Д444	ДЗ-29 Д-535	ДЗ-42 Д-606	ДЗ17 Д-493	ДЗ-53 Д-494	ДЗ-35Б Д-275	ДЗ-34С Д-572	ДЗ-330 класса 25 т	ДЭГ- 250 класса 25 т
Базовая машина	Колесный трактор									
Модель	МТЗ-50 (МТЗ-52) класса 1,4 т	ДТ-54А класса 3 т	Т74-С2	ДТ-75-С2 класса 3 т	Т-100МЗ 10 т	Т-180КС класса 15 т	Т-330 класса 25 т	ДЭГ- 250 класса 25 т	Т-330 класса 25 т	
Мощность двигателя, кВт	40	40	55	59	79	79	132	228	243	
Размеры отвала, м:										
длина	2,1	2,28	2,56	2,52	3,94	3,2	3,64	4,54	4,73	
высота	0,65	0,79	0,8	0,8	1,1	1,2	1,23	1,55	1,75	
Подъем отвала над грунтом, м	0,5	0,6	0,6	0,6	1,1	1,2	1,23	1,55	1,75	
Заглубление отвала в грунт, м	0,2	0,15	0,3	0,3	1	1	0,6	0,45	0,52	
Угол резания, град	60	60	55	55	50-63	55	55	50-62	45-65	
Скорость перемещения, км/ч:										
транспортная	25,8	6,3-7,9	7,7-11,4	7,1-10,8	6,4-10,1	8,7-12	3-19	0-12,7	0-3,6	
при резании и перемещении грунта	2,65	3,6	4,5	5,1	2,4	2,4	2,9	2,3	3,6	

Окончание табл. П1.5

Показатель	Марка бульдозера									
	ДЗ-37 Д-579	ДЗ-4 Д444	ДЗ-29 Д-535	ДЗ-42 Д-606	Д317 Д-493	ДЗ-53 Д-494	ДЗ-35Б Д-275	ДЗ-34С Д-572	ДЗ5ХЛ	
Наибольшие преодолеваемые уклоны, град при движении вверх	25	20	20	20	30	30	25	45		45
при спуске с грунтом	35	20	20	20	25	26	25	47		47
при поперечном уклоне	10	20	20	20	25	25	30	45		45
Объем грунта, перемещаемого отвалом, м ³	0,5	0,75	1,5	1,5	3,3	3,5	4-5	7,5		8
Габаритные размеры, м:										
длина	4,67	4,34	4,51	4,65	5,5	5,3	6,49	7,04		6,73
ширина	2,1	2,28	2,56	2,53	3,94	3,2	3,64	4,5		4,73
высота	2,49	2,3	2,3	2,3	3,04	3,04	2,85	3,18		3,45
Масса трактора и оборудования, т	3,5	6,3	6,37	6,92	14	14,11	18,3	31,26		43,92

Таблица П 1.6

Техническая характеристика и производительность
бульдозеров

Наименование	Марка бульдозера				
	ДЗ-42	ДЗ-101А	ДЗ-110А	ДЗ-35С	ДЗ-118
Базовый трактор	ДТ-75МР-С2	Т-4АП2-С1	Т-130.Т.Г-1	Т-180Г	ДЭТ-250
Тяговый класс	3	4	10	15	25
Мощность, кВт	66	95,6	118	132	243
Скорость движения, км/ч	11,18	9,32	10,27	16	19
Бульдозерное оборудование:					
ширина отвала, мм	2560	2860	3220	3640	4310
высота отвала, мм	804	1050	1180	1230	1550
Опускание отвала ниже опорной поверхности, мм	300	435	465	500	500
Угол резания, град	55	55	55	55	55
Масса, кг	7000	9900	16 021	18 800	39 000
Производительность эксплуатационная среднечасовая, м ³ /ч, при транспортировании грунта II группы на 50 м	14,8	30,4	57,8	63,3	76,9

Таблица П 1.7

Коэффициент влияния на производительность бульдозера
условий рельефа местности

Угол подъема местности, град	$K_{укл}$	Угол уклона местности, град	$K_{укл}$
0–5	1,0–0,67	0–5	1,0–1,33
5–10	0,67–0,5	5–10	1,33–1,94
10–15	0,5–0,4	10–15	1,94–2,25
		15–20	2,25–2,68

Таблица П 1.8

Угол естественного откоса грунта ω , град

Тип грунта	Влажность грунта		
	Сухой	Влажный	Мокрый
Гравий	40	40	35
Галька	35	45	25
Песок:			
крупный	30	32	27
средний	28	35	25
мелкий	25	30	20
Глина:			
жирная	45	35	30
легкая	50	40	30
Суглинок	40	30	20
Супесь	35	45	27
Растительный	40	35	25
Насыпной	35	45	27

Таблица П 1.9

Значения коэффициента ускорения, замедления и переключения передач $K_{\text{уск}}$ для скреперов и бульдозеров

Дальность перемещения грунта, м	III передача		IV передача	
	Груженный ход	Порожний ход	Груженный ход	Порожний ход
100	1,2	1,2	1,6	1,4
200	1,2	1,1	1,3	1,2
300	1,1	1,1	1,2	1,2
400	1,1	1,05	1,2	1,1
500	1,05	1,04	1,1	1,1
600	1,04	1,04	1,1	1,1
700	1,04	1,03	1,1	1,1
800	1,03	1,03	1,1	1,1
900	1,03	1,02	1,1	1,1
1000	1,02	1,01	1,1	–

Примечание. При движении на I и II передачах и задним ходом $K_{\text{уск}} = 1$.

Таблица П1.10

Основные параметры набора грунта бульдозерами

Способ набора грунта	Толщина срезаемого слоя, см	Длина пути набора грунта, м	Объем грунта, м ³	Продолжительность набора грунта, с	Использование мощности трактора	Группа грунта
Прямоугольный	10–15	6–10	2–2,5	20	50–70	I–III
Клиновой	20–25	6–6,5	2–2,5	15	100	I–II
Гребенчатый	25–12	6,5–8	2,0	15	90–100	III

Таблица П1.11

Скорость движения тракторов, км/ч

Передача	Марка трактора					
	ДТ-54	С-80	Т-100	Т-130, Т-140	Т-180	ДЭТ-250
I	3,59	2,25	2,36	2,54	2,86	2,6
II	4,69	3,6	3,5	3,74	5,06	3,85
III	5,43	5,14	4,13	5,56	6,9	5,7
IV	6,28	7,4	5,34	8,85	9,46	9,1
VI	7,93	9,65	10,12	12,2	13,09	17,6
Задний ход	2,4	2,6–8,7	2,7–7,6	2,2–4,2	3,2–8,9	3,6–4,5

Таблица П1.12

Технологические показатели работы бульдозеров

Класс бульдозеров	Продолжительность набора грунта t_p , с			Скорость передвижения бульдозера, м/с		
	Группа грунта			Группа грунта		
	I	II	III	I	II	III
Легкий	6,6	13,8	21,6	0,92	0,91	0,9
Средний	4,2	10,8	14,4	0,79	0,75	0,73
Тяжелый	4,2	9	14,4	0,75	0,77	0,78

Таблица П1.13

Основные классы бульдозеров

Мощность двигателя базового тягача, кВт	Тяговое усилие, кН	Класс бульдозера
До 20	До 40	Малогобаритный
> 60	60	Легкий
> 100	100	Средний
120–240 и более	150–260	Тяжелый

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П.2.1

Основные технологические показатели для выбора грунтоуплотняющих машин

Масса катка, т	Тяговое усилие тягача, кН	Рабочая скорость, м/с	Толщина уплотняемой полосы, м		Ширина уплотняемой полосы, м	Ширина насыпи, м, из условий		Наименьшая длина уплотняемой полосы	Производительность машин, м ³ /ч, на грунтах	
			связного	несвязного		безопасной работы	разврата		связных	несвязных
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Прицепные катки статического действия										
5	300	1,0–1,75	15–20		1,5	2,7	15	100	31	
5×2	600	0,65–1,8	15–20		3	3,7	20	120	39	
9	300	1,25–1,83	20–22		1,8	2,7	15	100	40	
9×2	600	0,66–1,8	20–22	–	3,6	4,3	20	120	50	–
17,3	600	0,66–1,8	30–35		2,6	3,6	15	120	84	
29	1500	0,8–1,8	50		2,73	3,7	20	200	138	
Прицепные катки на пневмомашинах										
12,5	300	1,25–1,8	15–20	20–25	2,2	3,2	15	100	75	112
25	600	0,66–1,8	30–35	35–40	2,64	3,6	15	120	138	200
Полуприцепные катки на пневмомашинах										
34	1000	0,7–2,0	35–40	40–45	2,8	3,8	30	200	175	263
Самоходные катки на пневмомашинах										
6	–	0,7–2,0	20–35	25–30	1,62	2,6	2,6	50	94	138
30	–	0,7–2,0	30–35	35–40	2,14	2,1	2,1	50	169	263

Окончание табл. П.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Самоходные гладкие катки статического действия										
6,4		0,67-0,97		10-15	1,8	2,8	2,8	50		34
10	0,52-0,75		15	1,8	1,8	2,8	2,8	50	-	32
12,2		0,78-1,7		15	1,3	2,3	2,3	50		<42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15,5		0,75-1,7		15	1,3	2,3	2,3	50		42
Самоходные вибрационные катки с гладкими вальцами										
0,68		0,39-0,78	10	10-15	0,66	1,25	1,25	50	20	25
1,5		0,39-1,0	15	20	0,73	1,5	1,5	50	25	34
1,7	-	0,44-0,7	15	20	0,85	1,5	1,5	50	25	34
4		0,5-1,8	20	30	1	2	2	50	48	62
8		0,6-1,94	25	35	1	2	2	50	63	88
Прицепной вибрационный каток с гладкими вальцами										
3	300	0,33-0,4	30	40	1,4	2,5	12	100	63	90

Таблица П.2.2

Техническая характеристика прицепных катков

Показатель	ДУ-26	ДУ-27	ДУ-32А	ДУ-30	ДУ-39А	ДУ-46	ДУ-16В	ДУ-37	ДУ-21
	Кулачковый каток			Пневматический каток					
Ширина уплотняемой полосы, м	1,8	4	2,6	2,2	2,64	2,8	2,6	2,61	268
Голщина уплотняемого слоя, м	0,2	0,2	0,3	0,25	0,35	0,45	0,35	0,25	0,43
Скорость движения, км/ч	5,1	2,4	2,4	5	5	2	15	11	15
Габаритные размеры, м:									
длина	4,905	4,905	7,88	5,3	5,88	9,19	10,1	10,1	10,87
ширина	2,196	4,5	3,09	2,34	2,92	3,23	2,92	2,9	3,23
высота	1,8	1,8	2	1,82	2,25	2,92	2,8	2,3	3,665
Масса катка без балласта, т	4,68	9,2	9	4	6	25	25,4	13	27,8
Тягач	ДТ-75С2	Т100МЗ	Т-100МЗ	Т-100МЗ	Т-100МЗ	МАЗ-529с	МоА35-46п	Т-150	БелАЗ-531

Таблица П 2.3

Техническая характеристика самоходных катков

Марка катка	ДУ-31А	ДУ-29	ДУ-50	ДУ-8В	ДУ-48А	ДУ-9В	ДУ49А	ДУ-10А	ДУ-47А
	Каток пневматический с гладкими вальцами								
Ширина уплотняемой полосы, м	1,9	2,22	1,8	1,3	1,85	1,3	1,3	0,85	1,2
Толщина уплотняемого слоя, м	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Габаритные размеры, м:									
длина	5,3	6,16	4,37	4,32	5,2	6,08	6,515	2,7	4,6
ширина	1,97	2,89	1,8	2,07	1,85	2,07	2,04	0,98	1,6
высота	3,2	3,41	2,6	2,5	2,6	2,5	3,41	2,2	2,85
Масса катка без балласта, т	8,44	23	6,5	8	10	10,3	11	1,5	6

Таблица П 2.4

Технико-эксплуатационные показатели грунтоуплотняющих машин

Марка машины	Характеристика	Масса, т	Марка тягача прицепных катков	Толщина уплотняемого слоя, м	Ширина уплотняемой полосы, м	Наименьшая длина уплотняемой полосы, м	Ориентировочная эксплуатационная производительность, м ³ /см
Кулачковые катки статического действия							
Д-130Б	Прицепной в сцепе из двух катков	$\frac{2 \times 5}{2 \times 3,3}$	Т-100М	$\frac{0,15-0,2}{-}$	3,0	120	$\frac{310}{-}$
ДУ-26 Д-614	Прицепной	$\frac{9}{6,5}$	Т-74	$\frac{0,2-0,22}{-}$	1,8	100	$\frac{320}{-}$
ДУ-26 Д-611	Прицепной в сцепе из двух катков	$\frac{2 \times 9}{2 \times 1}$	Т-100М	$\frac{0,2-0,22}{-}$	3,6	120	400
ДУ-32 Д-630	Прицепной	$\frac{17,3}{11,7}$	Т-100М	$\frac{0,3-0,35}{-}$	2,6	120	630
ДУ-3 Д-220	Прицепной	$\frac{29}{13,3}$	Т-180 2х Т-100М	$\frac{0,5}{-}$	2,7	200	1100
Катки на пневмошинах статического действия							
ДУ-30 Д-625	Прицепной	$\frac{12,5}{4}$	Т-74 0,20-0,25	$\frac{0,15-0,2}{-}$	2,2	100	$\frac{600}{900}$

Окончание табл. П2.4

Марка машины	Характеристика	Масса, т	Марка тягача прицепных катков	Толщина уплотняемого слоя, м	Ширина уплотняемой полосы, м	Наименьшая длина уплотняемой полосы, м	Ориентировочная эксплуатационная производительность, м ³ /см
ДУ-4 Д-263	Прицепной	25 5,65	Т-100М	0,3–0,35 0,35–0,4	2,5	120	1100 1600
ДУ-39 Д-705	Прицепной	25	Т-100М	0,3–0,35 0,35–0,40	2,6	120	1100 1600
– ДСК-1	Прицепной	26,5 16	Т-100М	0,3–0,35 0,35–0,40	3,1	120	1200 1700
ДУ-16 Д-551	Полуприцепной	34 18,5	МАЗ-529Е	0,36–0,4 0,4–0,45	2,8	200	1400 2100
ДУ-16 Д-551	Самоходный	16 8,5	–	0,2–0,25 0,25–0,3	1,6	50	750 1100
ДУ-16 Д-551	Самоходный	30	–	0,3–0,35 0,35–0,40	2,1	50	1350 2100

Таблица П 2.5

Техническая характеристика пневмоколесных катков

Показатели	ДУ-30 (Д-625)	ДУ-4 (Д-263)	ДУ-39 (Д-703)	ДУ-16 (Д-551) ДУ-16Б (Д-551Б)
	Секционный	С жесткой подвеской	Секционный	С жесткой подвеской
Тип катка				
Ширина уплотняемой полосы, м	2,2	2,5	2,64	2,8
Толщина уплотняемого слоя, м, не более	0,25	0,4	0,4	0,45
Число колесных секций	5	–	5	–
Число колес	5	6	5	4
Давление воздуха в шипах, МПа	0,5	0,56	0,4	0,2–0,42
Скорость движения, км/ч	До 3	5–25	До 5	До 25
Масса катка, т	12,5	25	25	25
Тягач	Гусеничный Т-100	Колесный К-700	Гусеничный Т-180	Одноосный
Изготовитель	Кременчугский ордена Трудового Красного Знамени завод дорожных машин	Бердянский ордена Октябрьской революции завод дорожных машин	Октябрьский завод дорожных машин «Октябрьская кузница»	МЛЗ-529Е МоаЗ-546П Коростенский завод дорожных машин «Октябрьская кузница»

Таблица П 2.6

Техническая характеристика отечественных виброкатков с гладкими вальцами

Виброкаток	Характеристика	Масса, т	Тип двигателя	Параметры уплотнения грунтов, см		Номинальная толщина уплотняемой полосы, м	Скорость перемещения, км/ч	Ориентировочная производительность, м ³ /см.		Завод-изготовитель
				Толщина на слоя	Ширина на полосы			Связных	Несвязных	
ДУ-14 ДУ-480	Прицепной одно-вальцовый	3	Д-37М, 30 кВт (к трактору ДТ-54-А)	50-80	140	100	0,5-0,3	560	750	Рыбинский завод дорожных машин
ДУ-10А (Д-455А)	Самходный двух-вальцовый	$\frac{1,7}{1,48}$	УД-25;6 кВт	15-20	85	50	1,5-2,46	200	270	Калининградский завод «Строй-дормаш»
ДУ-25А (Д-613А)	То же	$\frac{4,3}{3,6}$	Д-21; 15 кВт	20-30	100	50	380			Рыбинский завод дорожных машин
ДУ-36 (Д-684)	Самходный одно-вальцовый	$\frac{0,68}{0,52}$	УДС-25С; 6 кВт	10-15	66	50	1,4-2,8	85	125	Калининградский завод «Строй-дормаш»

Таблица П 2.7

Количество проходов катков по одному следу

Тип катка	Толщина уплотняемого слоя, м	Необходимое число проходов по одному месту при грунте		
		песчаном	суглинстом	глинистом
Кулачковый прицепной каток массой 5 т (ДЗ-130А)*	0,20	–	12–14	16–18
Гладкий прицепной каток массой 4,4 т (Д-126)*	0,15	4–6	10	123
Пневматический прицепной каток массой:				
10 т (Д-219)	0,20–0,25	4	5	6
25 т (Д-263)	0,30–0,35	6	7	8
26,5 т (ДСК-1)	0,40–0,50	8	9	10

* При сцепе двух катков количество проходов уменьшается вдвое.

Таблица П 2.8

Рекомендация числа проходов катков при уплотнении грунта

Грунтоуплотняющие машины	Масса уплотняющих катков, т	Толщина слоя уплотнения, см	Число проходов до полного
Прицепные гладкие катки:			
	с одним катком	4,5	10–15
с тремя катками в сцепе	4,5	10–15	5–8
Прицепные кулачковые катки	5	25–35	6–10
	5,5	30–40	6–8
	31,4	50–60	4–6
Прицепные катки на пневмоколесном ходу	10	15–20	6–8
	25	20–25	6–8
	42	40	4–6
Грунтоуплотняющая машина (навесное оборудование к трактору)	1,3×2	До 100	3–6
Вибромашина самопередвигающаяся	2	До 70	2–4
Виброкаток прицепной	3,5	50–60	2–4
Ударные крановые плиты	2	50–70	3–4
Трамбовка пневматическая	0,041	20	3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Т а б л и ц а П 3 . 1

Дальность транспортировки грунта скреперами

Прицепной скрепер		Самоходный скрепер	
Объем ковша скрепера, м ³	Пределы дальности перевозки грунта, м	Объем ковша скрепера, м ³	Пределы дальности перевозки грунта, м
6	100–350	До 8	300–1500
8	150–550	9–10	400–2500
10	300–800	15	До 3000
15	500–1500	25	> 5000

Таблица ПЗ.2

Техническая характеристика скреперов

Показатель	Марка скрепера									
	Прицепные					Самоходные				
	ДЭ-30 Д541А	ДЗ-33 Д-569	ДЗ-12а Д-374А	ДЗ-20 Д-498	ДЗ-23 Д-511	ДЗ-11П ДЗ57А	ДЗ-13 Д-392	ДЗ-67 Д-731		
Вместимость ковша (геометрическая), м ³	3	3	6	6,7	15	8	15	35		
Марка тягача	Т-74-С9		Т-100М	Т-100МГС	ДЭТ-250	МоАЗ-531	БелАЗ-531			
Ширина резания a , м	2,15	2,1	2,67	2,65	2,85	2,83	2,93			
Наибольшая толщина срезаемой стружки h , м	0,15	0,2	0,32	0,3	0,35	0,3	0,35	0,25		
Толщина отсылаемого слоя, м	0,3	0,35	0,15–0,5	0,15–0,5	0,15–0,5	0,475	0,5	до 0,55		
Скорость движения скрепера, км/ч:										
при загрузке v_n	4,5	4,12	2,9	2,9	1,5–1,8	2	2	2		
при разгрузке v_p	4,5–5,45	4,5–5,4	2,8–4,8	2,9–4,5	3,75–7,5	3,75–7,5	3,75–7,5	3,75–7,5		
груженого v_r	5,4–6,6	5,4–6,6	4,5–6,4	4,5–5,7	1,5–7,3	23	25	25		
порожного v_r	9,5–11,4	9,3–11	6,4–8,7	6,6–8,7	9,0–12	40	45	40		
Минимальный путь загрузки скрепера, м	9–10	13–15	20	25	40	40	40	40		
Время разгрузки ковша, с	20	20	21	21	42–48	42–48	42–48	42–48		
Габаритные размеры, м:										
длина	5,51	6,7	8,4	8,79	11,38	10,42	12,8	4,54		
ширина	2,39	2,47	3,03	3,14	3,4	3,25	3,4	4,54		
высота	2,41	1,97	3,09	2,47	3,19	3,3	3,6	4,25		

Таблица ПЗ.3

Техническая характеристика и производительность скреперов

Наименование	Скреперы прицепные			Скреперы самоходные		
	ДЗ-149-5	ДЗ-77А	ДЗ-79	ДЗ-35711	ДЗ-13А	ДЗ-115
Вместимость ковша, м ³	8,8	8	18	8	15	15
Базовый трактор: Модель	К-701	Г-130М1Г	Т-330	МоАЗ-546П	БелАЗ-531	БелАЗ-531
Мощность, кВт	221	118	243	151	265	530
Тяговый класс	5	10	25	–	–	–
Ширина резания, мм	2480	2754	3020	2820	3120	3120
Наибольшее заглубление, мм	150	350	310	150	200	200
Толщина отсыпаемого слоя, мм	400	500	50	400	150–500	450
Скорость, км/ч	33,8	10,5	16,4	30	45	52,5
Масса скрепера, г	22,7	9,8	18,6	19,6	36,7	44,3
Кол-во часов работы в году	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Производительность эксплуатационная среднечасовая, м ³ /ч	$\frac{41,8}{24,2}$	$\frac{27,1}{15,3}$	$\frac{53,3}{31,3}$	$\frac{30,7}{24,3}$	$\frac{62,9}{51,3}$	$\frac{73,4}{59,8}$

Таблица ПЗ.4

Значение коэффициента наполнения ковша скрепера

Тип грунта	K _н	
	Без толкача	С толкачом
Сухой песок	0,5–0,7	0,8–1,0
Супесь и средний суглинок	0,8–0,95	1,0–1,2
Тяжелый суглинок и глина	0,65–0,75	0,9–1,2

Таблица ПЗ.5

Коэффициент наполнения ковша K_n

Группа грунта	Экскаватор		Скрепер	
	С механическим приводом	С гидравлическим приводом	С толкачом	Без толкача
I	0,9	0,9	1–1,2	0,8–0,95
II	0,8	0,85	0,8–1	0,5–0,75
III	0,7	0,8	–	–
IV	0,65	0,74	–	–
V	0,5	0,7	–	–
VI	0,4	0,66	–	–

Таблица ПЗ.6

Длина пути набора грунта, м

Тип скрепера	Объем ковша скрепера, м ³			
	2,5–3	6–8	10–12	15–18
Прицепной без толкача	12–15	15–20	20–25	30–35
Самоходный с толкачом	–	15–18	18–22	25–30

Таблица ПЗ.7

Рекомендуемая толщина стружки, см

Объем ковша скрепера, м ³	Разрабатываемый грунт			
	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
При работе без толкача				
3	12	12	10	7
6–7	15	15	12	9
10	20	20	18	14
16	25	25	21	16
При работе с толкачом				
6–7	30	20	20	14
10	30	25	25	18
15	35	30	30	22

Таблица ПЗ.8

Средняя расчетная длина пути разгрузки грунта скрепером
в зависимости от толщины слоя отсыпки, м

Толщина слоя отсыпки, м	Объем ковша, м ³			Толщина слоя отсыпки, м	Объем ковша, м ³		
	6–8	10	15		6–8	10	15
0,15	15	23	–	0,3	8	11,5	16
0,2	11	17	24	0,35	6,5	10	15
0,25	9	14	20	0,4	–	9	12

Таблица ПЗ.9

Средние значения коэффициента призмы волочения $m_{пр}$
для скреперов

Вместимость ковша, м ³	Песок	Супесь	Суглинок пылеватый		Глина
			Сухой	Влажный	
6–6,5	0,26	0,22	–	0,1	0,1
10	0,28	0,17	0,13	0,09	0,05
15	0,32	0,16	0,11	0,08	–

Примечание. При отсутствии точных данных значения $m_{пр}$ определить методом интерполяции.

Таблица ПЗ.10

Наибольшая толщина слоя грунта, выгружаемого скрепером,
и дорожный просвет под ножами скрепера, м

Показатель	Объем ковша скрепера, м ³		
	6–8	10	15
Максимальная толщина слоя выгружаемого грунта	0,35	0,4–0,5	0,4–0,5
Дорожный просвет под ножами скрепера в транспортном положении	0,5	0,55	0,55

Таблица ПЗ.11

Число скреперов, обслуживаемых одним толкачом

Дальность перемещения грунта, м	Прицепные скреперы с объемом ковша 6–10 м ³	Самоходные с объемом ковша, м ³		Дальность перемещения грунта, м	Прицепные скреперы с объемом ковша 6–10 м ³	Самоходные с объемом ковша, м ³	
		8–10	15			8–10	15
100	2	–	–	1000	–	6	3
300	3	3	2	2000	–	11	6
500	4–5	4	2	3000	–	16	9

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица П4.1

Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы бульдозеров

Марка бульдозера	Инвентарно-расчетная стоимость M_i , руб.	Число часов работы в году $T_{н.г}$, ч	Едино-временные расходы E , руб.	Годовые расходы Γ , руб.	Текущие эксплуатационные расходы на 1 ч работы машиниста $C_{экспл}$, руб.
Д-159Б	3200	1800	23,7	1280	2,06
Д-444А	3285	1800	23,7	1314	2,06
ДЗ-29(Д-535А)	3260	1800	23,7	1304	2,63
Д-607	5670	1800	23,7	2268	2,64
ДЗ-53(Д-686)	6380	2580	30	2552	3,58
ДЗ-54С(Д-687А)	8830	2580	30	3532	3,58
Д-483А	7210	2580	30	3532	3,58
ДЗ-9(Д-271А)	6140	2580	30	1842	2,62
Д-867С	7760	2580	30	3104	3,58
Д-259	7260	2580	30	3172	2,62
ДЗ-25(Д-522)	20800	2580	30	7798	3,33
Д-711С	25400	2580	30	6350	4,67
ДЗ-35(Д-575А)	25650	2580	30	6412	4,62
ДЗ-9(Д-275А)	23110	2580	30	13244	4,67
ДЗ-24(Д-521)	25400	2580	30	6350	4,67
Д-384А	46790	2580	30	11697	5,63

Примечания: 1. Значения $T_{н.г}$ приведены в часах, в расчете следует предусмотреть перевод единицы измерения в смены: $T_{н.г}/8$, смен.

2. Эксплуатационные расходы приведены на 1 ч работы машиниста, в расчете следует предусмотреть перевод единиц измерения: $C_{экспл} \cdot 8$, руб.

Таблица П 4.2

Технико-экономические данные для определения себестоимости машино-часа работы бульдозеров

Марка машины	Инвентарно-расчетная стоимость машины M_i , тыс. руб.	Амортизационные отчисления (ре-новация) + капитальный ремонт A , %	Число часов работы машины в году $T_{н.г.}$, ч	Единовременные затраты E		Текущие эксплуатационные затраты $C_{экспл}$				
				Стоимость одного монтажа и демонтажа $C_{м.д.}$ руб.	Стоимость транспортирования на объект $C_{тр.}$ руб.	Техническое обслуживание и текущий ремонт	Ремонт и замена на сменной основной оснастки	Энерго-гома-тери-алы	Смазочные материалы	Заработная плата машиниста
ДЗ-37(Д-579)	3,61	40	1800	–	23,7	0,69	0,06	0,55	0,14	0,62
ДЗ-4(Д-444)	3,2	40	1800	–	23,7	0,69	0,06	0,55	0,14	0,62
ДЗ-42(Д-606)	4,91	40	1800	–	23,7	0,88	0,02	0,82	0,21	0,7
ДЗ-29(Д-535)	3,26	40	1800	–	23,7	0,88	0,02	0,82	0,21	0,7
ДЗ-53(Д-494)	8,56	40	2580	–	30	1,4	0,03	1,09	0,27	0,79
ДЗ-17(Д-493)	8,32	40	2580	–	30	1,4	0,03	1,09	0,27	0,79
ДЗ-27С	19,26	25	2580	–	39,8	1,4	0,5	–	–	–
ДЗ-35Б(Д-275)	12,65	25	2580	–	30	1,4	0,3	1,96	0,49	0,79
ДЗ-35Б(Д-384)	53	25	2580	–	30	1,4	0,05	2,73	0,68	0,79
ДЗ-24А	25,4	25	2580	–	30	1,4	0,03	1,96	0,49	0,79

Примечание. В расчете принять $T_{н.г.}$ 8, смен; $C_{экспл}$ 8, руб.

Таблица П 4.3

Экономические показатели эксплуатации бульдозеров

Затраты	Бульдозеры, тяговый класс				
	3	4	10	15	25
Единовременные Е, руб./ (маш.-ч)	0,15	0,18	0,18	0,18	0,48
Годовые Г, руб./ (маш.-ч)	0,64	0,82	1,85	2,25	3,88
Эксплуатационные Э, руб./ (маш.-ч)	1,92	2,35	2,54	3,12	4,81
Себестоимость С, руб./ (маш.-ч), в том числе зарплата, руб./ч	2,71/0,91	3,35/1,04	4,57/1,04	5,55/1,13	9,19/1,6
Оптовая цена, тыс. руб.	9,2	11,1	16,9	22,9	62,46

Примечание. Затраты рассчитаны применительно к грунтам второй группы. Тяговый класс на некоторые виды бульдозеров приведен в табл. П1.6.

Таблица П 4.4

Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы прицепных и самоходных скреперов

Марка скрепера	Инвентарно-расчетная стоимость $M_{i,r}$, руб.	Число часов работы в году $T_{н.г}$	Единовременные расходы Е, руб.	Годовые расходы Г, руб.	Текущие эксплуатационные расходы $C_{экспл.}$, руб.
Д-458	4290	1890	23,7	1716	2,48
ДЗ-30 (Д-541А)	4960	1890	23,7	1984	2,48
ДЗ-33 (Д-569)	5940	1890	23,7	2376	2,68
Д-374А	9150	2250	30	2287	3,35
Д-222	9225	2250	30	2306	3,35
ДЗ-20 (Д-498)	10590	2250	30	2647	3,44
Д-374Б	9223	2250	30	2536	3,35
Д-213А	27500	2250	28,7	6050	5,67
ДЗ-23 (Д-511)	70610	2250	30	17652	6,63
ДЗ-11П (Д-357М)	20500	2580	13,8	5288	5,22
ДЗ-13 (Д-392)	60990	2580	30	17684	9,21

Примечание. В расчете принять $T_{н.г}/8$, смен; $C_{экспл.} \cdot 8$, руб.

Технико-экономические данные для определения себестоимости
машино-часа прицепных и самоходных скреперов

Марка машины	Расчет- ная стои- мость машины M_i , тыс. руб.	Амортиза- ционные отчисления (ренова- ция) + капи- тальный ремонт A , %	Число часов работы маши- ны в году $T_{н.г}$, ч	Единовременные заатраги		Текущие эксплуатационные затраты на 1 ч работы машиниста $C_{экспл}$				
				Стои- мость од- ного мон- тажа и демонта- жа $C_{м.д.з}$ руб.	Стои- мость транспор- тирования на объект $C_{пр}$, руб.	Техниче- ское об- служива- ние и текущий ремонт	Ремонт и заме- на смен- ной оснаст- ки	Энер- гома- тери- алы	Сма- зочные мате- риалы	Зара- ботная плата маши- ниста
ДЗ-30(Д-541А)	4,94	40	1890	—	23,7	0,67	0,08	0,82	0,21	0,7
ДЗ12А(Д-347А)	9,15	25	2250	—	30	0,94	0,35	1,09	0,27	0,7
ДЗ-20(Д-498)	12,62	25	2250	—	30	0,94	0,35	1,09	0,27	0,7
Д-511	70,61	25	2250	—	30	0,94	1,49	2,73	0,68	0,79
ДЗ-11П(Д-569)	20,5	25	2250	—	30	1,02	1,15	1,96	0,49	0,79
ДЗ-13(Д-392)	60,99	25	2250	—	30	1,02	2,94	3,93	0,98	0,79
Д-357А	20,5	25	2250	—	30	1,02	1,15	1,96	0,49	0,79

Примечания: 1. Значения $T_{н.г}$ приведены в часах, в расчете следует предусмотреть перевод единицы измерения в смены: $T_{н.г}/8$, смен.

2. Эксплуатационные расходы приведены на 1 ч работы машиниста, в расчете следует предусмотреть пе-
ревод единиц измерения: $C_{экспл} \cdot 8$, руб.

Таблица П4.6

Экономические показатели работы скреперов

Затраты	Скреперы с ковшом вместимостью, м ³				
	Прицепные			Самоходные	
	8	10	15	8	15
Единовременные, руб./ (маш.-ч)	0,07	0,09	0,16	0,06	0,1
Годовые, руб./ (маш.-ч)	0,78	2,2	6,03	1,6	4,19
Эксплуатационные, руб./ (маш.-ч)	3,66	5,08	7,41	4,39	8,11
Себестоимость, руб./ (маш.-ч),	4,51	7,37	13,6	6,05	12,4
в том числе зарплата, руб./ (маш.-ч)	1,14	1,27	1,76	1,02	1,44
Оптовая цена, тыс. руб.	24,1	25,7	140,0	18,3	47,8
Удельные, руб./ч	6,48	9,67	24,1	7,76	16,6
Удельные приведенные, руб./м ³	0,24	0,23	0,45	0,25	0,26
	0,42	40	0,77	0,32	0,33

Таблица П4.7

Справочные данные для определения технико-экономических показателей тракторов-толкачей

Вместимость ковша скрепера, м ³	Тип трактора-толкача	Инвентарно-расчетная стоимость M_i , руб.	Число часов работы в году $T_{н.г}$	Единовременные расходы E , руб.	Годовые расходы G , руб.	Текущие эксплуатационные расходы на 1 ч работы машиниста, руб.
2,75–3	T-75	3260	1800	23,7	1304	2,63
6–8	T-100	6140	2580	30	2556	3,58
10–15	T-140	19900	2580	39,8	4975	4,17

Примечания: 1. Значения $T_{н.г}$ приведены в часах, в расчете следует предусмотреть перевод единицы измерения в смены $T_{н.г}/8$, смен.

2. Эксплуатационные расходы приведены на 1 ч работы машиниста, в расчете следует предусмотреть перевод единиц измерения: $C_{экспл} \cdot 8$, руб.

Технико-экономические данные для определения себестоимости машино-часа
грунтоуплотняющих машин

Марка машины	Инвентарно-расчетная стоимость машины M_1 , тыс. руб.	Амортизационные отчисления (реновация) + капитальный ремонт A_1 , %	Число часов работы машины в году $T_{пл,7}$, ч	Единовременные затраты E		Текущие эксплуатационные затраты на 1 ч работы машины $S_{экспл}$				
				Стоимость одного монтажа и демонтажа $S_{м.д.з}$, руб.	Стоимость транспортирования на объект $S_{тр}$, руб.	Техническое обслуживание и текущий ремонт	Ремонт и замена сменной оснастки	Энергозатраты	Заработная плата машиниста	
ДУ-4	3,77	13,6	2500	—	23,7	0,03	—	—	—	0,7
ДУ-16В	23,2	25,2	2700	—	23,7	0,15	—	1,9	0,49	0,7
ДУ-31А	17,12	25,2	2700	—	23,7	0,15	—	1,2	0,3	0,7
ДУ-3	4,07	13,6	2500	—	23,7	0,03	—	—	—	0,7
ДУ-26	1,48	13,6	2500	—	23,7	0,03	—	—	—	0,7
ДУ-32А	3,35	13,6	2500	—	23,7	0,03	—	—	—	0,7
ДУ-10А	1,98	25,2	2700	—	23,7	0,15	—	0,09	0,02	0,62
ДУ-25(Д-613А)	2,61	25,2	2700	—	23,7	0,15	—	0,22	0,06	0,62
ДУ-34(Д-634)	6,83	25,2	2700	—	23,7	0,15	—	0,44	0,11	0,7
ДУ-12Б	9,32	23	2700	—	23,7	0,15	—	1,09	0,02	0,62
ДУ-36(Д-686)	1,69	25,2	2700	—	23,7	0,15	—	0,09	0,02	0,62
ДУ-11(Д-669А)	3,02	25,2	2700	—	23,7	0,15	—	0,44	0,1	0,7

Примечание. В расчет принять $T_{пл,8}$, смен; $S_{экспл,8}$, руб.

Таблица П4.9

Число смен работы в году машин для земляных работ

Наименование машин	Число рабочих смен
Бульдозеры	306
Скреперы прицепные с емкостью ковша до 8 м ³ включительно	172
То же с емкостью ковша более 8 м ³ и самоходные скреперы	300
Экскаваторы одноковшовые с емкостью ковша 0,15 м ³	256
То же с емкостью ковша 0,4 м ³	300
То же с емкостью ковша от 0,5 до 2 м ³	384
То же с емкостью ковша 2,5–3 м ³	425
Экскаваторы многоковшовые	201
Автомобили-самосвалы грузоподъемностью до 12 т включительно	343
То же грузоподъемностью более 12 т	425

Таблица П4.10

Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы экскаваторов

Марка экскаватора	Инвентарно-расчетная стоимость M_i , руб.	Число часов работы в году $T_{н.г}$	Единовременные расходы E , руб.	Годовые расходы Γ , руб.	Эксплуатационные расходы $C_{экспл}$, руб.
Э-1514	5350	1660	13,6	1498	2,42
ЭО-2621А	6429	1960	13,6	1798	2,42
Э-302Б	10 380	2750	17,75	2272	2,19
Э-304Б	12 200	3230	42,75	2684	2,19
ТЗ-3М	11 240	3230	42,75	2079	3,09
Э-652Б	12 840	3100	42,75	2375	3,37
ЭО-3322А	20 760	3230	7,7	4567	3,22
ЭО-4111Б	17 140	3275	42,75	3171	3,27
ЭО-3311Г	12 300	3230	17,75	2706	2,28
ЭО-4121А	23 470	3275	17,75	4342	3,22
ЭО-4321	28 780	3270	17,75	5324	3,3

Примечание. В расчет принять $T_{н.г}/8$, смен; $C_{экспл} \cdot 8$, руб.

Таблица П4.11

Исходные данные для определения себестоимости
машино-часа автотранспорта

Оборудование	Расчетная стоимость, руб.	Эксплуатационные расходы, не зависящие от пробега 1 маш.-ч, $C_{\text{эксп}}$, руб.	Расходы на единицу пробега 1 км Δ_e , руб.
Автосамосвалы грузоподъемностью, т			
3,5 (ГАЗ-53Б)	3960	1,19	0,103
4,5 (ЗИЛ-ММЗ-555), ИФА-50	3650	1,16	0,11
7(МАЗ-503Б), Шкода-706	6420	1,53	0,149
12(Краз-256Б)	13 563	1,9	0,216
10(КАМАЗ-5511)	19 027	1,9	0,483
15(МАЗ-525)	25 360	1,89	0,684
27(БелАЗ-540)	26 145	2,81	0,511
Автомобили грузовые грузоподъемностью, т			
2(ГАЗ-66)	3800	1,07	0,08
2(ГАЗ-63)	1710	0,88	0,063
2,5(ГАЗ-52-03)	1605	0,82	0,057
4(ГАЗ-53А)	2854	0,98	0,084
4,5(ЗИЛ-157К)	3300	1,05	0,116
5(ЗИЛ-130-66)	3320	1,05	0,1
7(КрАЗ-214Б)	10 486	1,62	0,243
7,5(МАЗ-500)	6217	1,53	0,148
8,0(КАМАЗ-5320)	18 055	1,9	0,452
12(КрАЗ-19Б)	9950	1,94	0,289
16(МАЗ-543)	53 714	3,55	0,67

Примечание. В расчет принять $C_{\text{эксп}} = 8$, руб.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица П5.1

Объем ковша строительных одноковшовых экскаваторов, м³

Размерная группа экскаваторов	Тип привода		Размерная группа экскаваторов	Тип привода	
	Механический	Гидравлический		Механический	Гидравлический
III	0,4–0,5	0,5	VI	1,25	1,25–2,5
IV	0,66	0,65–1	VII	2,5–3	–
V	1	1–1,6	–	–	–

Таблица П5.2

Область применения сменного оборудования одноковшовых экскаваторов по виду и условиям работ

Сменное оборудование	Объем ковша, м ³ , при разработке грунта группы		Вид работ	Условия работ
	I–II	IV–VI		
Прямая лопата	0,6–2	0,5–5	Разработка котлованов, резервов, траншей с погрузкой грунта в транспорт и в незначительном количестве с укладкой в отвал	При уровне грунтовых вод ниже подошвы фундаментов. При уровне грунтовых вод выше разработки применяют водоотлив или водопонижение
Обратная лопата	0,4–0,65	0,5–1,6	Рытье траншей, небольших котлованов с погрузкой грунта в транспорт и укладкой в отвал	Независимо от уровня грунтовых вод. При потоке воды, препятствующем производству работ, устраивают водопонижение или водоотлив
Драглайн	0,5–2	0,5–2,5	Разработка котлованов, траншей и каналов при работе по возведению насыпей из резервов, при добыче песка и гравия из-под воды с укладкой грунта в отвал и погрузкой в транспорт, выторфовывание	То же
Грейфер	0,35–1,5	–	Разработка глубоких котлованов с вертикальными стенками, погрузочно-разгрузочные работы, подача грунта в котлован при его обратной засыпке, добыча песка и гравия из-под воды	«»

Таблица П 5.3

Технические характеристики экскаваторов

Марка, тип привода	Вместимость ковша, м ³	Мощность двигателя, кВт	Ходовое оборудование	Скорость передвижения, км/ч	Наибольшая глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Масса, т	Оптовая цена, тыс. руб.
ЭО-2621В. Гидравлический	0,25	44	Трактор ЮМЗ-6А	19	3,5	2,5	5,7	7,1
ЭО-2624. Гидравлический	0,25	58,8	Трактор МТЗ-102	19	4	3	7,25	10,0
ЭО-3211Д. Механический	0,4	37	Гусеничный	1,15	5,02	5,6	12,7	11,2
ЭО-3322Е. Гидравлический	0,5	59	Пневмоколесный	2,92-19,5	4,4	4,9	12,45	21,4
ЭО-3323. Гидравлический	0,63	59	То же	19,4	4,5	4,7	14	25,2
ЭО-3333. Гидравлический	0,63	59	«»	19,2	4,5	4,7	14	26,0
ЭО-4112. Механический	0,65	60	Гусеничный	3,15	7,9	5,6	23,45	21,0
ЭО-4121Б. Гидравлический	1,0	95,7	«»	2,5	5,8	5	23,5	18,4
ЭО-4125. Гидравлический	1,0	95,6	«»	2,5	6,7	5,5	25	26,5
ЭО-4321А. Гидравлический	0,65	73,6	Пневмоколесный	2,5	6,7	5	20	28,7
ЭО-5123. Гидравлический	1,6	125	Гусеничный	2,2	6,2	5,1	37	39,0
ЭО-5123 ХЛ. Гидравлический	1,6	110	«»	2,2	6,2	5,1	38,9	42,0
Э-2603в. Дизель-электрический	2,5	160	«»	1,23	10	7	94	51,5
Э-2502 БХЛ-2. Дизель-электрический	2,5	220	«»	1,23	10	7	94	70,6
ЭО-6122А. Гидравлический	2,5	2Х75	«»	1,5	10,7	5,3	56,2	57,2

Таблица П 5.4

Наибольшая и наименьшая высота разработки грунта
экскаваторами с прямой лопатой

Размерная группа экскаваторов	Объем ковша, м ³	Механический привод				Гидравлический привод	
		Кинематическая высота копания, м	Наибольшая высота копания	Наименьшая высота копания в грунтах, м		Кинематическая высота копания, м	Наименьшая высота копания
				Мягких	Скальных		
IV	0,65	7,8	4,4	2,8	0,92	7,4	0,7–1,5
V	1,0	8,2	5,2	3,2	1,0	9,5	0,7–1,7
VI	1,25	8,6	5,3	3,3	1,0	10,7	0,9–2,0
VII	2,5	8,0	4,5	4,5	1,5	–	–

Таблица П 5.5

Глубина копания выемок при лобовой разработке грунта
гидравлическими экскаваторами, оборудованными
обратной лопатой

Размерная группа экскаваторов	Объем ковша, м ³	Наибольшая кинематическая высота копания, м	Размерная группа экскаваторов	Объем ковша, м ³	Наименьшая кинематическая высота копания, м
III	0,4	4,7	V	1,25	7,3
	0,5	4,3		1,6	6
	0,63	3,3		2	5
IV	0,63	7	VI	1,6	8,3
	1	5,8		2,5	7,2
	1,25	4,6		3,2	5,8

Таблица П 5.6

Практические рекомендации по величине шага
передвижки экскаваторов

Шаг передвижки экскаватора	Емкость ковша, м ³						
	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,6	2,5
С прямой лопатой, м	1,0	1,1	1,3	1,50	1,75	2,0	2,3
С обратной лопатой, м	1,1	1,3	1,4	1,55	1,75	2,0	2,3

Таблица П5.7

Значение минимального радиуса копания на уровне стоянки экскаватора, оборудованного обратной лопатой или драглайном, м

Размерная группа экскаваторов	Объем ковша, м ³	Крутизна откоса						
		1:0,75	1:0,85	1:1	1:1,25	1:1,25	1:1,75	1:2
		Угол наклона откоса к горизонту, град						
		53	50	45	38	34	30	26
IV	0,65	2,6	2,75	3,0	3,45	3,85	4,3	4,7
V	1,0	2,8	3,0	3,25	3,7	4,15	4,6	5,1
VI	1,25	3,0	3,2	3,5	4,0	4,45	5,0	5,4
VII	2,6	4,0	4,2	4,6	5,2	8,8	6,3	6,9

Таблица П5.8

Максимальный радиус копания на уровне стояния экскаватора, м

Размерная группа экскаваторов	Объем ковша, м ³	Прямая лопата		Обратная лопата	
		Механическая	Гидравлическая	Механическая	Гидравлическая
III	0,4–0,5	6,7	5,3	5,2	6,0
IV	0,65–1,0	7,6	6,5	5,8	9,1
V	1,0–1,25	8,8	7,6	6,7	9,3
VI	2,5	9,8	9,5	7,2	11,5
VII	–	11,5	–	8,3	–

Таблица П5.9

Минимально допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины, м

Глубина выемки, м	Тип грунта			
	Песчаный	Супесчаный	Суглинистый	Глинистый
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

Таблица П 5.10

Нормативная продолжительность цикла экскавации (с) при разработке грунта

Объем ковша, м ³	Способ разработки грунта экскаватором, оборудованным «прямой» лопатой С погрузкой в транспортные средства											
	При работе навывет											
	Группа грунта											
	Г	П, I м	III, П м	IV	V, III м	VI	Г	П, I м	III, П м	IV	V, III м	VI
	Экскаваторы, оборудованные ковшами с зубьями											
0,15	29,1	35,7	44,1	—	—	—	26,3	31,1	39,2	—	—	—
0,25	24,1	28,0	34,3	—	—	—	20,8	24,5	29,6	—	—	—
0,30	23,3	27,4	33,0	—	—	—	19,1	23,7	29,0	—	—	—
0,50	19,8	24,0	25,2	32,1	33,7	38,7	19,8	21,4	23,6	28,8	30,5	35,5
0,65	20,8	24,6	27,4	31,7	33,1	38,5	20,3	20,6	23,1	29,3	29,1	34,7
0,80	21,4	25,4	27,1	33,7	34,5	40,3	22,9	22,7	23,7	31,6	30,0	35,9
1,00	24,5	27,8	30,5	38,7	39,2	45,1	21,6	26,0	26,8	33,3	35,9	42,0
1,25	24,0	28,9	29,0	37,5	34,3	48,0	21,9	24,0	26,0	32,3	33,0	36,1
1,50	28,7	28,2	29,6	38,7	39,7	40,0	25,3	24,0	26,3	33,3	33,1	40,0
2,00	27,0	31,4	35,1	45,1	42,9	50,0	31,6	29,7	31,9	40,5	39,2	45,1
3,00	33,2	38,7	42,9	50,4	42,6	57,1	31,6	35,1	40,0	45,1	40,5	51,3
4,00	36,6	45,1	50,8	59,4	52,2	63,8	34,3	41,4	45,5	51,3	45,8	60,6
	Экскаваторы, оборудованные ковшами со сплошной режущей кромкой											
0,40	26,2	30,5	36,6	—	—	—	23,3	26,7	31,1	—	—	—
0,65	21,9	26,0	28,2	—	—	—	20,5	23,0	24,8	—	—	—
0,80	23,1	26,7	28,7	—	—	—	21,5	24,2	25,4	—	—	—
1,10	24,8	28,3	31,1	—	—	—	22,4	25,1	28,0	—	—	—
1,50	26,0	30,6	34,7	—	—	—	24,6	28,2	30,9	—	—	—

Объем ковша, м ³	Способ разработки грунта экскаватором, оборудованным «обратной» лопатой											
	С погрузкой в транспортные средства											При работе навывмет
	Группа грунта											
	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI
Экскаваторы, оборудованные ковшами с зубьями												
0,15	31,7	38,2	—	—	—	28,6	35,3	—	—	—	—	—
0,25	24,8	29,7	32,1	—	—	22,5	28,2	31,4	—	—	—	—
0,30	24,8	29,0	32,1	—	—	22,5	27,6	31,4	—	—	—	—
0,50	23,0	26,4	30,3	33,7	32,4	40,8	20,8	24,5	29,1	32,2	32,6	39,7
0,65	23,8	27,8	30,6	34,5	31,6	41,1	22,3	25,9	28,2	32,8	32,1	40,3
0,80	27,9	32,6	36,4	—	—	25,8	31,1	35,7	—	—	—	—
1,00	27,5	30,9	34,9	—	—	24,4	29,3	33,0	—	—	—	—
1,25	28,7	32,6	35,7	—	—	27,4	31,0	34,9	—	—	—	—
Экскаваторы, оборудованные ковшами со сплошной режущей кромкой												
0,15	30,5	37,5	—	—	—	27,3	33,7	—	—	—	—	—
0,25	23,6	29,0	32,3	—	—	21,3	26,7	30,3	—	—	—	—
0,30	23,2	26,1	30,2	—	—	20,8	25,5	29,0	—	—	—	—
0,50	21,2	25,8	29,0	34,1	31,7	40,0	19,5	23,4	28,4	30,3	30,0	37,0
0,65	22,5	26,3	29,4	34,9	31,4	41,4	20,6	24,2	28,3	30,9	30,3	37,3
0,80	26,2	32,4	35,9	—	—	24,1	30,0	33,7	—	—	—	—
1,00	25,1	30,0	34,7	—	—	23,3	27,0	30,8	—	—	—	—
1,25	27,0	32,4	36,6	—	—	25,0	28,6	33,3	—	—	—	—

Таблица П5.11

Коэффициент наполнения ковша экскаватора

Грунт	Прямая лопата	Обратная лопата
Глина:		
средняя	1,08–1,18	0,98–1,06
влажная	1,3–1,5	1,18–1,28
тяжелая	1–1,1	0,95–1
влажная	1,25–1,4	1,1–1,4
Суглинок:		
естественной влажности	1,05–1,12	0,8–1
влажности больше оптимальной	1,2–1,32	1,15–1,25
Супесь	1,15–1,2	1,1–1,25
Песок и гравий влажные:		
песок, гравий, щебень	1,15–1,23	1,1–0,1,2
хорошовзорванные скальные породы	0,95–1,02	0,8–0,9
плоховзорванные скальные породы	0,75–0,9	0,55–0,8

Таблица П5.12

Объем грунта в кузове автосамосвала, м³

Грузоподъемность самосвала, т	Плотность грунта, т/м ³		
	1,2–1,6	1,6–1,9	2–2,93
	Группа грунта		
	I, II	III, IV	IV, V
3,5	2,56	1,65	1,6
4	3	2,1	1,85
6	4,5	3,5	2,8
10	7,6	5,7	4,6
27	18,5	1	11,1

Таблица П5.13

Расчетная потребность в автосамосвалах

Характеристика работ	Высота (глубина) разработки	Группа грунта	Объем ковша экскаватора, м	Грузоподъемность самосвала, т	Дальность транспортировки			
					0,5	1	2	3
Экскаватор, оборудованный «прямой» лопатой								
Устройство въезда в котлован	–	2	0,65	3,5	4	5	7	9
	–	5,6	1	6	3	4	6	7
Разработка грунта лобовой проходкой	1,5	2	0,5	3,5	6	8	12	15
			0,65	6	5	6	8	11
	До 2,5	2	1	6	6	7	10	12
				10	4	4	6	7
2,5–6	5,6	0,5	3,5	3	4	5	7	
			6	2	3	4	5	
8	5,6	1	0,65	6	3	4	5	6
			10	2	3	3	4	
Разработка грунта уширенной лобовой проходкой	1,5	2	0,5	3,5	6	8	12	15
			6	5	6	8	11	
	4	2	0,65	6	4	7	10	12
				10	4	4	6	7
5	2	1	6	8	10	14	20	
			10	6	7	8	10	
7	3	2	10	6	6	9	10	
			10	3	3	4	4	
Разработка грунта боковой открытой проходкой	5	2	0,65	6	6	7	10	12
			1	10	4	4	6	7
				6	8	10	14	20
			10	6	7	8	10	
1,25	2	1	10	5	7	9	12	
			25	3	4	4	5	
Экскаватор, оборудованный «обратной» лопатой, драглайн								
Разработка траншеи	4	2	0,5	3,5	5	6	9	11
				6	4	5	9	10
				6	7	9	8	17
8	2	1	10	6	6	13	10	
			10	5	7	10	13	
			25	3	4	5	6	
Разработка грунта боковой открытой проходкой	4	2	0,5	3,5	5	6	9	11
			6	4	5	8	10	
	0,8	2	1	6	5	7	9	12
				10	4	5	7	10
6	2	1,5	6	7	9	13	17	
			10	5	6	8	10	
8	3	2	10	5	7	10	13	
			25	3	4	5	6	

Таблица П5.14

Грузоподъемность автосамосвалов

Расстояние транспортировки, км	Объем ковша экскаватора, м ³					
	0,4	0,65	1	1,25	1,6	2,5
0,5	3,5	4,5	7	11	11	–
1	7	7	11	11	11	11
1,5	7	7	11	11	11	25
2;3	7	11	11	25	25	25
4;5	11	11	25	25	25	25

Таблица П5.15

Время, необходимое на погрузку грунта
в автосамосвал, мин

Грузоподъемность самосвала, т	Объем ковша экскаватора, м ³	Группа грунта		
		I, II	III, IV	V, VI
3,5	0,4	2,4	1,9	2,4
	0,65	1,7	1,3	1,7
	1	1	0,8	1,2
	1,25	1,2	0,8	1,2
6	0,5	3,3	3,1	3,5
	0,65	2,7	2,5	2,7
	1	1,7	1,7	1,5
	1,25	1,5	1,6	1,1
	1,6	1,1	1,1	1,1
10	0,5	6,5	5,7	5
	0,65	4,8	4	5,1
	1	3,8	2,9	2,9
	1,25	2,6	2,2	1,8
	1,6	2,1	2,1	1,5
	2	1,7	1,7	1,2
	2,5	1,5	1,5	1,5
	3	1,5	1,5	1,5

Таблица П5.16

Средняя скорость движения землеройно-транспортных машин
(км/ч) по дорогам с различным покрытием

Тип покрытия дороги	Дальность перемещения грунта, км					
	автосамосвалом			самоходным скрепером		
	0,4–0,99	1–1,99	2–5	0,4–0,99	1–1,99	2–5
Асфальт, бетон, железобетонное сборное	20	25	35	18	25	30
Щебеночное, гравийное	15	22	30	15	18	20
Булыжное	16	20	27	12	14	18
Грунтовое	15	17	25	10	12	16

Таблица П5.17

Техническая характеристика автосамосвалов

Основные параметры	Марка автосамосвала								
	ГАЗ33В	ЗИЛ-ММ3555	МАЗ-503	КАМАЗ 5511	КрАЗ 5566	МАЗ-525 БелАЗ.540	ИФА-50	Шкода 706	Татра-138
Грузоподъемность, т	3,5	4,5	7	10	12	27	5	6,55	12,7
Радиус поворота по колесе переднего наружного колеса, м	–	7,8	7,5	8,5	10,5	11,5	7,5	8	7,5
Высота до верха борта, м	1,72	1,9	1,93	2	2,59	3,15	1,92	1,83	2,1
Габаритные размеры, м:									
длина	5,25	5,18	8,92	7,4	8,1	7,18	5,8	7,7	7,43
ширина	2,18	2,43	2,5	2,5	2,64	3,48	1,78	2,35	2,45
высота	2,15	2,35	2,7	3,37	2,79	6,54	2,92	2,5	2,57
Время маневрирования при погрузке, мин	1	1	1,33	2	2	2	2	2	2
Время разгрузки с маневрированием, мин	0,9	1,2	1,9	1,9	1,9	2	1,9	1,9	1,9

Таблица П5.18

Число ковшей экскаватора, необходимых для загрузки автосамосвала

Грузоподъемность самосвала, т	Объем ковша экскаватора, м ³	Группа грунта		
		I, II	III, IV	V, VI
3,5–4	0,4	9	7	10
	0,65	6	5	7
	1	4	3	4
	1,25	3	3	3
6	0,5	10	9	11
	0,65	9	7	8
	1	5	5	4
	1,25	4	4	3
10	1,6	3	3	3
	0,5	17	15	17
	0,65	13	11	14
	1	9	7	7
	1,25	7	6	5
	1,6	5	5	4
27	2	4	4	3
	2,5	3	3	3
	3	3	3	3
	0,5	43	37	41
	0,65	37	28	33
	1	22	18	33
	1,25	17	15	13
	1,6	14	11	10
	2	11	9	8
	2,5	9	7	6
	3	7	6	5

Таблица П5.19

Значения коэффициента влияния автотранспорта $k_{тр}$

Способ разработки и подачи транспортных средств	Число разгружаемых ковшей в кузов машины	
	2–3	4–6
Кольцевая подача одной машины при фронтальной разработке	0,85–0,89	0,87–0,94
Тупиковая подача одной машины при лобовой разработке (рекомендуется)	0,55–0,6	0,65–0,75
Тупиковая подача двух машин при лобовой разработке	0,82–0,87	0,87–0,92

Учебное издание

БОЧКАРЕВА Татьяна Михайловна

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ
И ЗЕМЛЕРОЙНЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие

Редактор и корректор *В.В. Мальцева*

Подписано в печать 3.09.2015. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 8,25. Тираж 100 экз. Заказ № 157/2015.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.