

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**"БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**  
**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению лабораторных работ по дисциплинам  
«Технология строительного производства»,  
«Строительство автомобильных дорог»  
для студентов специальностей:

1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство",  
1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий",  
1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)",  
1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог"  
дневной и заочной форм обучения.

**Часть 2**

**Брест 2014**

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам "Технология строительного производства" и "Строительство автомобильных дорог" соответствуют учебным программам и охватывают наиболее важные разделы дисциплин.

Указания предназначены для студентов специальностей 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство", 1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий", 1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)", 1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог" дневной и заочной форм обучения.

В указаниях изложена методика выполнения лабораторных работ по технологическому проектированию комплекса работ по вертикальной планировке строительной площадки, где используются программы, разработанные на кафедре ТСП.

Указания рекомендуются также и для использования при разработке раздела ТСП при выполнении дипломного проекта.

Методические указания позволят студентам изучать и применять теоретический материал для определения объемов грунтовых масс при вертикальной планировке площадок, расчета среднего расстояния перемещения грунтовых масс при проектировании технологии производства земляных работ, а также получить практические навыки определения коэффициента уплотнения грунта при возведении земляных сооружений.

Издаётся в 2-х частях. Часть 2.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	4
3. Лабораторная работа №3 .....	5
3.1. Цель и задачи лабораторной работы .....	5
3.2. Предварительный выбор методов производства работ .....	5
3.3. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам .....	5
3.3.1. Подбор скреперов .....	5
3.3.2. Подбор бульдозеров .....	7
3.4. Определение производительности ведущих машин для производства земляных работ .....	8
3.4.1. Определение производительности скрепера .....	8
3.4.2. Определение производительности бульдозера .....	14
3.5. Подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам .....	19
3.5.1. Срезка растительного слоя .....	19
3.5.2. Окучивание отвозимого в отвал из планировочной выемки грунта .....	20
3.5.3. Разравнивание привозимого в насыпь транспортом грунта .....	20
3.5.4. Уплотнение грунта планировочной насыпи .....	21
3.6. Составление калькуляции затрат труда .....	24
3.7. Построение календарного графика производства работ .....	28
3.8. Определение технико-экономических показателей .....	29
3.9. Порядок выполнения и содержание отчета .....	30
4. Лабораторная работа №4 .....	30
4.1. Цель и задачи лабораторной работы .....	30
4.2. Материалы, оборудование и приспособления для выполнения работы .....	30
4.3. Свойства и технологические характеристики грунтов .....	30
4.4. Определение коэффициента уплотнения грунта .....	33
4.4.1. Определение коэффициента уплотнения грунта методом динамического зондирования .....	33
4.4.2. Определение коэффициента уплотнения грунта методом статической пенетрации .....	34
4.5. Методика выполнения лабораторной работы .....	35
4.6. Обработка результатов испытаний .....	36
4.7. Содержание отчета по лабораторной работе .....	39
4.8. Графики для определения коэффициента уплотнения грунтов .....	39
Контрольные вопросы .....	42
5. Литература .....	42
Приложения "Механизированные земляные работы" .....	43
§E2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами .....	43
§E2-1-6. Срезка растительного слоя грейдерами .....	44
§E2-1-21. Разработка и перемещение грунта скреперами .....	45
§E2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами .....	49
§E2-1-28. Разравнивание грунта бульдозерами при отсыпке насыпей .....	47
§E2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками .....	48
§E2-1-30. Уплотнение грунта прицепным решетчатым катком .....	49
§E2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками .....	50
§E2-1-32. Уплотнение грунта виброкатком .....	52
§E2-1-33. Уплотнение грунта грунтоуплотняющей машиной .....	52
§E2-1-35. Предварительная планировка площадей бульдозерами .....	53
§E2-1-36. Окончательная планировка площадей бульдозерами .....	53
§E2-1-37. Планировка верха земляных сооружений грейдерами .....	54
§E2-1-39. Планировка откосов насыпей и выемок автогрейдером .....	55
§E2-1-40. Планировка откосов бульдозерами, оборудованными откосниками .....	55

## ВВЕДЕНИЕ

Снижение стоимости, сокращение сроков, повышение производительности труда и качества строительных работ может привести к существенному экономическому эффекту.

В связи с этим повышение знаний будущих инженеров-строителей в области технологии строительного производства, оценке качества строительных работ имеет большое значение. Выполнение лабораторных работ по дисциплинам ТСП и САД позволит студентам углубить и расширить теоретические знания, получить практические навыки при проектировании технологии и выполнении строительно-монтажных работ, более глубоко и подробно ознакомиться с действующими техническими нормативными правовыми актами в области строительного производства.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Технология строительного производства», «Строительство автомобильных дорог» соответствуют учебным программам и охватывают наиболее важные разделы дисциплин, которые изучаются студентами специальностей 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство", 1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)", 1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог", 1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий".

Методические указания позволяют студентам изучать и применять теоретический материал для определения объемов грунтовых масс при вертикальной планировке площадок, расчета среднего расстояния перемещения грунта из выемки в насыпь площадки, при проектировании технологии производства земляных работ, а также получить практические навыки определения коэффициента уплотнения грунта при возведении земляных сооружений.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### Подбор машин для вертикальной планировки площадки по техническим параметрам, составление калькуляции затрат труда, построение календарного графика производства работ

#### 3.1. Цель и задачи лабораторной работы

Целью выполнения лабораторной работы является закрепление теоретических знаний, полученных в лекционном курсе, и приобретение практических навыков проектирования технологии производства земляных работ при вертикальной планировке площадки.

В процессе выполнения работы студенты устанавливают номенклатуру земляных работ, по рабочим параметрам выбирают строительные машины для производства основных и вспомогательных процессов, определяют сменную эксплуатационную производительность землеройно-транспортных машин, составляют калькуляцию затрат труда, разрабатывают календарный график производства работ и рассчитывают технико-экономические показатели.

Лабораторная работа № 3 выполняется на основании результатов, полученных при выполнении лабораторных работ № 1 и № 2, и является их продолжением.

#### 3.2. Предварительный выбор методов производства работ

Исходными данными для выбора методов производства работ при планировке площадки являются:

- вид грунта;
- объемы планировочной выемки  $\Sigma 1$  и насыпи  $\Sigma 2$  (таблица 1.3.2, л.р. № 1);
- средняя дальность перемещения грунта внутри площадки ( $L_{\text{СР}}^{\text{nn}}$ );
- дальность транспортирования избыточного или недостающего грунта  $L$ ;
- заданный срок производства работ  $T_{\text{Зад}}$  в днях;
- условия производства работ (летние или зимние);
- глубина срезки грунта (значения рабочих отметок).

Возможные методы производства работ, принимаемые в соответствии с исходными данными, представлены в таблице 3.3.1.1.

Следует иметь в виду, что в таблице 3.3.1.1 даются типовые, оптимальные варианты, которые, в случае необходимости, могут корректироваться.

В случае, если  $\Sigma 1 > \Sigma 2$ , следует использовать комбинированный метод производства работ – для грунта, перемещаемого в пределах площадки на  $L_{\text{СР}}^{\text{nn}}$ , применяется один тип ведущей машины, а для грунта, перемещаемого в отвал на заданное расстояние  $L$  – другой тип. Аналогично, комбинированный метод можно применять и при  $\Sigma 1 < \Sigma 2$ .

При производстве работ в зимнее время для разработки разрыхленного мерзлого грунта предпочтение следует отдавать бульдозерам и экскаваторам.

#### 3.3. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам

##### 3.3.1. Подбор скреперов

Выбор скреперов производится на основании двух параметров:

А) По среднему расстоянию перемещения грунта из выемки в насыпь и перемещению грунта из выемки в отвал или из карьера в насыпь ( $L_{\text{СР}}^{\text{nn}} \cdot L$ ).

При этом рекомендуемая емкость ковша скрепера и его тип в зависимости от дальности перемещения грунта приведены в таблице 3.3.1.2.

Таблица 3.3.1.1 – Возможные методы производства земляных работ при планировке площадки

№ п/п	Виды земляных работ	Чем рекомендуется выполнять
1	Срезки высотой до 1 м и расстояние перемещения грунта $L_{CP}$ до 20 м.	Автогрейдерными
2	Срезки с преимущественной высотой до 1 м (допускается и более 1 м) и $L_{CP}$ до 100...150 м.	Бульдозерами
3	Срезки с преимущественной высотой более 1 м (допускается и менее 1 м) и $L_{CP}$ : до 1,5 км; до 3...5 км	Прицепными скреперами Самоходными скреперами
4	Срезки с преимущественной высотой более 1 м, не допускающие разработку скреперами или при $L_{CP}$ более 3...5 км.	Одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой заранее окупленного грунта (при $h < h_{мин}$ ) в транспорт

Таблица 3.3.1.2 – Рекомендуемая емкость ковша и тип скрепера в зависимости от дальности перемещения грунта

Тип скрепера			
прицепной		самоходный	
объем ковша скрепера, $q, м^3$	пределы дальности перемещения грунта, м	объем ковша скрепера, $q, м^3$	пределы дальности перемещения грунта, м
3	100–150	до 8	300–1500
6	150–350	9–10	400–2500
8	200–550	15	до 3000
10	300–800	25	до 5000
15	500–1500	–	–

Б) По темпам производства работ.

Необходимо принять такую емкость ковша скрепера, чтобы обеспечить выполнение работ в заданные сроки, т.е. должно выполняться условие:

$$H_{M.BP.} \leq H_{M.BP.}^{TP}, \quad (3.3.1.1)$$

где  $H_{M.BP.}$  – норма машинного времени (см. Е2–1–21), соответствующая принятой емкости ковша скрепера, дальности перемещения и группе грунта, маш-час;

$H_{M.BP.}^{TP}$  – требуемая норма машинного времени, определяемая из условия выполнения работ в заданные сроки, маш.-час.

$$H_{M.BP.}^{TP} = \frac{100 \cdot T_{ПР} \cdot t_{СМ} \cdot n_M}{V}, \quad (3.3.1.2)$$

где  $V$  – объем грунта, подлежащий разработке и перемещению скрепером,  $м^3$ ;

$T_{ПР}$  – требуемое время выполнения каждого из процессов, см;

$t_{СМ}$  – продолжительность рабочей смены, час ( $t_{СМ} = 8$  час);

$n_M$  – принятое количество машин, шт.

Таблица 3.3.1.3 – Технические характеристики скреперов

Марка скрепера	Тип скрепера	Базовая машина	Емкость ковша, м³	Ширина захвата В, м	Глубина резания, м	Толщина отсыпаемого слоя h <sub>отс.</sub> , м	Мощность двигателя скрепера, л.с.	Масса скрепера, т
ДЗ-30	прицепной	Т-74-С2	3	1,9	0,2	0,3	75	2,75
ДЗ-33			3	2,1	0,2	0,3	75	2,75
ДЗ-20		Т-100МГС	6	2,59	0,3	0,35	108	7
ДЗ-20А			6	2,59	0,3	0,35	108	7
ДЗ-26		Т-180	10	2,8	0,3	0,5	180	9,2
ДЗ-77С		Т-130	10	2,8	0,3	0,5	180	9,2
ДЗ-23		ДЭТ-250	15	2,9	0,35	0,55	300	16
ДЗ-11П	самходный	МоАЗ-546П	8	2,72	0,3	0,55	225	19
ДЗ-11		МАЗ-529	9	2,72	0,3	0,55	180	19
ДЗ-32		МоАЗ-546	10	2,9	0,3	0,45	240	20
ДЗ-13		БелАЗ-531	15	2,93	0,35	0,5	360	34

При нахождении  $N_{м.вр.}$  группа грунта устанавливается по [2], с. 6÷14.

$$T_{пр} = T_{зад} \cdot n_{см} \cdot K_{сов}, \quad (3.3.1.3)$$

где  $n_{см}$  – количество смен в рабочем дне, шт;

$K_{сов}$  – коэффициент, учитывающий совмещение выполнения отдельных процессов во времени (для планировочных работ  $K_{с} = 0,6...0,8$ );

$T_{зад}$  – заданное время выполнения работ в рабочих днях.

Определяющим при выборе емкости ковша  $q$  является первое условие (по дальности перемещения грунта), так как выполнение условия 3.3.1.1 можно обеспечить путем подбора соответствующего количества машин.

После выбора емкости ковша и типа скрепера по таблице 3.3.1.3 принимается конкретная марка скрепера.

### 3.3.2. Подбор бульдозеров

Подбор марки базовой машины (мощности) производится по двум параметрам:

А). По среднему расстоянию перемещения грунта  $L_{ср}^{пл}$ .

Наибольшая эффективность достигается при перемещении грунта на следующие расстояния:

- для бульдозеров на тракторах ДТ-55А-С2, ДТ-75, Т-74 – 25...40 м;
- для бульдозеров на тракторах С-80, Т-100 – 40...60 м;
- для бульдозеров на тракторах Т-140, Т-180, ДЭТ-250 – 70...100 м.

Б). По темпам производства работ.

Производится аналогично подбору скрепера по выражениям (3.3.1+3.3.1.3), при этом  $N_{м.вр.}$  принимается по [2], Е2-1-22.

Определяющим при выборе марки трактора является первое условие. После выбора марки трактора по таблице 3.3.2.1 принимается конкретная марка бульдозера.



Таблица 3.3.2.1 – Технические характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Тип отвала	Длина отвала В, м	Высота отвала Н, м	Управление	Мощность, кВт (п.с.)	Масса оборудования, т	Наибольшее заглубление, м	Базовая машина
ДЗ-29	неповоротный	2,56	0,8	гидравлическое	55 (75)	0,85	0,3	Т-74-С2
ДЗ-42		2,56	0,8		55 (75)	1,07	0,3	ДТ-75А-С2
ДЗ-19		3,03	1,3		79 (108)	1,53	0,4	Т-100М
ДЗ-18	поворотный	3,97	1,0		79 (108)	1,86	0,25	Т-100М
ДЗ-54С	неповоротный	3,2	1,2		79 (108)	1,78	0,4	Т-100
ДЗ-101		2,86	0,95		96 (130)	1,44	0,7	Т-4АП1
ДЗ-104	поворотный	3,28	0,99		96 (130)	1,77	0,7	Т-4АП1
ДЗ-27С	неповоротный	3,2	1,3		118 (160)	1,91	0,5	Т-130.1.Г
ДЗ-110		3,2	1,3		118 (160)	2,28	0,5	Т-130.1.Г
ДЗ-28	поворотный	3,94	1,0		118 (160)	2,85	0,44	Т-130.1.Г
ДЗ-109		4,12	1,14		118 (160)	2,64	0,44	Т-130
ДЗ-24		3,36	1,1		132 (180)	1,96	0,6	Т-180ГП
ДЗ-35С		3,64	1,29		132 (180)	3,4	0,6	Т-180ГП
ДЗ-25		4,43	1,2		132 (180)	2,85	0,3	Т-180ГП
Д-384		неповоротный	4,5		1,4	221 (300)	2,8	0,45
Д-385	поворотный	4,53	1,4	221 (300)	4,5			
ДЗ-34С	неповоротный	4,54	1,55	221 (300)	3,98			

### 3.4. Определение производительности ведущих машин для производства земляных работ

#### 3.4.1. Определение производительности скрепера

Эксплуатационная сменная производительность скрепера определяется по выражению:

$$P_{ЭСМ} = \frac{60 \cdot t_{СМ} \cdot q \cdot K_H \cdot K_B}{K_P \cdot T_{Ц} \cdot K_3}, \text{ м}^3 / \text{СМ}, \quad (3.4.1.1)$$

где  $q$  – емкость ковша скрепера,  $\text{м}^3$ ;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша скрепера таблица 3.4.1.1;

$K_B$  – коэффициент использования по времени (для самоходных скреперов  $K_B = 0,75$ ; для прицепных  $K_B = 0,8$ );

$K_P$  – коэффициент разрыхления грунта в ковше скрепера таблица 3.4.1.2;

$T_{Ц}$  – время рабочего цикла скрепера, мин;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий зимние условия производства работ.

Таблица 3.4.1.1 – Коэффициент наполнения ковша скрепера

Грунт	Без толкача	С толкачом
Песок	0,50–0,70	0,80–1,00
Супесь и средний суглинок	0,80–0,95	1,00–1,20
Тяжелый суглинок и глина	0,65–0,75	0,90–1,20



$$T_{\Sigma} = t_{\text{н}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{пор}} + t_{\text{м}}, \text{ мин}, \quad (3.4.1.2)$$

где  $t_{\text{н}}$  – время набора ковша скрепера, мин;  
 $t_{\text{гр}}$  – время движения груженого скрепера из выемки в насыпь, мин;  
 $t_{\text{р}}$  – время разгрузки ковша скрепера, мин;  
 $t_{\text{пор}}$  – время движения порожнего скрепера, мин;  
 $t_{\text{м}}$  – время маневрирования скрепера (время, затраченное на повороты), мин.

Таблица 3.4.1.2 – Коэффициент разрыхления грунта

Грунт	Коэффициент разрыхления грунта
Песок сухой	1,0...1,2
Песок влажный	1,1...1,2
Супесь	1,1...1,2
Суглинок легкий	1,3...1,4
Суглинок средний	1,2...1,3
Суглинок тяжелый	1,2...1,3
Глина	1,2...1,3

$$t_{\text{н}} = \frac{\ell_{\text{н}}}{V_{\text{н}}}, \text{ мин}, \quad (3.4.1.3)$$

где  $\ell_{\text{н}}$  – протяженность пути набора ковша скрепера, м;  
 $V_{\text{н}}$  – скорость движения скрепера при наборе грунта, м/мин.

$$\ell_{\text{н}} = \frac{q \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}}}{B \cdot h_{\text{р}} \cdot K_{\text{р}} \cdot K_{\text{н}}}, \text{ м}, \quad (3.4.1.4)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент потерь грунта при наборе (см. таблицу 3.4.1.3);  
 $B$  – ширина захвата ковша, м (таблица 3.3.1.3);  
 $K_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности толщины снимаемой стружки ( $K_{\text{н}} = 0,7...1,1$  – меньшие значения следует принимать для плотных грунтов);  
 $h_{\text{р}}$  – толщина снимаемой стружки, м (таблица 3.4.1.4).

Набор грунта целесообразно производить при движении скрепера в глинистых грунтах под уклон  $5...8^{\circ}$ , а в песчаных – на подъем  $2...3^{\circ}$ .

Таблица 3.4.1.3 – Коэффициент, учитывающий потери грунта при наборе его скрепером

Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Песок	Супесь	Суглинок сухой	Суглинок влажный	Глина
6–6,5	1,26	1,22	–	1,1	1,1
8–10	1,28	1,17	1,13	1,09	1,05
13	1,32	1,16	1,11	1,08	–

Таблица 3.4.1.4 – Рекомендуемая толщина снимаемой стружки при наборе ковша скрепера

Объем ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Толщина снимаемой стружки, м							
	При работе без толкача				При работе с толкачом			
	песок	супесь	суглинок	глина	песок	супесь	суглинок	глина
3,0	0,12	0,12	0,10	0,07	0,20	0,18	0,13	0,11
6,0 – 7,0	0,20	0,15	0,12	0,09	0,30	0,25	0,20	0,14
8,0	0,23	0,16	0,14	0,11	0,30	0,26	0,21	0,15
9,0	0,27	0,18	0,16	0,12	0,30	0,28	0,23	0,17
10,0	0,30	0,20	0,18	0,14	0,30	0,30	0,25	0,18
15,0	0,34	0,24	0,20	0,15	0,35	0,35	0,30	0,22

$$t_p = \frac{\ell_p}{V_p}, \text{ мин.} \quad (3.4.1.5)$$

где  $\ell_p$  – длина пути разгрузки, м;

$V_p = (0,6 \dots 0,7) \cdot V_{гр}$  – скорость движения скрепера при разгрузке грунта, м/мин;

$t_p$  можно также принимать по таблице 3.4.1.5 (по указанию руководителя).

$$\ell_p = \frac{q \cdot K_n}{B \cdot h_{отс}}, \text{ м.} \quad (3.4.1.6)$$

где  $h_{отс}$  – толщина отсыпаемого слоя грунта, которая не должна превышать величины, указанной в таблице 3.5.4.2, и принимается равной толщине уплотнения грунта, м (см. таблицы 3.5.4.1, 3.5.4.2).

$$t_{гр} = \frac{L_{ср} - \ell_n - \ell_p}{V_{гр}}, \text{ мин.} \quad (3.4.1.7)$$

где  $L_{ср}$  – среднее расстояние перемещения грунта, м (принимается равным  $L_{ср}^{пн}$ );

$V_{гр}$  – скорость движения груженого скрепера, м/мин.

$$t_{пор} = \frac{L_{ср} \cdot K_y}{V_{пор}}, \text{ мин.} \quad (3.4.1.8.)$$

где  $V_{пор}$  – скорость движения порожнего скрепера, м/мин.

$$t_m = \frac{n_{пов} \cdot T_{пов}}{60}, \text{ мин.} \quad (3.4.1.9)$$

где  $n_{пов}$  – число поворотов скрепера за один цикл работы скрепера (зависит от принятой схемы движения скрепера), шт;

$T_{пов}$  – продолжительность одного поворота, с (таблица 3.4.1.5).

Таблица 3.4.1.5 – Отдельные параметры скреперов

Показатель	Для прицепных скреперов при емкости ковша, м <sup>3</sup>				Для самоходных скреперов при емкости ковша, м <sup>3</sup>		
	3	7	8	15	8	9	15
Время одного поворота, с	14	22,5	22,5	30	12,5	12,5	12,5
Время разгрузки ковша, с	13	20	21	20	25	23	25

В случае прицепных скреперов набор грунта производится на I передаче ( $V_n$ ), перемещение груженого скрепера ( $V_{гр}$ ) – на III передаче, разгрузка грунта ( $V_p$ ) – на II передаче, а движение порожнего скрепера ( $V_{пор}$ ) – на IV, V передаче. Скорости движения тракторов на различных передачах приведены в таблице 3.4.1.6.

Для самоходных скреперов  $V_n$ ,  $V_{гр}$ ,  $V_{пор}$ ,  $V_p$  принимаются по таблицам 3.4.1.7, 3.4.1.8.

Для увеличения толщины снимаемой стружки, сокращения времени набора грунта, а также для уменьшения длины пути набора и лучшего наполнения ковша рекомендуется применять тракторы-толкачи, оборудованные толкающими плитами с амортизаторами. Трактор-толкач необходим также при разработке плотных и тяжелых грунтов, когда не хватает усилия тягача скрепера при наборе грунта.

Таблица 3.4.1.6 – Скорости движения отечественных тракторов, км/ч

Передача	Тракторы					
	ДТ-55А-С2	ДТ-75, Т-74	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	4,18	5,56	6,9	5,7
IV	6,28	7,4	5,34	8,85	9,46	9,1
V	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	3,5...4,5

Таблица 3.4.1.7 – Технические характеристики одноосных тягачей

Марка	Мощность двигателя, л.с.	Число передач вперед	Число передач назад	Скорость вперед, км/ч	Скорость назад, км/ч	Дорожный просвет, мм	Масса, т	V <sub>н</sub> , км/ч
МАЗ-529М	180	5	1	4,0–40,0	4,5	540	9,00	2
МАЗ-529Е	205	5	1	4,0–45,0	5,0	540	9,00	2,5
МоАЗ-546	240	4	1	4,0–50,0	6,0	560	10,00	3
БелАЗ-531	360	3	1	0–55,0	0–23,0	670	15,00	3,5

Таблица 3.4.1.8 – Скорости движения скреперов по дорогам с различным видом покрытия

Вид покрытия дороги	Дальность перевозки, км				
	0,5	1	2	3	5
	Средняя скорость движения, км/ч				
Асфальтовое, бетонное, железобетонное (плитное)	18	25	35	35	35
Щебеночное и гравийное	15	20	30	30	30
Булыжное	12	14	20	22	24
Грунтовые дороги	10	12	18	21	23

Число скреперов, обслуживаемых одним толкачом, определяется по выражению:

$$N_c = \frac{T_{ц}}{t_T}, \text{ шт.}, \quad (3.4.1.10)$$

где  $t_T$  – продолжительность рабочего цикла толкача, мин.

$$t_T = t_H + t_{\text{обР}} + t_n + t_{\text{пп}}, \text{ мин.}, \quad (3.4.1.11)$$

где  $t_{\text{обР}}$  – время возвращения толкача в исходное положение, мин ( $t_{\text{обР}} \approx 0,25$  мин);

$t_n$  – время подхода толкача к очередному скреперу, мин ( $t_n \approx 0,33$  мин);

$t_{\text{пп}}$  – продолжительность переключения передач, остановки перед началом толкания, мин ( $t_{\text{пп}} \approx 0,25$  мин).

При емкости ковша  $q = 3 \text{ м}^3$  рекомендуется в качестве толкача использовать тракторы Т-74, ДТ-75; при  $q = 6 \dots 8 \text{ м}^3$  – Т-100; при  $q = 10 \dots 15 \text{ м}^3$  – Т-130, Т-180.

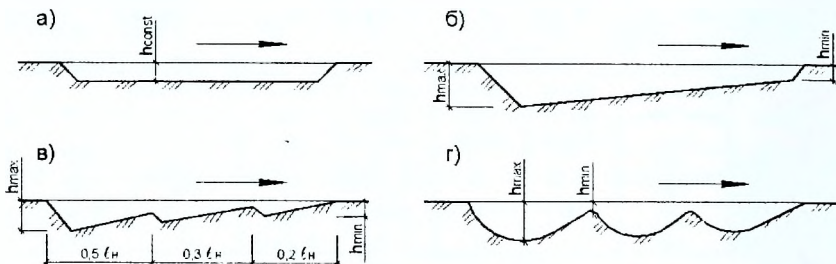
При разработке грунта скрепером используют следующие способы среза стружки рисунок 3.4.1.1:

– постоянной толщины тонкой прямой стружкой (рисунок 3.4.1.1а) на любых связанных грунтах;

– клиновой (рисунок 3.4.1.1б), т.е. с переменной толщиной стружки, при разработке любых связанных грунтов на горизонтальных участках;

– гребенчатый (рисунок 3.4.1.1в) с переменным заглублением и выглублением ковша при разработке сухих суглинистых и глинистых грунтов на горизонтальных участках;

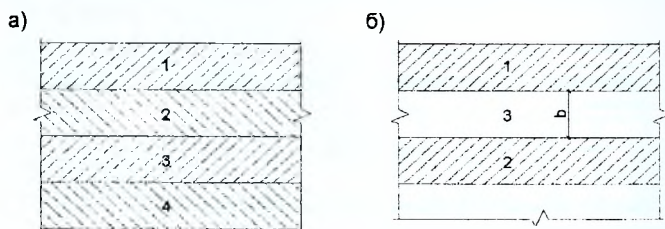
– клевковый (рисунок 3.4.1.1г) с переменным заглублением ковша скрепера на возможно большую глубину и последующим его полным выглублением при разработке сухих песчаных и супесчаных грунтов на горизонтальных и наклонных участках.



а – прямая; б – клиновья; в – гребенчатая; г – клевковая  
**Рисунок 3.4.1.1 – Виды срезаемых скрепером стружек**

Грунт при наборе ковша скрепером может срезаться по схемам:

- полоса к полосе (рисунок 3.4.1.2а);
- через полосу (рисунок 3.4.1.2б), что позволит уменьшить сопротивление резанию грунта полос, расположенных между ранее срезанными полосами.



а – полоса к полосе; б – через полосу  
**Рисунок 3.4.1.2 – Схемы срезания скрепером полос грунта при наборе ковша**

Для увеличения наполнения ковша скрепера за счет снижения сопротивления резанию грунта следует применять траншейно-гребенчатый (рисунок 3.4.1.3а) или ребристо-шахматный (рисунок 3.4.1.3б) способы набора грунта.

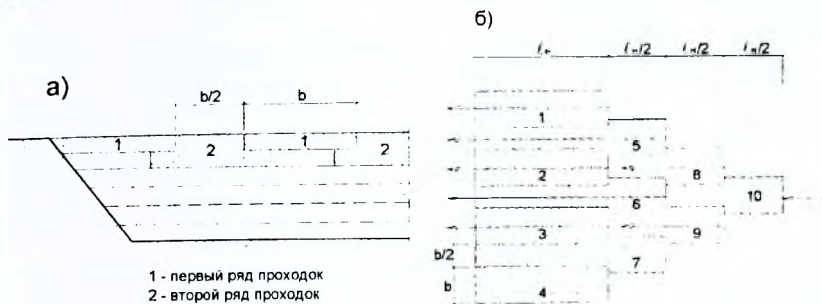
В практике строительства используют ряд схем движения скреперов (см. рисунок 3.4.1.4).

Характеристики схем движения скреперов представлены в табл. 3.4.1.9.

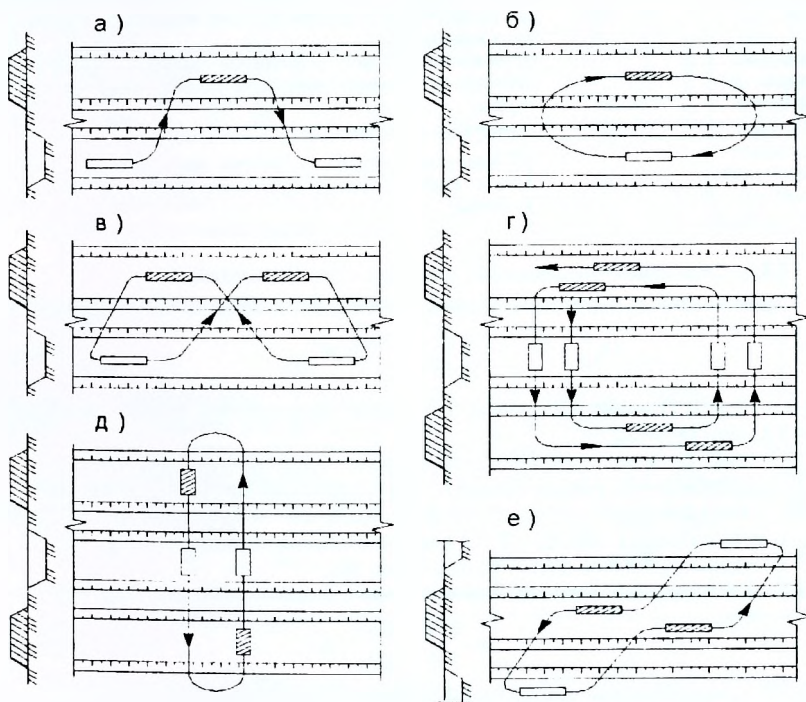
Повысить производительность скреперов можно путем:

- использования ковшей с многощелевой загрузкой ковша;
- оборудованием ковша элеваторным загрузочным устройством;
- использованием скреперных поездов (скреперы при наполнении ковша сцепляются друг с другом, а их загрузка производится поочередно);
- выполнения ковша с газовойоздушной смазкой и т.д.

Рассчитанную производительность скрепера (бульдозера) необходимо сравнить с нормативной производительностью, определяемой по формуле 3.4.2.11, при этом расхождение не должно превышать 10...30%.



а – траншейно-гребенчатая; б – ребристо-шахматная  
**Рисунок 3.4.1.3 – Схемы, снижающие сопротивление резанию грунта**



а – по зигзагу; б – по эллипсу; в – по восьмерке; г – по спирали;   
 д – по челочно-поперечной; е – по челочно-продольной  
**Рисунок 3.4.1.4 – Схемы движения скреперов при разработке и перемещении грунта**



Таблица 3.4.1.9 – Схемы движения скреперов

Схема движения скрепера	Наибольшая высота или глубина земляного сооружения, м	Область применения
Зигзаг (рисунок 3.4.1.4а)	2,5...6 2,5...6	Возведение насыпей из грунтов односторонних выемок (резервов) при длине участка работ $\geq 200$ м. Разработка выемок с укладкой грунта в односторонний или двухсторонний кавальер при длине участка работ $\geq 200$ м.
Эллипс (рисунок 3.4.1.4б)	4...5 4...7 1...1,5	Возведение насыпей из грунтов односторонних резервов при длине участка работ $\leq 100$ м, а также планировочные работы с поперечной разработкой грунта. Разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или в кавальер при длине участка работ $\leq 100$ м. Планировочные работы с продольной разработкой грунта.
Восьмерка (рисунок 3.4.1.4в)	4...6 1...1,5	Возведение насыпей из грунтов боковых резервов или разработка выемок с укладкой грунта в насыпь или в кавальер при длине участка работ $\leq 200$ м. Планировочные работы.
Спираль (рисунок 3.4.1.4г)	2...2,5	Возведение широких насыпей из грунтов двухсторонних резервов или разработка широких выемок с укладкой грунта в кавальеры.
Челночно-поперечная (рисунок 3.4.1.4д)	4...6 1...1,5	Разработка выемок с укладкой грунта в двухсторонние отвалы при ширине выемки не менее длины пути набора ковша. Планировочные работы.
Челночно-продольная (рисунок 3.4.1.4е)	4...6	Возведение насыпей из грунтов двухсторонних резервов или разработка выемок с укладкой грунта в двухсторонние отвалы.

### 3.4.2. Определение производительности бульдозера

Производим определение производительности бульдозера по формуле:

$$P_{\text{эсм}} = \frac{60 \cdot t_{\text{см}} \cdot q \cdot K_{\text{с}} \cdot K_1 \cdot K_{\text{в}}}{T_{\text{ц}} \cdot K_3}, \text{ м}^3/\text{см} \quad (3.4.2.1)$$

где  $q$  – объем призмы волочения в плотном теле (объем грунта, перемещаемого за один проход),  $\text{м}^3$ ;

$K_{\text{с}}$  – коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий условия рельефа местности (табл. 3.4.2.1);

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования бульдозера по времени (для бульдозеров на тракторе ДЭТ-250  $K_{\text{в}} = 0,75$ , а для остальных бульдозеров  $K_{\text{в}} = 0,8$ );

$T_{\text{ц}}$  – время рабочего цикла бульдозера, мин.

$K_3$  – коэффициент учитывающий зимние условия производства работ.

$$q = \frac{B \cdot H^2 \cdot \sin \alpha}{2 \cdot K_{\text{р}} \cdot \text{tg} \Phi_0}, \text{ м}^3, \quad (3.4.2.2)$$

где  $\alpha$  – угол установки отвала к оси движения, град (принимать  $\alpha = 90^\circ$ );

$B$  – длина отвала, м (см. таблицу 3.3.2.1);

$H$  – высота отвала, м (см. таблицу 3.3.2.1);

$K_{\text{р}}$  – коэффициент разрыхления грунта, приведенный в таблице 1.3.3;

$\Phi_0$  – угол естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии (табл. 3.4.2.2).

Таблица 3.4.2.1 – Коэффициент влияния на производительность бульдозера условий рельефа местности

Угол подъема местности, °	Уклон	$K_i$	Угол спуска местности, °	Уклон	$K_i$
0...5	0...0,08875	1...0,67	0...5	0...0,0875	1...1,33
5...10	-0,0875...-0,176	0,67...0,5	5...10	0,0875...0,176	1,33...1,94
10...15	-0,176...-0,268	0,5...0,4	10...15	0,176...0,268	1,94...2,25
–	–	–	15...20	0,268...0,364	2,25...2,68

Таблица 3.4.2.2 – Углы естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии

Грунт	Относительная влажность грунта					
	сухой		влажный		мокрый	
	граду-сы	отношение высоты к заложению	граду-сы	отношение высоты к заложению	граду-сы	отношение высоты к заложению
Песок крупный	30	1:1,75	32	1:1,5	27	1:2
Песок средний	28	1:2	35	1:1,5	25	1:2,25
Песок мелкий	25	1:2,25	30	1:1,75	20	1:2,75
Супесь полутвердая	40	1:1,25	30	1:1,75	15	1:3,5
Суглинок легкий	40	1:1,25	30	1:1,75	20	1:2,75
Суглинок, глина легкая	50	1:0,75	40	1:1,25	30	1:1,75
Глина жирная	45	1:1	35	1:1,5	15	1:3,7
Грунт насыпной	35	1:1,5	45	1:1	27	1:2

$$K_C = 1 - \gamma \cdot \ell, \quad (3.4.2.3)$$

где  $\gamma$  – коэффициент, определенный экспериментально ( $\gamma = 0,005$ );  
 $\ell$  – расстояние перемещения грунта, м.

$$\ell = L_{CP} - \ell_H, \quad (3.4.2.4)$$

где  $\ell_H$  – путь набора призмы волочения, м.

$$\ell_H = \frac{q \cdot K_H}{B \cdot h_p}, \quad (3.4.2.5)$$

где  $K_H$  – коэффициент потерь грунта при наборе призмы волочения ( $K_H = 1...1,2$  – большие значения принимаются для несвязных грунтов);

$h_p$  – толщина срезаемой стружки, м (см. таблица 3.4.2.3 или рис. 3.4.2.1).

Для бульдозеров на базе тракторов Т-74, Т-100 для плотных грунтов  $h_p = 0,1...0,15$  м, для грунтов средней плотности  $h_p = 0,15...0,2$  м, для легких грунтов  $h_p = 0,2...0,3$  м.

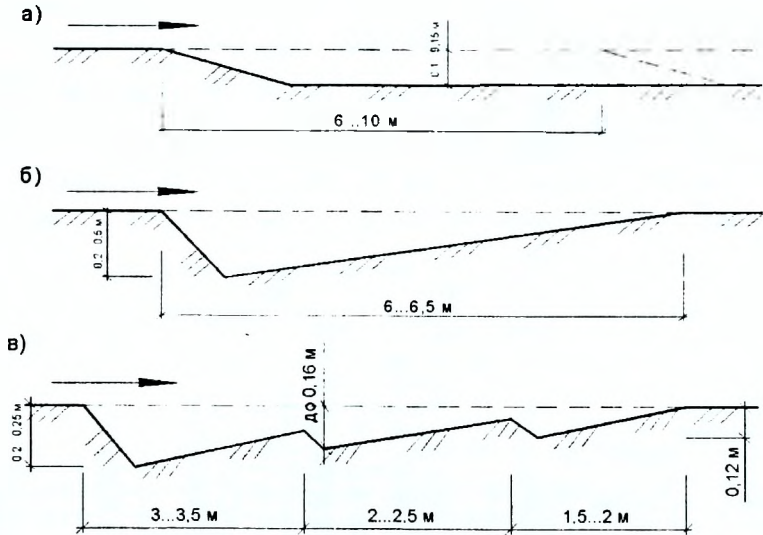
$$T_{Ц} = t_H + t_{пер} + t_{пор} + t_M, \text{ мин} \quad (3.4.2.6)$$

где  $t_H$  – время набора грунта, мин;  $t_{пер}$  – время перемещения грунта в насыпь, мин;  $t_{пор}$  – время возвращения порожнего бульдозера, мин;  $t_M$  – время маневрирования, мин.

Таблица 3.4.2.3 – Основные параметры набора грунта бульдозерами

Способ набора грунта	Толщина срезаемого слоя, см	Длина пути набора грунта, м	Объем грунта, м <sup>3</sup>	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	12...25	6,5...8	2	15	90...100	III





а – постоянной толщины; б – клиновая; в – гребенчатая  
**Рисунок 3.4.2.1 – Виды стружек срезаемых бульдозером при наборе призмы волочения**

$$t_n = \frac{l_n}{V_n}, \text{ мин}, \quad (3.4.2.7)$$

где  $V_n$  – скорость движения бульдозера при наборе грунта, м/мин.

$$t_{пер} = \frac{L_{ср} - l_n}{V_{пер}}, \text{ мин}, \quad (3.4.2.8)$$

где  $V_{пер}$  – скорость перемещения грунта бульдозером в насыпь, м/мин.

$$t_{пор} = \frac{L_{ср}}{V_{пор}}, \text{ мин}, \quad (3.4.2.9)$$

где  $V_{пор}$  – скорость возвращения порожнего бульдозера, м/мин.

$$t_m = n_{пл} \cdot t_{пл} + n_{во} \cdot t_{во} + n_{п} \cdot t_{пов}, \text{ мин}, \quad (3.4.2.10)$$

где  $t_{пл}$  – время на переключение передач, мин (см. таблицу 3.4.2.4);

$t_{во}$  – время на установку отвала, мин (см. таблицу 3.4.2.4);

$t_{пов}$  – время, затрачиваемое на поворот бульдозера, мин (см. табл. 3.4.2.4);

$n_{пл}$ ,  $n_{во}$ ,  $n_{п}$  – соответственно количество переключения передач, установок отвала и поворотов в одном цикле работы бульдозера, шт.

Набор грунта ( $V_n$ ) производится на I передаче, перемещение ( $V_{пер}$ ) – на I, II передаче, возврат порожняком ( $V_{пор}$ ) – на III-IV передачах или задним ходом (см. таблицу 3.4.1.6). При  $L_{ср} \geq 50$  рационально возврат порожняком производить передним ходом с разворотами. При  $L_{ср} \geq 30 \dots 40$  для повышения производительности принимают схему работы бульдозера с промежуточными валками (рисунок 3.4.2.2).

Таблица 3.4.2.4 – Технологические затраты времени бульдозера

Операции	Время, с	
	при механической трансмиссии	при гидравлической трансмиссии
Переключение передач и изменение направления движения	3...4	1...2
Установка отвала	4...6	2...3
Поворот (разворот)	10...12	10...12

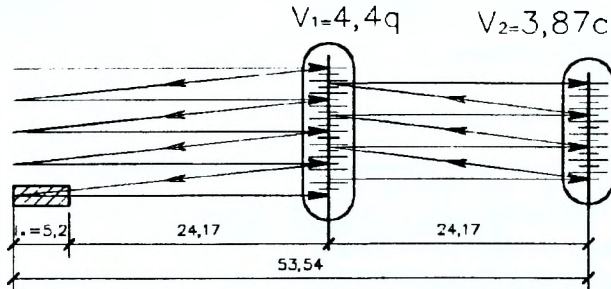


Рисунок 3.4.2.2 – Разработка и перемещение грунта бульдозером по схеме с промежуточными валками

Например, при  $L_{\text{ср}} = 53,54 \text{ м} > 40 \text{ м}$  разработку и перемещение грунта можно производить бульдозером ДЗ-18 на тракторе Т-100;  $B = 3,97 \text{ м}$ ;  $H = 1 \text{ м}$ .

$$q = \frac{3,94 \cdot 1^2}{2 \cdot 1,10 \cdot 0,70} = 2,58 \text{ м}^3$$

$K_p = 1,10$  – принимаем по таблице 1.3.3 или по [2], приложение 2;

$\varphi_0 = 35^\circ$  – (по таблице 3.4.2.2).

$$\ell_H = \frac{2,56 \cdot 1,2}{3,94 \cdot 0,15} = 5,2 \text{ м}$$

$K_{\Pi} = 1,2$ ;  $h_p = 0,15 \text{ м}$  – принимаем по таблице 3.4.2.3;

$$\ell = 53,54 - 5,2 = 48,34 \text{ м}$$

Так как  $L_{\text{ср}} > 40 \text{ м}$ , разбиваем весь путь перемещения на участки не более 40 м с образованием промежуточных валков, при этом грунт при наборе валков перемещается на расстояние:

$$\ell_1 = \frac{\ell}{2} = \frac{48,34}{2} = 24,17 \text{ м}$$

При этом  $K_c = 1 - 0,005 \cdot 24,17 = 0,88$ .

За пять рейсов (рисунок 3.4.2.2) в первый промежуточный валок бульдозер переместит объем грунта, равный  $V_1 = 5 \cdot q \cdot 0,88 = 4,4 \cdot q = 11,4 \text{ м}^3$ , во второй валок –  $V_2 = 4,4 \cdot 0,88 \cdot q = 3,87 \cdot q = 3,87 \cdot 2,58 = 10,0 \text{ м}^3$ , который и подставляется в формулу (3.4.2.1) вместо  $q$ , при этом  $K_c$  принимается равным единице ( $K_c = 1$ ).

По таблице 3.4.1.6 принимаем рабочие скорости:

$$V_H = 2,36 \text{ км/ч} = 39,3 \text{ м/мин};$$

$$V_{\text{пер}} = 2,36 \text{ км/ч} = 39,3 \text{ м/мин};$$

$$V_{\text{пор}} = 4,0 \text{ км/ч} = 66,7 \text{ м/мин};$$

Общий путь набора составляет  $\ell_H^0 = 5 \cdot \ell_H = 5 \cdot 5,2 = 26,0$  м

$$t_H = \frac{26,0}{39,3} = 0,66 \text{ мин}$$

Общий путь перемещения равен  $\ell^0 = \ell_1 \cdot 9 = 24,17 \cdot 9 = 217,5$  м

$$t_{\text{пер}} = \frac{217,5}{39,3} = 5,53 \text{ мин}$$

Общий путь обратного хода равен  $L_{\text{ср}}^0 = \ell_1 \cdot 9 + 5 \cdot \ell_H = 24,17 \cdot 9 + 26,0 = 243,5$  м

$$t_{\text{пор}} = \frac{243,5}{66,7} = 3,65 \text{ мин}$$

$$t_M = \frac{1}{60} \cdot (2 \cdot 27 + 3 \cdot 18 + 0) = 1,8 \text{ мин}$$

$n_{\text{пл}} = 3 \cdot 9 = 27$ ;  $t_{\text{пл}} = 2$  с – принимается по таблице 3.4.2.4;

$n_{\text{yo}} = 18$ ;  $t_{\text{yo}} = 3$  с – по таблице 3.4.2.4;

$t_{\text{пов}} = 0$  – так как возвращается задним ходом.

$T_{\text{ц}} = 0,66 + 5,53 + 3,65 + 1,8 = 11,64$  мин

$$P_{\text{эсм}} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 10,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8}{11,64} = 330 \text{ М}^3/\text{СМ}$$

$K_B = 0,8$ ;  $K_I = 1$

Для оценки полученных результатов определим сменную нормативную производительность бульдозера

$$P_{\text{СМ}}^H = \frac{E \cdot t_{\text{СМ}}}{H_{\text{МВР}}}, \text{ М}^3/\text{СМ} \quad (3.4.2.11)$$

где  $E$  – единица измерения;

$H_{\text{МВР}}$  – норма машинного времени, маш.-час;

$$P_{\text{СМ}}^H = \frac{E \cdot t_{\text{СМ}}}{H_{\text{МВР}}} = \frac{100 \cdot 8}{2,75} = 291 \text{ М}^3/\text{СМ}$$

$$H_{\text{МВР}} = 0,62 + 0,49 \cdot \frac{53,54 - 10}{10} = 2,75 \text{ маш.-час}; \text{ § E2-1-22 т.2, п. 56,5 д}$$

Сравниваем  $P_{\text{эсм}}$  с  $P_{\text{СМ}}^H \cdot \frac{330 - 291}{330} \cdot 100\% = 11,8\% \leq 25\%$ , что вполне допустимо.

Набор призмы волочения бульдозером может производиться следующими способами срезания стружки:

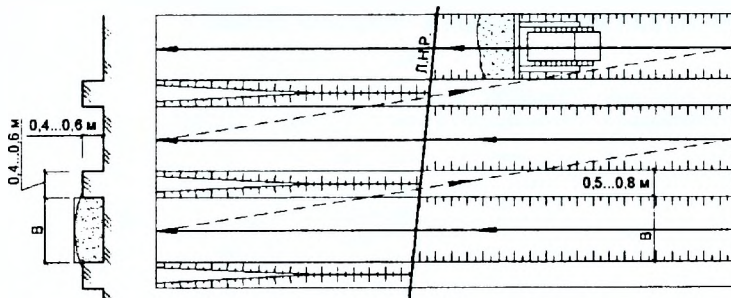
– стружкой постоянной толщины (рисунок 3.4.2.1.а) – для всех видов грунта при их наборе на подъеме или для грунтов со значительным сопротивлением копанью;

– клиновым (рисунок 3.4.2.1.б), т.е. с переменной толщиной стружки – для грунтов с малым сопротивлением копанью;

– гребенчатый с попеременным заглублением отвала (рисунок 3.4.2.1.в) – для плотных и сухих грунтов.

Для уменьшения потерь грунта рекомендуется грунт разрабатывать по ярусно-траншейной схеме (рисунок 3.4.2.3), при этом грунт перемещается по траншее, образовавшейся при неоднократных проходах бульдозера по одному следу (в пределах выемки) или осыпавшегося грунта (в пределах насыпи)

при предыдущих проходах в виде валиков (производительность увеличивается на 8...12%).



**Рисунок 3.4.2.3 – Ярусно-траншейная схема разработки и перемещения грунта бульдозером**

Снизить потери грунта и увеличить суммарный объем призмы волочения можно путем использования двух или трех бульдозеров с расстоянием между их отвалами 0,1...0,2 м или при разработке и перемещении грунта под уклон.

Оборудование бульдозеров открылками и предварительное рыхление плотных грунтов повышает производительность бульдозера на 10...15%. Уширители с жестким креплением к отвалу при работе в легких грунтах повышают производительность на 20...30%.

Для уменьшения сопротивления резанию грунта отвал бульдозера может выполняться с газовоздушной смазкой, с выдвигаемым ножом и т.д.

Работа бульдозера может быть организована по маятниковой или челночной схемам. При маятниковой схеме ( $L_{cp} \geq 50$  м) бульдозер возвращается к месту набора грунта передним ходом с разворотами. При челночной схеме ( $L_{cp} < 50$  м) бульдозер возвращается к месту набора задним ходом.

### 3.5. Подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам

По возможности для выполнения вспомогательных процессов следует принимать машины, которые уже подобраны для выполнения ведущих процессов.

Подбор машин для рыхления мерзлого грунта, его блочной разработки, методика разработки мероприятий по предохранению грунта от промерзания и оттаиванию мерзлого грунта подробно освещены в [9].

#### 3.5.1. Срезка растительного слоя

Срезка растительного слоя выполняется бульдозерами (табл. 3.3.2.1) или грейдерами ([2], §E2-1-6). Более производительными являются бульдозеры.

Срезаемый растительный грунт, кроме того, перемещается за пределы площадки (рисунок 3.5.1.1) на расстояние:

$$L_{\text{пер}} = \frac{a}{2} + b, \text{ м}, \quad (3.5.1.1)$$

где  $b$  – расстояние от края площадки до кавальера с растительным грунтом ( $b = 6...10$  м).

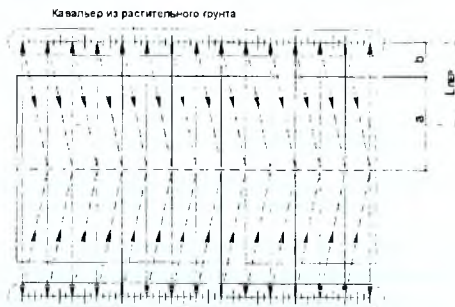
Срезка растительного грунта бульдозером нормируется по Е2-1-5 [2], а его перемещение за пределы площадки – по Е2-1-22 [2] (с учетом того, что перемещается разрыхленный грунт), или по Е2-1-23 (зимой).

Объем растительного грунта находим по формуле:

$$V_{pc} = F_{пл} \cdot h_{pc}, \text{ м}^3, \quad (3.5.1.2)$$

где  $F_{пл}$  – площадь площадки,  $\text{м}^2$ ;

$h_{pc}$  – толщина растительного слоя,  $\text{м}$  ( $h_{pc} = 0,1 \dots 0,3 \text{ м}$ ).

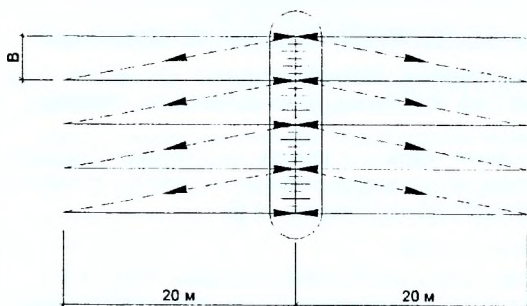


**Рисунок 3.5.1.1 – Схема срезки и перемещения растительного грунта**

### 3.5.2. Окучивание отвозимого в отвал из планировочной выемки грунта

Окучивание отвозимого в отвал грунта следует производить в случае его погрузки погрузчиками или экскаваторами в транспортные средства.

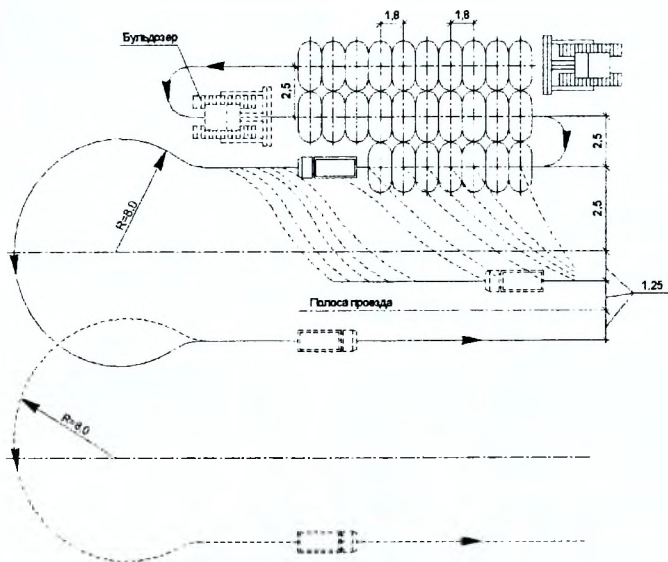
Целесообразно окучивание производить бульдозерами с расстоянием перемещения грунта до 10 м (рисунок 3.5.2.1). Нормирование производится по [2], Е2-1-22.



**Рисунок 3.5.2.1 – Схема окучивания грунта бульдозером**

### 3.5.3. Разравнивание привозимого в насыпь транспортом грунта

Выполняется бульдозерами по схеме, приведенной на рисунке 3.5.3.1, с нормированием по [2], Е2-1-28. При этом толщина разравниваемого слоя принимается в соответствии с техническими возможностями принятой машины для уплотнения грунта.



**Рисунок 3.5.3.1 – Схема разравнивания грунта при устройстве насыпи**

### 3.5.4. Уплотнение грунта планировочной насыпи

Применяются следующие способы уплотнения грунта:

Замачивание грунта:

- поливкой водой;
- отсыпкой в воду;
- заливкой обвалованного участка насыпи водой.

Статический:

- укаткой посредством катков;
- статической пригрузкой.

Динамический:

- ударной нагрузкой (трамбованием);
- вибрационной нагрузкой.

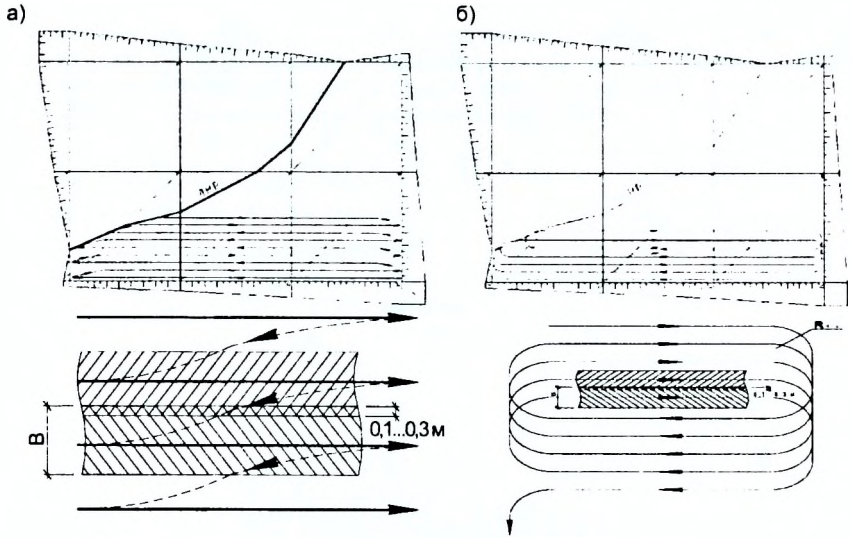
Комбинированные способы:

- гидровиброуплотнение;
- укаткой с трамбованием (катки с падающими грузами);
- укаткой с вибрированием (виброкатки);
- трамбованием с вибрированием.

Наиболее производительным при уплотнении грунта укаткой посредством катков:

- с гладкими вальцами;
- на пневмошинах;
- кулачковых;
- решетчатых.





а – самоходными; б – прицепными  
**Рисунок 3.5.4.1 – Возможные схемы уплотнения грунта катками**

**Таблица 3.5.4.1 – Технические характеристики машин для уплотнения планировочной насыпи**

№ п/п	Марка	Ширина уплотняемой полосы, В, м	Толщина уплотняемого слоя, м	Скорость передвижения, м/с		Масса, т		Радиус поворота, R <sub>пов.</sub> , м	Производительность, м <sup>3</sup> /см	Габаритные размеры, м		
				рабочая	транспортная	без балласта	с балластом			длина	ширина	высота
<b>Самоходные катки с гладкими вальцами</b>												
1	ДУ-11	1,8		0,67...0,98	1,94	6,4	–	3	270	4,22	1,8	6,4
2	ДУ-50	1,8		0,76...2,17	2,17	6,5	8	3	–	5,15	1,85	3
3	ДУ-1	1,8		0,61...0,75	1,47	1	–	3,6	260	4,9	1,8	2,5
4	ДУ-8В	1,3		0,65...1,46	2,2	8	13	3,6	340	4,32	2,07	2,5
5	ДУ-18	1,8		0,5...2,1	2,1	10	13	3,6	–	5,06	1,82	1,86
6	ДУ-18	1,85		0,54...1,2	1,8	10	13	3,6	–	5,01	1,85	3
7	ДУ-9В	1,3		0,65...1,46	2,2	10,3	18	4,3	340	6,08	1,9	2,5
8	ДУ-49А	1,3		0,65...1,46	2,2	11	18	4,5	–	6,52	2,04	3,41
<b>Прицепные кулачковые катки</b>												
9	ДУ-26 (ДТ-75С2)	1,8	0,2...0,22	до 1,4	–	4,68	9	5	400	5,05	2,22	1,8
10	ДУ-27 (Т-100МЗ)	4	0,2...0,22	до 1,4	–	9,2	17,6	5	–	5,05	4,51	1,8
11	ДУ-32А (Т-100МЗ)	2,6	0,3	до 1,4	–	9	18	5	–	7,88	3,08	2
12	ДУ-3	2,8	0,4	до 1,4	–	13	29	5	1100	7,81	3,2	3,24
<b>Прицепные катки на пневматических шинах</b>												
13	ДУ-30 (Т-74, Т-75)	2,2	0,25	до 1,4	6,9	4	12,5	5	600...900	5,3	2,34	1,82
14	ДУ-39А (Т-100М)	2,6	0,35	до 1,4	6,9	6	25	5	1100...1600	5,77	2,85	2



Продолжение таблицы 3.5.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Самоходные катки на пневматических шинах												
15	ДУ-31А	1,9	до 0,35	0,2...5,7	5,7	16	-	5	750... 1100	5,3	1,93	3,15
16	ДУ-29	2,22	до 0,4	до 6,4	до 6,4	30	-	5	1350... 2100	6,16	2,89	3,41
Полуприцепные катки на пневматических шинах												
17	ДУ-37Б	2,61	0,25	до 3	-	13	22,75	5	-	10,1	2,92	2,3
18	ДУ-16В	2,6	0,35	до 4,2	-	25,4	35,9	5	1400... 2100	10,1	2,92	2,8
19	ДУ-21	2,68	0,43	до 4,2	-	27,8	56,7	5	-	10,87	3,23	3,66 5
Самоходные вибрационные катки												
20	ДУ-36		0,25	0,44...0,86	-	0,6	0,68	-	85...125	2,72	0,74	1,02
21	ДУ-10			0,43...0,68	-	1,48	1,7	1,95	-	2,5	1,09	1,7
22	ДУ-10А	0,85		0,5...0,83	-	1,5	1,8	1,5	200...270	2,7	0,98	2,2
23	ДУ-47А		0,35...0,7	0,47...1,88	-	6	8	3	-	4,6	1,6	2,86
Прицепной виброкаток												
24	ДУ-480 (ДТ-75)	1,4	0,5...0,6			3	-		560...750			
Трамбовочные машины												
25	ДУ-12Б	2,5	до 1,2	1,3...3,3	-	6,5	-		700... 1000	5,9	2,5	3,02
26	ДУ-12В	2,5	до 1,2	1,7...3,3	-	9,6	-		700... 1000	6,1	2,5	3,1
Прицепной решетчатый каток												
27	ЗУР-25 (Т-100)	2,9	0,5			15			200...900			

Следует учитывать, что кулачковые катки используют только при уплотнении связных грунтов; катки на пневмошинах – для уплотнения любых грунтов, решетчатые катки – для уплотнения комковатых связных грунтов, катки с гладкими вальцами предназначены в основном для укатки дорожных покрытий и уплотнения несвязных и связных (малосвязных) грунтов, имеющих большое количество гравелистых или щебеночных включений. При уплотнении несвязных и малосвязных грунтов весьма эффективным является использование вибрации с укаткой (виброкатков).

Однако катками могут уплотняться грунты слоями сравнительно небольшой толщины, и их работа рентабельна, а в ряде случаев возможна только при наличии значительного фронта работ. Трамбующие машины способны уплотнять грунт слоями больших толщин. Они пригодны для уплотнения связных, так и несвязных грунтов. Применяемые для уплотнения грунта машины и механизмы представлены в таблице 3.5.4.1.

Оптимальная толщина уплотняемого слоя и необходимое число проходов по одному следу приведены в таблице 3.5.4.2.

Каждый последующий проход уплотняющей машины должен перекрывать след предыдущего на 10...30 см.

Верхний слой грунта, разрыхленный трамбованием, по окончании поверхностного уплотнения трамбовочными плитами в основании зданий или сооружений следует доуплотнять легкими ударами трамбовок или более легкими уплотняющими машинами других типов.

Для снижения энергозатрат на уплотнение грунта необходимо, чтобы грунт уплотнялся при оптимальной влажности (таблица 3.5.4.3).

Таблица 3.5.4.2 – Оптимальные параметры уплотнения грунта

Тип машины	Масса, т	Оптимальная толщина уплотнения для грунта				Необходимое количество проходов по одному следу для грунта, шт			
		связного		несвязного		связного		несвязного	
		$K_{OP}=0,05$	$K_{OP}=0,02$	$K_{OP}=0,05$	$K_{OP}=0,02$	$K_{OP}=0,05$	$K_{OP}=0,02$	$K_{OP}=0,05$	$K_{OP}=0,02$
Прицепные и полуприцепные катки на пневмошинах	10	15...20	10...15	20...25	15...20	6...8	8...12	4...6	6...8
	25	30...35	25...30	35...40	25...30	6...8	8...10	4...6	6...8
	40	40...45	30...35	45...50	35...40	6...8	8...10	4...6	6...8
	100	70...80	45...60	90...100	70...80	6...8	8...10	4...6	6...8
Кулачковые катки	9,18	20...25	15...20	–	–	6...8	8...12	–	–
	25	35...40	25...30	–	–	4...6	6...10	–	–
	30	40...45	–	–	–	4...6	6...10	–	–
Виброкатки	3	–	–	40...50	25...30	–	–	2...4	4...6
	6...8	–	–	60...70	35...40	–	–	2...4	4...6
	10...12	–	–	80...100	40...50	–	–	2...4	4...6
Виброударные катки	0,68	25...30	15...20	40...45	20...25	8...10	8...10	4...5	5...6
	0,6	–	15...20	60...80	40...45	8...10	8...10	4...5	5...6
Трамбующие плиты: H = 1 м H = 2 м	2...3	70...80	60...70	80...90	65...70	4...6	6...8	2...4	4...6
	2...3	80...90	70...80	100...110	80...90	4...6	6...8	2...4	4...6
	12...15	220...300	150...200	300...320	200...220	4...6	6...8	2...4	4...6
Виброуплотняющая машина	0,1...0,2	–	–	20...30	10...15	–	–	2...4	4...6
	5 0,75	–	–	35...40	20...25	–	–	2...4	4...6

При влажности меньше оптимальной грунт увлажняют и применяют более тяжелые средства уплотнения или уменьшают толщину уплотняемого слоя.

Предварительную и окончательную планировку площадки и ее откосов производят бульдозерами или грейдерами при рабочем ходе в одном или двух направлениях.

Нормирование труда производится:

- для предварительной планировки – по [2], E2-1-35;
- для окончательной планировки – [2], E2-1-36;
- для планировки откосов бульдозерами, оборудованными откосниками – [2], E2-1-40;
- для планировки откосов грейдерами – [2], E2-1-39;
- для планировки верха земляного сооружения грейдерами – [2], E2-1-37.

Таблица 3.5.4.3 – Оптимальная влажность грунта при его уплотнении

Вид грунта	Влажность, %
Пески легкие и пылеватые	8...14
Супеси легкие и тяжелые	9...15
Супеси пылеватые	16...20
Суглинки легкие	12...18
Суглинки пылеватые	15...22
Суглинки тяжелые	14...20
Глины пылеватые	16...26
Глины жирные	20...30

### 3.6. Составление калькуляции затрат труда

Производим на основании найденных объемов работ, принятой технологии производства работ и подобранных машин и механизмов, а также ЕНиР[2] в форме таблицы 3.6.1.

Таблица 3.6.1 Калькуляция затрат труда

№ п/п	Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем	Норма времени на единицу, чел.-ч (маш.-ч)	Состав звена (бригады)			Затраты труда на объем, чел.-ч (маш.-ч)
						Профессия	Разряд	Количество	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E2-1-5, п 2а	Срезка растительного слоя бульдозером грунт I группы	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,69 (0,69)	Машинист	6р	1	3,73 (3,73)
2	E2-1-22 т.2, п 3а, 3г, ПР-3	Перемещение грунта растительного слоя за пределы площадки бульдозером ДЗ-18на L=25 м, грунт I группы, ПР-3=0,85	100 м <sup>3</sup>	5,4	(0,5+0,43·1,5)+0,85=0,973	Машинист	6р	1	5,26 (5,26)
3	E2-1-22 т.2, п 3б, 3д	Разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь бульдозером ДЗ-18на L=53-54 грунт II группы	100 м <sup>3</sup>	22,65	0,62+0,49·4,35=2,752	Машинист	6р	1	62,33 (62,33)
4	E2-1-28 п 3б	Разравнивание грунта в насыпи бульдозером ДЗ-18, грунт II группы, б <sub>ср</sub> =0,2м	100 м <sup>3</sup>	22,65	0,58	Машинист	6р	1	13,14 (13,14)
5	E2-1-31 т.2, п 1а, 3а	Послойное уплотнение грунта в насыпи самоходным катком ДУ-31А при толщине уплотняемого слоя 0,2 м и 7 проходами по одному следу с разворотом на насыпи и длиной гона до 100 м	100 м <sup>3</sup>	22,65	0,63+0,13·3=1,02	Машинист	6р	1	23,10 (23,10)
6	E2-1-35 п 3а	Предварительная планировка площадки бульдозером ДЗ-18при рабочем ходе в одном направлении	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,21	Машинист	6р	1	1,13 (1,13)
7	E2-1-40 п 3а	Планировка откосов площадки бульдозером ДЗ-18 при трех проходах по одному следу	1000 м <sup>2</sup>	0,55	0,87·3=2,61	Машинист	6р	1	1,44 (1,44)
8	E2-1-36 п 3а	Окончательная планировка площадки бульдозером ДЗ-18при двух проходах по одному следу	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,28·2=0,56	Маш	6р	1	3,02 (3,02)
								Σ	113,14 (113,14)

Для ведущих процессов, по которым производительность определяется расчетом, нормы времени  $H_{ВР}$  могут быть определены по выражению:

$$H_{ВРi} = \frac{E \cdot t_{сМ} \cdot N_{Рi}}{П_{эсМi}}, \text{ чел. - час.} \quad (3.6.1)$$

Составление калькуляции производится в следующем порядке:

1. В графу 2 вносим наименование работ, марки применяемых машин и другую информацию от которой зависит норма времени
2. По оглавлению [2] устанавливается параграф ЕНиР, соответствующий нормируемому процессу (графа 2).
3. По [2], стр. 6... 14 определяется группа грунта.
4. По установленному параграфу ЕНиР или НЗТ уточняется наименование работ (графа 3), определяются единица измерения объема работ (графа 4), состав звена (графы 7, 8, 9),  $H_{ВР}$  или  $H_{ЗТ}$  (графа 6).
5. В единицах измерения проставляется объем работ  $P$  (графа 5).
6. Определяются затраты труда по каждому процессу  $Q$  (графа 10):

$$Q = H_{ВРi} \cdot P_i, \text{ чел.- час} \quad (3.6.2)$$

По графе 10 определяются общие затраты труда.

### 3.7. Построение календарного графика производства работ

Календарный план производства работ является документом, в котором увязывают все процессы по срокам выполнения и технологической зависимости друг с другом. Форма заполнения календарного плана приведена в таблице 3.7.1.

Календарный план состоит из расчетной и графической частей. Расчетная часть представляет собой табличную форму, а в графической показывают взаимосвязанный график выполнения отдельных процессов. Расчетную часть таблицы заполняют исходя из учета общего срока производства работ по заданию в следующей последовательности:

1. Колонки с 1-й по 8-ю заполняют на основании калькуляции трудовых затрат (таблица 3.6.1);
2. Принятую продолжительность выполнения ведущих процессов с расчетной производительностью определяют по формуле:

$$T_{ми} = \frac{V}{П_{эсМi} \cdot n_{ми}}, \text{ см,} \quad (3.7.1)$$

где  $V$  – объем работ, выполняемых машиной;

$П_{эсМi}$  – эксплуатационная сменная производительность ведущей машины.

$n_{ми}$  – количество машин

Для остальных процессов:

$$T_{M_i} = \frac{H_{МВР} \cdot V}{t_{сМ}}, \quad T_{M_i} = \frac{H_{ВР} \cdot P}{t_{сМ} \cdot n_D}, \text{ см,} \quad (3.7.2)$$

где  $P$  – объем работ;

$n_D$  – количество рабочих, обслуживающих машину;

$H_{МВР}$  – норма машинного времени, маш-час.

$H_{ВР}$  – норма времени, чел-час.

Таблица 3.7.1. Календарный график производства работ

№ п/п	Наименование процессов или видов работ	Единица измерения	Объем работ	Затраты труда, чел-см	Состав звена и их количество	Применяемые машины и механизмы	Продолжительность работы, см		% выполнения норм	Месяц												
							нормативная	принятая		июль												
										Дни												
														1	2	3	4	5				
										Смена												
										1	2	1	2	1	2	1	2					
1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11										
1	Срезка растительного слоя со складированием во временный отвал	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,47	Σ t = 1,13	Машинист бр-1	ДЗ-18 (Т-100М)	1,13	1,0	113												
2	Перемещение растительного слоя бульдозером на l=25 м	100 м <sup>3</sup>	5,4	0,66		Машинист бр-1	ДЗ-18 (Т-100М)															
3	Разработка грунта выемки бульдозером с перемещением в насыпь L <sub>ср</sub> =54,53 м	100 м <sup>3</sup>	22,65	7,79	Σ t = 9,43	Машинист бр-2	ДЗ-18 (Т-100М) 2 шт	4,72	4,0	118												
4	Разравнивание грунта в насыпи, δ <sub>сд</sub> =0,2м	100 м <sup>3</sup>	22,65	1,64		Машинист бр-2	ДЗ-18 (Т-100М) 2 шт															
5	Послойное уплотнение грунта в насыпи катками	100 м <sup>3</sup>	22,65	2,89		Машинист бр-1	ДУ-31А	2,89	3,5	83												
7	Предварительная планировка площадки бульдозером	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,14	Σ t = 1,03	Машинист бр-1	ДЗ-18 (Т-100М)	0,7	1,0	70												
8	Планировка откосов площадки бульдозером	1000 м <sup>2</sup>	0,55	0,18		Машинист бр-1	ДЗ-18 (Т-100М)															
9	Окончательная планировка площадки	1000 м <sup>2</sup>	5,4	0,38		Машинист бр-1	ДЗ-18 (Т-100М)															

### 3. Требуемое количество машин:

$$n_M = \frac{T_{Мл}}{T_{ПР}} = \frac{Q_B}{T_{ВЕД} \cdot n_P} \quad (3.7.3)$$

Принимается с округлением в большую сторону, если % перевыполнения превышает 25%.

### 4. Требуемое количество рабочих для работ, выполняемых вручную, $n_P$ :

$$n_P = \frac{Q_1}{T_{ВЕД}}, \quad (3.7.4)$$

где  $T_{ВЕД}$  – продолжительность выполнения ведущего процесса, см. Округляется до числа, кратного рабочим в звене, и записывается в графу 9.

Полученная продолжительность округляется до целого количества смен из условия, что проектируемый % выполнения норм принимают в пределах 100-120% и записывается в графу 10.

Определяют нормативную продолжительность выполнения вспомогательных процессов, предварительно определив количество звеньев.

5. Если продолжительность вспомогательного процесса меньше продолжительности выполнения ведущего процесса, то график выполнения вспомогательного процесса будет прерывистым.

6. При построении графика необходимо учитывать послойность уплотнения грунта в планировочной насыпи. Для определения возможных сроков производства по уплотнению грунта необходимо определить объем каждого слоя, для чего на плане площадки с нанесенными рабочими отметками проводятся на основе интерполяции горизонтали с отметками  $h_y \cdot K$ , где  $K$  – количество слоев отсыпки ( $K = 1 \dots \frac{h_{\max}}{h_y}$ ) в насыпи,  $h_y$  – толщина уплотняемого слоя, м.

Объем каждого слоя определяется по формуле:

$$V_i^H = \frac{S_i^H + S_{i-1}^H}{2} \cdot h_y, \quad (3.7.5)$$

Продолжительность уплотнения каждого слоя определяется по формуле:

$$T = \frac{V_i^H \cdot H_{ВР}}{t_{СМ} \cdot n_P \cdot n_{ЗВ}}, \text{ см.} \quad (3.7.6)$$

Уплотнение не может закончиться ранее разработки и перемещения грунта в насыпь. Окончательная планировка выполняется после выполнения всех процессов.

## 3.8. Определение технико-экономических показателей

### 3.8.1 Продолжительность выполнения работ, см.

Продолжительность производства земляных работ принимается в соответствии с календарным графиком производства работ (табл. 3.7.1).

### 3.8.2 Трудоемкость единицы объема работ, чел-см/Е.

$$Q_e = \sum Q_i / P_o, \quad (3.8.1)$$

где  $\sum Q_i$  – суммарные затраты труда при выполнении  $i$ -х процессов, связанных с вертикальной планировкой площадки, чел-см;

$P_o$  – общий объем работ в единицах измерения



### 3.8.3 Выработка на одну чел-см, Е/чел-см.

$$V = 1 / Q_e, \text{ Е/чел-с.} \quad (3.8.2)$$

Найденные технико-экономические показатели сводятся в табл. 3.8.1 и приводятся на листе графической части проекта.

Таблица 3.8.1 – Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значения показателей
			Земляные работы
1	2	3	4
1	Продолжительность работ	см	6
2	Затраты труда	чел-см / 100 м <sup>3</sup>	14,14/22,65 = 0,62
3	Выработка на 1 чел-см	100 м <sup>3</sup> / чел-см	22,65/14,14 = 1,60

### 3.9. Порядок выполнения и содержание отчета

1. Исходные данные и номенклатура работ для выполнения лабораторной работы берутся из л.р. № 1 и л.р. № 2.
2. Производится предварительный выбор методов производства работ.
3. Выполняется выбор основных и вспомогательных машин для вертикальной планировки площадки.
4. Определяется сменная эксплуатационная производительность одной основной машины (бульдозера или скрепера).
5. Составляется калькуляция затрат труда и машинного времени.
6. Составляется календарный план графика производства земляных работ при вертикальной планировке площадки.
7. Рассчитываются технико-экономические показатели.

#### Контрольные вопросы

1. Виды основных и вспомогательных процессов, выполняемых при вертикальной планировке площадки.
2. Виды и область применения скреперов.
3. Виды и область применения бульдозеров.
4. Схемы резания грунтов скреперами.
5. Схемы резания грунтов бульдозерами.
6. Схемы разработки грунтов скреперами.
7. Схемы разработки грунтов бульдозерами.
8. Схемы движения скреперов при разработке и отсыпке грунтов.
9. Технология срезки растительного грунта.
10. Применяемые машины и технология уплотнения грунтов.
11. Технология планировки откосов земляных сооружений.
12. Определение сменной эксплуатационной производительности скрепера.
13. Определение сменной эксплуатационной производительности бульдозера.
14. Способы повышения производительности бульдозеров.
15. Способы повышения производительности скреперов.
16. Составление калькуляции затрат труда и машинного времени.
17. Норма времени, норма затрат труда.
18. Норма машинного времени.
19. Составление календарного графика производства земляных работ при вертикальной планировке площадки.
20. Трудоемкость процесса, продолжительность выполнения процесса.
21. Расчет технико-экономических показателей (ТЭП).



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Определение коэффициента уплотнения грунтов при возведении земляных сооружений

#### 4.1. Цель и задачи лабораторной работы

Целью выполнения лабораторной работы является закрепление студентами теоретических знаний в изучении технологических свойств грунтов, способов уплотнения грунта, рекомендуемых машин и механизмов, а также контроля качества производства работ.

Студент должен ознакомиться с приспособлениями и приборами для установления степени уплотнения грунта и получить практические навыки в определении коэффициента уплотнения в реальных условиях.

#### 4.2. Материалы, оборудование и приспособления для выполнения работы:

- динамический плотномер Д-51А или ДПУ – 1 шт.;
- статический пенетрометр – 1 шт.;
- образцы грунтов различных видов (песок, супесь, суглинок) в ящиках размерами: 60х60х40 см – (2-3 шт.), либо грунты в естественном природном состоянии, если погодные условия позволяют выполнять измерения на открытом воздухе в полевых условиях

#### 4.3. Свойства и технологические характеристики грунтов

Любое здание или инженерное сооружение возводится на подстилающем слое грунта. От физико-механических свойств подстилающего слоя грунта зависит величина осадочных деформаций и долговечность сооружения в целом. Поэтому эффективный контроль за свойствами грунтов в строительстве имеет важное значение.

Минеральные грунты подразделяются на **скальные, конгломераты и нескальные**.

К **скальным** (однородным) грунтам относят массивы изверженных пород с кристаллической структурой, которые характеризуются значительной плотностью и малой влагоемкостью.

К **скальным** (слоистым) грунтам относят породы сложенные из песчаников, доломитов и глинистых сланцев.

**Конгломераты** – обломочные породы, сцементированные минеральными цементами.

Наиболее часто встречающиеся **нескальные** грунты обычно делят на:

**связанные** – суглинки, глины и супеси;

**несвязанные** – пески.

Простейшие методики определения вида несвязанного грунта представлены в табл. 4.3.1.

Земляные работы выполняют на первом этапе проведение планировки площадки под строительство. При этом устраиваются насыпи и выемки для выравнивания рельефа местности. Для насыпи в основном используется грунт, срезанный и перемещенный из зоны выемки. В некоторых случаях грунт доставляется из карьеров при помощи скреперов и автомобильного транспорта. Вид грунта указывается в проектной документации.

Таблица 4.3.1 – Методики определения вида грунта

Вид грунта	Ощущения при растирании	Через лупу или невооруженным глазом
Галька, щебень	Галька имеет окатанную форму, щебень остроугольную	Зерна размером в 10-20 мм составляют более половины образца, между ними мелкое заполнение
Гравий, дресва	Гравий имеет частично окатанную форму Дресва с острыми краями	Зерна размером от 5 до 10 мм составляют (по массе) более половины пробы, между ними мелкое заполнение
Песок крупный	Глинистых частиц не чувствуется	Масса частиц крупнее 0,5 мм более 50%
Песок средней крупности	Глинистых частиц не чувствуется	Масса частиц крупнее 0,25 мм более 50%. В лупу видны только песчаные частицы
Песок мелкий	Глинистых частиц не чувствуется	Зерна трудно различить невооруженным глазом. Масса частиц крупнее 0,1 мм более 75% и в лупу видны только песчаные частицы
Песок пылеватый	Напоминает жесткую пыль	Мелкая мучнистая смесь. Отдельные частицы трудно различить невооруженным глазом. Масса частиц крупнее 0,1 мм менее 75%.

Грунт насыпи имеет разрыхленную неуплотненную структуру, и в этой связи проводят его уплотнение при помощи различных механизмов и устройств.

Для уплотнения используют машины *статического* и *динамического* действия. К числу машин статического действия относят самоходные и прицепные катки.

К машинам динамического действия относят трамбовочные машины, вибрационные самоходные (прицепные) катки, вибрационные плиты, пневматические трамбовки и др.

Продолжительность их работы определяется достижением определенной (заранее заданной) величины степени уплотнения конкретного вида грунта, которая определяется в проектной документации.

После отрывки котлована и зачистки его дна проверяют степень уплотнения грунта перед устройством фундамента под сооружение. Кроме того, в процессе обратной засыпки пазух грунт подлежит обязательному уплотнению до достижения определенной (заданной) степени уплотнения (коэффициента уплотнения  $K_y$ ).

Важнейшим показателем грунта является его *влажность*.

Для технологии строительного производства актуальны следующие виды влажности:

1. Естественная (природная) влажность грунта.
2. Относительная влажность грунта.
3. Оптимальная влажность грунта.

Влажность значительно влияет на изменение физико-механических свойств грунта.

**Естественную влажность** грунта следует определять как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе сухого грунта. Для этого выполняется взвешивание навески испытуемого грунта на весах первоначально в его природной влажности и взвешивание данной массы грунта после интенсивного высушивания (обычно в сушильном шкафу) до постоянной массы.

**Относительная влажность** грунта  $W_{от}$  представляет собой отношение естественной влажности грунта к влажности на границе текучести  $W_T$ .

$$W_{от} = W / W_T, \quad (4.3.1)$$

где  $W$  – естественная (природная) влажность грунта, %;

$W_T$  – влажность грунта на границе текучести, определяемая по данным лаборатории.

Она имеет важное практическое значение в технологии строительного производства. По значению этой величины принимают решение о необходимости проведения водопонижающих мероприятий.

Важнейшее место в технологии земляных работ занимает величина *оптимальной* влажности грунта.

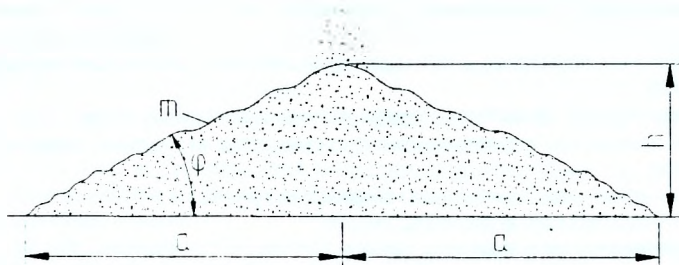
**Оптимальная влажность** грунта – это влажность, при которой можно достичь максимального уплотнения грунта, т.е. наиболее высокого коэффициента уплотнения. Поэтому вначале, по возможности, необходимо привести грунт к оптимальной влажности и в дальнейшем уже проводить работы с ним.

Зная оптимальную влажность грунта и его относительную влажность, можно прогнозировать достижение требуемого коэффициента уплотнения или принимать решение о дополнительном увлажнении или высушивании грунта.

Связанность грунтов изменяется в зависимости от их относительной влажности и характеризуется углом естественного откоса  $\phi$ . Углом естественного откоса  $\phi$  называют угол, образованный наклонной поверхностью (откосом) отсыпанного разрыхленного грунта с горизонтальной плоскостью, при котором грунт находится в равновесном состоянии. С учетом угла естественного откоса назначают крутизну откосов земляных сооружений, которую принято выражать отношением высоты откоса ( $h$ ) к его заложению ( $a$ ) (рис. 4.3.1).

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{h}{a} = \frac{1}{m},$$

где  $m = \frac{a}{h}$  – коэффициент заложения откоса, а  $\operatorname{tg} \phi$  – крутизна откоса.



**Рисунок 4.3.1 – К определению угла  $\phi$  естественного откоса грунта в разрыхленном состоянии**

Параметр ( $m$ ) определяет угол откосов в котлованах и траншеях (влияет на их размеры) и расстояния допустимого приближения машин и механизмов к краю откосов котлованов. Величины углов естественного откоса грунтов приведены в таблице 3.4.2.2.

Наиболее важным технологическим понятием при производстве земляных работ и устройстве оснований является величина *коэффициента уплотнения грунта*.

**Коэффициент уплотнения грунта  $K_u$** , представляет собой отношение плотности сухого грунта в сооружении к максимальной плотности сухого грунта, определенной в приборе стандартного уплотнения.

Для его определения используют различные методы и приборы – прибор стандартного уплотнения ДорНИИ, статические пенетрометры, динамические плотномеры. В практических условиях наиболее часто используются пенетрометры и плотномеры.

Получаемые по результатам статического или динамического зондирования величины коэффициентов уплотнения грунтов  $K_u$ , не должны быть ниже величин, установленных в соответствующих нормативных документах и конкретных проектах на производство земляных работ и устройство фундаментов. Ориентировочные величины требуемых коэффициентов уплотнения грунтов указаны в таблице 4.3.2 (П16-03 к СНБ 5.01.01-99).

*Таблица 4.3.2 – Требуемые коэффициенты уплотнения грунтов*

Вид сооружения, коммуникаций и работ	Величина коэффициента уплотнения грунта, $K_u$
Основания под фундаменты зданий, сооружений для тяжелого технологического оборудования и полов с равномерной нагрузкой более 0,2 МПа	0,98...0,94
То же для легкого оборудования, полы с нагрузкой менее 0,05 МПа, отмостка зданий, дорожки и тротуары	0,95...0,91
Обратные засыпки пазух котлованов при устройстве зданий и сооружений	0,91...0,97
Не застраиваемые участки	0,92...0,90

#### **4.4. Определение коэффициента уплотнения грунта**

##### **4.4.1. Определение коэффициента уплотнения грунта методом динамического зондирования**

Для определения коэффициента уплотнения методом динамического зондирования используется прибор – плотномер динамической марки Д-51 или ДПУ, представленный на рисунке 4.4.1.1

Плотномер динамический предназначен для оперативного послойного контроля степени уплотнения грунтов земляных сооружений в процессе их возведения на глубине до 30 см (без отбора проб) в полевых условиях. Применение плотномера не рекомендуется для грунтов, содержащих частицы крупнее 2 мм более 25% по массе (гравелистых песков), мерзлых грунтов, а также грунтов, отсыпаемых в воду или находящихся ниже уровня поверхностных или грунтовых вод. Масса прибора 3,9 кг. Время одного измерения – 1-2 минуты.

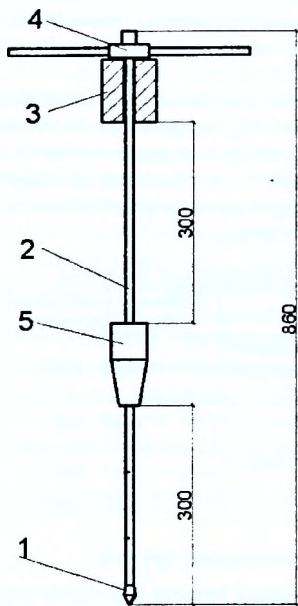
**Метод динамического зондирования основан на принципе определения сопротивления грунта погружению зонда с коническим наконечником под действием последовательно возрастающего количества ударов груза постоянной массы, свободно падающего с заданной высоты.**

При контроле уплотнения пылевато-глинистых грунтов без определения влажности грунта применяют метод **двойного зондирования**.

#### 4.4.2. Определение коэффициента уплотнения грунта методом статической пенетрации

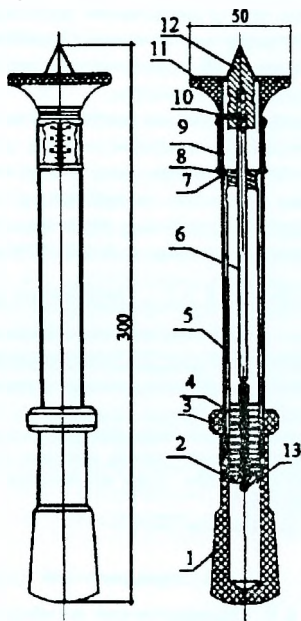
Для определения коэффициента уплотнения методом статической пенетрации используется прибор *пенетромтр*, представленный на рис. 4.4.2.1.

Пенетромтр предназначен для оперативного послыоного контроля плотности насыпных и намывных грунтов в полевых условиях.



- 1 – штанга с коническим наконечником;  
2 – направляющая; 3 – гиря;  
4 – рукоятка; 5 – наковальня

**Рисунок 4.4.1.1 – Динамический плотномер Д-51 А**



- 1 – ручка; 2 – нажимной винт; 3 – гайка;  
4 – пружина; корпус; 5 – корпус; 6 – шток;  
7 – кольцо; 8 – втулка; 9 – движок; 10 – шпилька; 11 – опорная плита; 12 – конусный наконечник; 13 – хвостовик

**Рисунок 4.4.2.1 – Пенетромтр**

Принцип измерения плотности основан на известном методе исследования физических и механических свойств грунтов путем определения сопротивления грунтов проникновению конических наконечников (пенетрации).

**Принцип действия пенетромтра основан на методе установления равновесия между внешней нагрузкой и силами реактивного сопротивления грунта по боковой поверхности конуса при различных значениях усилия вдавливания и глубины пенетрации.**

С помощью пенетромтра измеряют коэффициент уплотнения  $K_u$  различных грунтов.

Исследованию с помощью пенетромтра *не подлежат* грунты песчаные и глинистые, содержащие частицы крупнее 10 мм более 25% по массе, а также грунты всех видов в мерзлом и водонасыщенном состоянии.



Пенетрометр рекомендуется применять при текущем контроле подготавливаемых оснований под фундаменты, дорожных насыпей, гидротехнических сооружений. Глубина контроля от поверхности слоя до 10 см.

Длительность одного измерения – не более 3 минут. Пенетрометр сохраняет свою работоспособность при влажности до 100%.

Перед проведением испытаний необходимо провести тарировку силоизмерительного устройства плотномера.

Пенетрометр (рисунок 4.4.2.1.) состоит из сменного конусного наконечника 12 с углом 30° при вершине, который соединен со штоком 6. Надетая на шток пружина 4 обеспечивает необходимое усилие пенетрации. Прибор собран в корпусе, состоящем из круглой опорной плиты 11, ручки 1 и дюралюминиевой трубки 5. Цилиндрический движок 9, состоящий из оргстекла, с круговой черной шкалой и кольцом 7 обеспечивает отсчет глубины погружения конуса в грунт по шкале, нанесенной на наружной поверхности корпуса. В начальном положении риска на движке совпадает с конечным делением шкалы. При погружении конуса в грунт шпилька 10 смещает движок 9 на соответствующее расстояние. Сила натяжения пружины регулируется устройством, состоящим из нажимного винта 2, гайки 3 и втулки 8, которая установлена в проточке корпуса 5. Пружина 4 прикреплена к хвостовикам гайки 13 и втулки 8. Шток 6 в нажимной винт 2 упирается конической заточкой.

Такая конструкция прибора позволяет легко регулировать начальное натяжение пружины, что обеспечивает возможность использования пенетрометра как для весьма рыхлых песков, так и для значительно переуплотненных глин. Перед проведением испытаний необходимо отобрать пробы грунта для определения гранулометрического состава грунта.

#### 4.5. Методика выполнения лабораторной работы

1. Внимательно ознакомиться с содержанием теоретической части работы.  
2. Определить *естественную влажность* и *вид* предложенных 2...3-х различных грунтов.

3. Определить *коэффициент уплотнения* предложенных грунтов по методике динамического зондирования на приборе динамический плотномер Д-51 или ДПУ в указанной последовательности:

а) в местах (точках) определения степени уплотнения грунта поверхность контролируемого слоя земляного сооружения зачищают и выравнивают на площадке размером 50х50 см;

б) наконечник динамического плотномера устанавливают в центр площадки и последовательными ударами свободно падающего груза погружают его на глубину 10 см от поверхности контролируемого слоя. При забивке наконечника фиксируют количество ударов, необходимых для его погружения на 10 см в интервале от 20 до 30 см;

в) результаты испытаний заносят в таблицу 4.7.1.

При работе прибор Д-51 устанавливают в вертикальное положение и удерживают его в этом положении, держа за рукоять. Свободной рукой поднимают груз до упора и опускают. Груз свободно падает и ударяет по накопительному штоку.

После извлечения наконечника из данной точки приступают к испытаниям в следующей точке.

Расстояние между соседними точками должно быть не менее 20 см. В процессе зондирования следует контролировать вертикальность забивки зонда в грунт.

4. Определить коэффициент уплотнения предложенных видов грунтов по методике статического зондирования пенетрометром в указанной последовательности:

а) проверить положение риски на движке, которая должна совпадать с конечным делением шкалы;

б) установить на выровненную и зачищенную поверхность грунта конус пенетрометра и, надавливая на ручку, вдавить конус в грунт до установления равновесия между внешней нагрузкой и силами реактивного сопротивления грунта по боковой поверхности конуса. При погружении конуса в грунт шпилька смещает движок;

в) с помощью круговой риски снять отсчет погружения конуса по миллиметровой шкале. Количество измерений на одном уровне должно быть не менее четырех, расстояние между точками – не менее 20 см;

г) результаты испытаний заносят в таблицу 4.7.2.

За искомую величину погружения конуса принимают среднее арифметическое из измеренных величин  $h_i$ :

$$h_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}, \quad (4.5.1)$$

где  $n$  – количество параллельных замеров  $h_i$ .

#### 4.6. Обработка результатов испытаний

По результатам динамических испытаний определяют коэффициент уплотнения песчаных грунтов в зависимости от их крупности по зависимости  $K_u = f(N_{20-30})$ , представленной на рисунке 4.8.1.

Коэффициент уплотнения пылевато-глинистых грунтов по результатам зондирования определяют по зависимости  $K_u = f(N_{20-30})$ , представленной на рисунке 4.8.2, для суглинков и глин на рисунке 4.8.3 с учетом величины относительной влажности грунта

$$W_{от} = \frac{W}{W_0}$$

(где  $W$  – влажность природная в теле земляного полотна, определяемая по ГОСТ5180,  $W_0$  – оптимальная влажность грунта (она же влажность на границе текучести  $W_T$ ), определяемая по ГОСТ 22733).

При контроле уплотнения пылевато-глинистых грунтов без определения влажности грунта применяют метод *двойного зондирования*.

При данном методе грунт испытывают в двух состояниях: исходном и после дополнительного уплотнения.

Первое зондирование выполняют для исходного состояния уложенного в насыпь грунта на глубину 30 см, фиксируя при этом число ударов  $N_1$ , необходимое для погружения конуса на глубину от 20 до 30 см.

После этого рядом с точкой зондирования в теле насыпи с помощью бура или пробоотборника устраивают скважину диаметром 10 см и глубиной 25 см.



На дно скважины устанавливают штамп трамбовки и производят доуплотнение нижележащего грунта 40 ударами груза. Вынутый из скважины грунт укладывают обратно слоями толщиной по 5 см и уплотняют 40 ударами груза на каждый слой до тех пор, пока скважина не будет заполнена грунтом.

После этого по оси уплотненного трамбовкой образца забивают конус плотномера на глубину 30 см, фиксируя при этом количество ударов  $N_2$  на погружение наконечника от 20 до 30 см.

Коэффициент уплотнения грунтов пылевато-глинистых по методу двойного зондирования определяют *величиной отношения*  $N_2/N_1$  по зависимости, представленной на рис. 4.8.4.

При испытании грунта методом пенетрации по измеренной величине  $h_{cp}$  определить численное значение сопротивления грунта пенетрации – *удельное сопротивление пенетрации*  $R_n$ :

$$R_n = \alpha \frac{P_m - kh_{cp}}{h_{cp}} \cdot 10^{-3}, \quad (4.6.1)$$

где  $\alpha = 1,11$  – постоянная для конуса с углом при вершине  $30^\circ$ ;

$P_m$  – максимальная нагрузка на конус при наибольшем растяжении.

Постоянный параметр пружины  $k$  определяют по результатам тарировки по формуле:

$$k = \frac{q_2 - q_1}{H}, \quad (4.6.2)$$

где  $q_1$  – вес разновесов в чашке до момента растяжения пружины;

$q_2$  – вес разновесов в чашке после смещения движка на величину  $H$ .

По полученному значению удельного сопротивления пенетрации  $R_n$  определить коэффициент уплотнения  $K_y$  испытываемого слоя грунта:

- для *песчаных грунтов* – по величине *удельного сопротивления пенетрации*, используя зависимости на рисунке 4.8.5;

- для *супесей и глинистых грунтов* – по величине *удельного сопротивления пенетрации и влажности*, используя зависимости на рисунке 4.8.6.

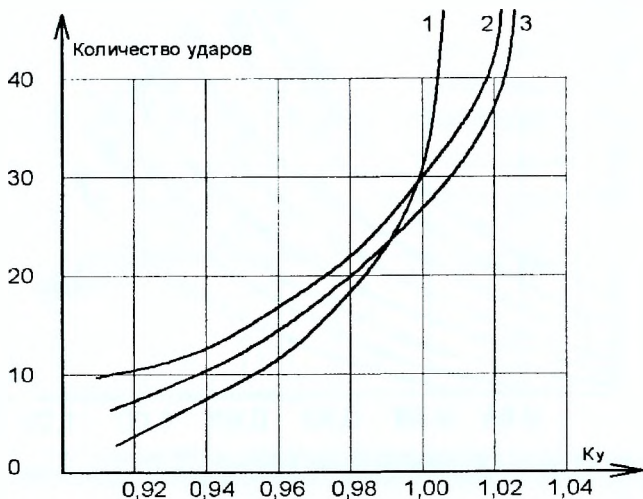
Полученные результаты испытаний занести в таблицы 4.7.1, 4.7.2, сделать вывод о достаточности уплотнения грунта в обратной засыпке пазух котлована. В случае недостаточности уплотнения произвести доуплотнение грунта ударами трамбовки и выполнить повторные измерения.

#### 4.7. Содержание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен состоять из краткого описания свойств и технологических характеристик грунтов, методики проведения испытаний, результатов испытаний и выводов о достаточности уплотнения грунта в пазухах котлована.



#### 4.8. Графики и номограммы для определения коэффициента уплотнения грунтов



1 – песок средней крупности; 2 – песок пылеватый; 3 – песок мелкий  
**Рисунок 4.8.1 – График для определения коэффициента уплотнения несвязных грунтов**



**Рисунок 4.8.2 – График для определения коэффициента уплотнения супесей**



Рисунок 4.8.3 – График для определения коэффициента уплотнения суглинков

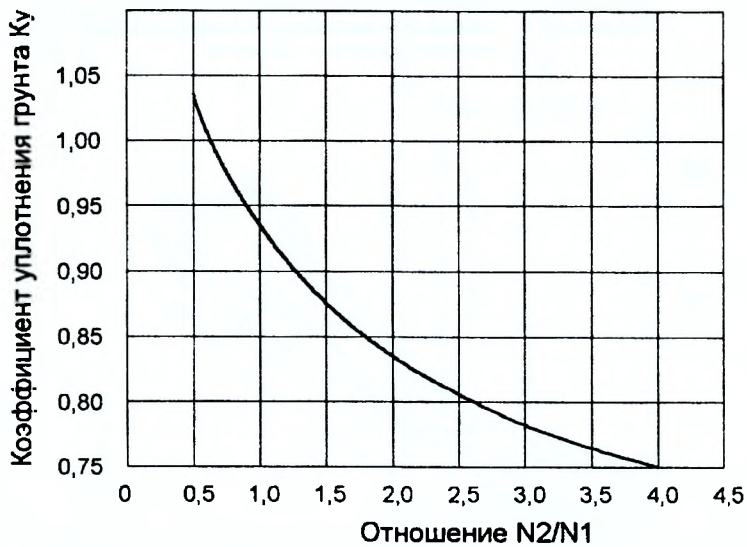
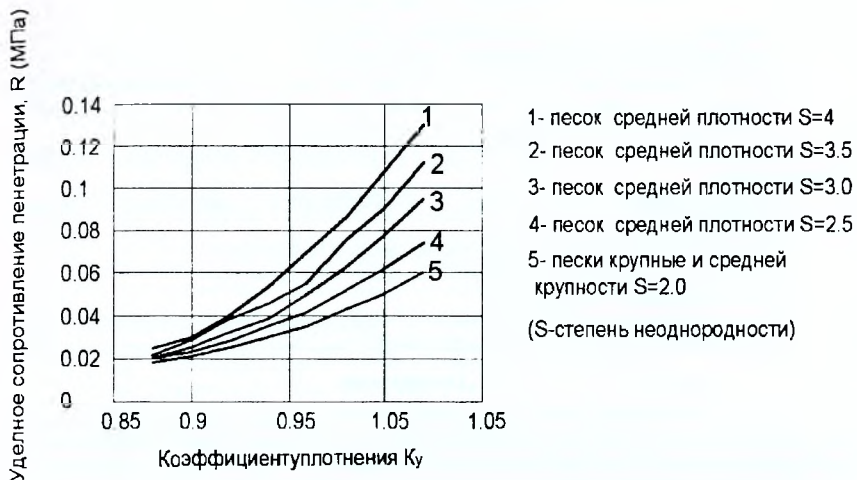
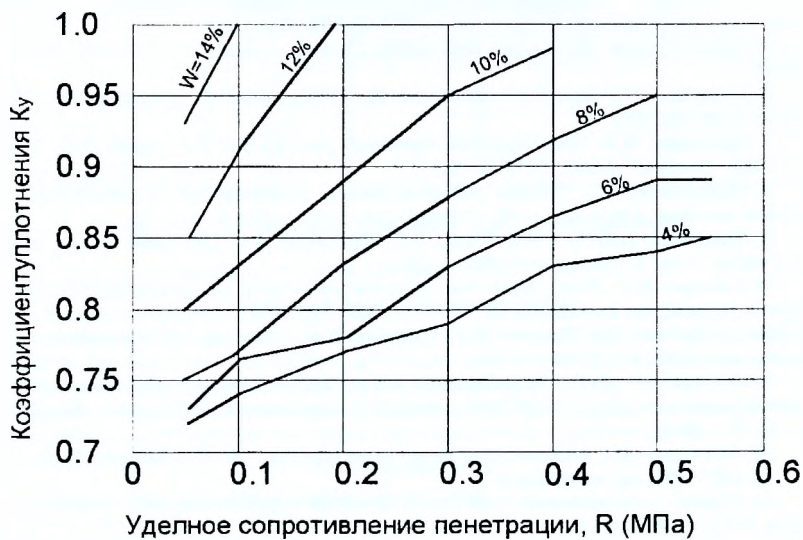


Рисунок 4.8.4 – График для определения коэффициента уплотнения глинистых грунтов методом двойного зондирования



**Рисунок 4.8.5 – Номограмма для определения коэффициента уплотнения песчаных грунтов средней крупности и крупных методом статической пенетрации**



**Рисунок 4.8.6 – Номограмма для определения коэффициента уплотнения супеси методом статической пенетрации**



## Контрольные вопросы

1. Назовите виды минеральных грунтов.
2. Что такое связанные и несвязанные грунты?
3. Типы влажности в грунтах и их влияние на технологические свойства грунтов.
4. Чем определяется связанность грунтов и что такое коэффициент откоса?
5. Дать определение коэффициенту уплотнения.
6. Назовите существующие методы для определения коэффициентов уплотнения грунтов.
7. Чем отличается метод двойного динамического зондирования от обычного зондирования?
8. Поясните принцип действия динамического плотномера.
9. Поясните принцип действия статического пенетрометра.
10. Как определяется вид грунта?
11. Методика проведения испытаний с использованием статического пенетрометра.
12. Методика проведения испытаний с использованием динамического плотномера.

## 5. Литература

1. СТ БГТУ 01-2012. Стандарт университета. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления / Т.Н. Базенков, А.А. Кондратчик, И.И. Обухова. – Брест: БГТУ, 2012. – 48 с.
2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы: ЕНиР. сб. Е2. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
3. Ганичев И.А. Технология строительного производства. – М.: Стройиздат, 1972. – 468 с.
4. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-5.01-254-2012.
5. Безопасность труда в строительстве. Общие требования: ТКП 45-1.03-40-2006 (02250).
6. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство: ТКП 45-1.03-44-2006 (02250).
7. Бондарик, В.А. Производство земляных работ / В.А. Бондарик, Э.В. Овчинников. – Мн.: Высшая школа, 1979. – 128 с.
8. Марионков, К.С. Основы проектирования производства строительных работ: учебное пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1980. – 231 с.
9. Земляные работы / А.К. Рейш, А.В. Куртинов, А.П. Дегтярев [и др.]: под ред. А.К. Рейша. – М.: Стройиздат, 1984. – 320 с.
10. Пчелин, В.Н. Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройству фундаментов одноэтажных каркасно-панельных зданий: учебно-методич. пособие / В.Н. Пчелин, В.П. Щербач, В.И. Юськович, П.П. Ивасюк. – Брест: Издательство БрГТУ, 2013. – 116 с.
11. Манжелей, Ю.В. Механизация работ по устройству обратных засыпок в строительных условиях / Ю.В. Манжелей, Е.Д. Косенков, Г.И. Гескин. – М.: Стройиздат, 1976. – 96 с.
12. Неклюдов, М.К. Механизация уплотнения грунтов. – М.: Стройиздат, 1985. – 168 с.
13. НЗТ. Общие положения.
14. Схемы операционного контроля качества строительного-монтажных работ. – Минск: РТЦ, 1988. – 88 с.
15. Черноиван, В.Н. Методические указания к выполнению раздела "Охрана труда" в дипломном проекте для студентов специальности 29.03, 29.05, 29.08, 31.10 / В.Н. Черноиван, Н.А. Сташевская, В.П. Щербач [и др.]. – Брест: БПИ, 1997. – 34 с.
16. Строительство. Земляные сооружения. Контроль степени уплотнения грунтов: СТБ 2176-2011.



## Приложения к методическим указаниям по курсу ТСР

### ЕНиР, Сборник Е2 "Земляные работы", Выпуск 1 "Механизированные и ручные земляные работы"

#### Оглавление

§Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами.....	43
§Е2-1-6. Срезка растительного слоя грейдерами.....	44
§Е2-1-21. Разработка и перемещение грунта скреперами .....	45
§Е2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами.....	49
§Е2-1-28. Разравнивание грунта бульдозерами при отсыпке насыпей .....	47
§Е2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками.....	48
§Е2-1-30. Уплотнение грунта прицепным решетчатым катком.....	49
§Е2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками .....	50
§Е2-1-32. Уплотнение грунта виброкатком.....	52
§Е2-1-33. Уплотнение грунта грунтоуплотняющей машиной.....	52
§Е2-1-35. Предварительная планировка площадей бульдозерами .....	53
§Е2-1-36. Окончательная планировка площадей бульдозерами .....	53
§Е2-1-37. Планировка верха земляных сооружений грейдерами .....	54
§Е2-1-39. Планировка откосов насыпей и выемок автогрейдером .....	59
§Е2-1-40. Планировка откосов бульдозерами, оборудованными откосниками.....	55

#### Механизированные земляные работы

##### Распределение грунтов на группы

Грунт	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Разработка грунта			
		экскаваторами	скреперами	бульдозерами	вручную
Песок	1600	I	II	II	I
Супесь	1700	I	II	II	I
Суглинок	1650	I	I	I	I
Глина	1800	II	II	II	II
Грунт растительного слоя	1200	I	I	I	I

#### §Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами

Техническую характеристику бульдозеров см. в §Е2-1-22.

##### Указания по применению норм

Нормами учтена срезка грунта при отсутствии корней кустарника за один-два прохода по одному следу на глубину до 15 см; при наличии корней кустарника и деревьев – за два-три прохода по одному следу на общую глубину до 25 см.

Ширина участка расчистки принята до 30 м. Уборка грунта с границ участка при необходимости нормируется отдельно в зависимости от способа уборки.

##### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Срезка грунта.
3. Подъем и опускание отвала.
4. Возвращение порожняком.

##### Состав звена

Машинист 6 разряда

Таблица 1 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> очищенной поверхности

Марка трактора	Марка бульдозера	Группа грунта		№
		I	II	
Т-100	ДЗ-8 (Д-271А)	0,84 (0,84)	1,8 (1,8)	1
	Д-259, ДЗ-18 (Д-493А)	0,69 (0,69)	1,5 (1,5)	2
Т-130	ДЗ-28 (Д-533)	0,66 (0,66)	1,4 (1,4)	3
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-35С (Д-575С), ДЗ-9 (Д-275А)	0,6 (0,6)	1,3 (1,3)	4
	ДЗ-25 (Д-522), Д-290	0,48 (0,48)	1,1 (1,1)	5
		а	б	№

**Примечание:** В нормах предусмотрена работа бульдозеров в грунтах природной влажности. При работе бульдозеров в переувлажненных грунтах, в которых буксуют или вязнут гусеницы тракторов,  $N_{бр}$  умножать на 1,15 (ПР-1).

### §Е2-1-6. Срезка растительного слоя грейдерами

Таблица 1 – Технические характеристики грейдеров

Наименование показателя	Единица измерения	Марка автогрейдера				Марка прицепного грейдера
		ДЗ-99 (Д-710Б)	ДЗ-31-1 (Д-557-1)	ДЗ-14 (Д-395А)	ДЗ-98	ДЗ-1 (Д-20Б)
Длина отвала	м	3,04	3,7	3,7	3,7	3,7
Высота отвала	м	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5
Глубина резания	м	0,2	0,25	0,5	0,5	0,3
Радиус поворота	м	11	15	18	18	–
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	66 (90)	99 (135)	121 (165)	184 (250)	79 (107)
Масса грейдера	т	9,7	12,40	17,4	19,5	4,36

#### Состав работы

1. Приведение грейдера в рабочее положение.
2. Срезка грунта на глубину до 15 см.
3. Перемещение грунта к краю расчищаемой полосы.
4. Подъем и опускание ножа грейдера.
5. Повороты в конце рабочих ходов.

Таблица 2 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> очищенной поверхности

Тип грейдера	Марка грейдера	Профессия и разряд рабочих	$N_{вр}$ ( $N_{мер}$ )	№
Автогрейдеры	ДЗ-99 (Д-710Б)	Машинист 6 разряда – 1	2,9 (2,9)	1
	ДЗ-31-1 (Д-557-1)		2,7 (2,7)	2
	ДЗ-14 (Д-395А)		2,3 (2,3)	3
	ДЗ-98		2,3 (2,3)	4
Тяжелый прицепной грейдер на тракторе Т-100	ДЗ-1 (Д-20Б)	Машинист 5 разряда – 1 Тракторист 6 разряда – 1	6,4 (3,2)	5

## §Е2-1-21. Разработка и перемещение грунта скреперами

Таблица 1 – Технические характеристики скреперов

Показатель	Единица измерения	Марка скрепера							
		Прицепные				Самоходные			
		ДЗ-30 (Д-541А), ДЗ-33 (Д-569)	ДЗ-20 (Д-498), ДЗ-20А	ДЗ-26 (Д-523), ДС-77С	ДЗ-23 (Д-511)	ДЗ-11П (Д-537М)	ДЗ-11 (Д-357Г)	ДЗ-32 (Д-567)	ДЗ-13 (Д-392)
Вместимость ковша	м <sup>3</sup>	3	6,7	10	15	8	9	10	15
Ширина захвата	м	1,9 и 2,1	2,59	2,8	2,9	2,72	2,72	2,9	2,93
Глубина резания	м	0,2	0,3	0,3	0,35	0,3	0,3	0,3	0,35
Толщина отсыпae- мого слоя	м	0,3	0,35	0,5	0,55	0,55	0,55	0,45	0,5
Мощность	кВт (л.с.)	55 (75)	79 (108)	132 (180)	221 (300)	158 (215), 132 (180)		177 (240)	265 (360)
Масса скрепера	т	2,75	7	9,2	16	19		20	34

### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Набор грунта скрепером.
3. Перемещение скрепера с грунтом.
4. Разгрузка грунта.
5. Возвращение скрепера в забой порожняком.

### А. Прицепные скреперы

#### Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Тракторист 5 разряда
Т-100, Т-180, ДЭТ-250	Тракторист 6 разряда

Таблица 2 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> грунта

Марка трактора	Вместимость ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Расстояние перемещения грунта				№
		до 100 м		добавлять на каждые следующие 10 м		
		а	б	в	г	
ДТ-75, Т-74	3	2,6 (2,6)	2,8 (2,8)	0,14 (0,14)	0,15 (0,15)	1
Т-100	7	1,5 (1,5)	1,7 (1,7)	0,09 (0,09)	0,1 (0,1)	2
Т-180	10	0,95 (0,95)	1,1 (1,1)	0,05 (0,05)	0,06 (0,06)	3
ДЭТ-250	15	0,79 (0,79)	0,93 (0,93)	0,04 (0,04)	0,05 (0,05)	4
		а	б	в	г	№

## Б. Самоходные скреперы

### Состав звена

#### Машинист 6 разряда

Таблица 3 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> грунта

Наименование работ	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>								№	
	8		9		10		15			
	I	II	I	II	I	II	I	II		
Разработка и перемещение грунта на расстояние до 300 м	2,6 (2,6)	2,9 (2,9)	2,5 (2,5)	2,8 (2,8)	1,7 (1,7)	2 (2)	1,2 (1,2)	1,4 (1,4)	1	
Добавлять на каждые 100 м сверх первых 300 м при перемещении по дорогам с покрытиями	усовершенствованными капитальными	0,18 (0,18)	0,19 (0,19)	0,17 (0,17)	0,18 (0,18)	0,14 (0,14)	0,15 (0,15)	0,1 (0,1)	0,11 (0,11)	2
	усовершенствованными облегченными и переходными	0,28 (0,28)	0,29 (0,29)	0,26 (0,26)	0,28 (0,28)	0,21 (0,21)	0,23 (0,23)	0,12 (0,12)	0,13 (0,13)	3
	низшего типа	0,37 (0,37)	0,39 (0,39)	0,35 (0,35)	0,37 (0,37)	0,28 (0,28)	0,31 (0,31)	0,15 (0,15)	0,16 (0,16)	4
	а	б	в	г	д	е	ж	з		

**Примечание:**

1. Нормами настоящего параграфа предусмотрено перемещение скреперов по связному грунту природной влажности. При перемещении по сыпучему или переувлажненному грунту, в котором колеса скрепера вязнут на глубину более 100 мм, а гусеницы трактора буксуют,  $N_{пр}$  умножить на 1,5 (ПР-1).
2. Наполнение ковша самоходного скрепера производится обязательно при помощи трактора-толкача.

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

Таблица 1 – Технические характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Тип отвала	Длина отвала В, м	Высота отвала Н, м	Управление	Мощность, кВт (л.с.)	Масса оборудования, т	Наибольшее заглубление, м	Базовая машина
ДЗ-29	неповоротный	2,56	0,8	гидравлическое	55 (75)	0,85	0,3	Т-74-С2
ДЗ-42		2,56	0,8		55 (75)	1,07	0,3	ДТ-75А-С2
ДЗ-19		3,03	1,3		79 (108)	1,53	0,4	Т-100М
ДЗ-18	поворотный	3,97	1,0		79 (108)	1,86	0,25	Т-100М
ДЗ-54С	неповоротный	3,2	1,2		79 (108)	1,78	0,4	Т-100
ДЗ-101		2,86	0,95		96 (130)	1,44	0,7	Т-4АП1
ДЗ-104	поворотный	3,28	0,99		96 (130)	1,77	0,7	Т-4АП1
ДЗ-27С	неповоротный	3,2	1,3		118 (160)	1,91	0,5	Т-130.1Г
ДЗ-110		3,2	1,3		118 (160)	2,28	0,5	Т-130.1Г
ДЗ-28		3,94	1,0		118 (160)	2,85	0,44	Т-130.1Г
ДЗ-109	поворотный	4,12	1,14		118 (160)	2,64	0,44	Т-130
ДЗ-24		3,36	1,1		132 (180)	1,96	0,6	Т-180ГП
ДЗ-35С		3,64	1,29		132 (180)	3,4	0,6	Т-180ГП
ДЗ-25		4,43	1,2		132 (180)	2,85	0,3	Т-180ГП
Д-384		неповоротный	4,5		1,4	221 (300)	2,8	0,45
Д-385	поворотный	4,53	1,4	221 (300)	4,5			
ДЗ-34С	неповоротный	4,54	1,55	221 (300)	3,98			

#### Указания по применению норм

Нормами предусмотрена разработка грунта в резервах, выемках и котлованах. Окончательное разравнивание и уплотнение грунта нормами настоящего параграфа не учтено и нормируется отдельно в зависимости от способа разравнивания.

Перемещение ранее разработанных разрыхленных грунтов (уборка излишков грунта при планировках, перемещение грунта из отвала и др.) следует нормировать по нормам настоящего параграфа с применением коэффициента согласно примечанию 3.

### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Разработка грунта с перемещением его и выгрузкой.
3. Возвращение бульдозера в забой порожняком.

### Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Машинист 5 разряда
Т-100, Т-4АП1, Т-130, Т-180, ДЭТ-250	Машинист 6 разряда

Таблица 2 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> грунта

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта при группировке грунта				№
		до 10 м		добавлять на каждые следующие 10 м		
		I	II	I	II	
ДТ-75, Т-74	ДЗ-42 (Д-606), ДЗ-29 (Д-535)	0,94 (0,94)	1,1 (1,1)	0,87 (0,87)	0,94 (0,94)	1
	Т-100	ДЗ-19 (Д-494)	0,55 (0,55)	0,68 (0,68)	0,48 (0,48)	
Т-4АП1		ДЗ-18 (Д-493А), ДЗ-54С (Д-687С)	0,5 (0,5)	0,62 (0,62)	0,43 (0,43)	0,49 (0,49)
	Т-130	ДЗ-101, ДЗ-104	0,88 (0,88)	1 (1)	0,74 (0,74)	0,84 (0,84)
Т-180		ДЗ-27 (Д-532С), ДЗ-110А, ДЗ-28 (Д-533)	0,35 (0,35)	0,41 (0,41)	0,3 (0,3)	0,33 (0,33)
	ДЭТ-250	ДЗ-25 (Д-522), ДЗ-24 (Д-521), ДЗ-35С (Д-575С)	0,32 (0,32)	0,38 (0,38)	0,29 (0,29)	0,3 (0,3)
ДЭТ-250		ДЗ-24А (Д-521А)	0,27 (0,27)	0,32 (0,32)	0,24 (0,24)	0,27 (0,27)
	ДЭТ-250	Д-384, Д-385	0,25 (0,25)	0,28 (0,28)	0,22 (0,22)	0,23 (0,23)
		ДЗ-34С (Д-572С)	0,22 (0,22)	0,24 (0,24)	0,2 (0,2)	0,21 (0,21)
		а	б	г	д	№

#### Примечания:

1. Нормы предусматривают работу бульдозерами без открылков. При перемещении грунта бульдозерами с отвалами ящичного типа  $H_{\text{пр}}$  умножать на 0,87 (ПР-1).
2. Нормами предусмотрена работа бульдозеров в грунтах естественной влажности. При работе бульдозеров в сыпучих или вязких грунтах, в которых буксуют или вязнут гусеницы тракторов,  $H_{\text{пр}}$  умножать на 1,15 (ПР-2).
3. При перемещении бульдозером ранее разработанных разрыхленных грунтов  $H_{\text{пр}}$  умножать на 0,85, считая объем грунта в естественном залегании (ПР-3).
4. Нормами учтено перемещение грунта по пути с подъемом до 10%. При подъемах до 20% длину пути на участках с подъемом умножать на 1,2, а при подъемах более 20% – на 1,4 (ПР-4).

## §Е2-1-28. Разравнивание грунта бульдозерами при отсыпке насыпей

Технические характеристики бульдозеров см. в §Е2-1-22.

### Указания по применению норм

Нормы рассчитаны на полный объем подвезенного в насыпь грунта. При необходимости перемещения грунта (надвижка грунта в сооружение) эта работа оплачивается отдельно по §Е2-1-22, примечание 3.

### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Разравнивание грунта с укладкой его в соответствии с проектным профилем.
3. Холостой ход бульдозера с частичным уплотнением насыпи.

### Состав звена

#### Машинист 6 разряда

Таблица 1 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> грунта

Марка трактора	Марка бульдозера	Толщина слоя, м						№
		до 0,3		до 0,6		до 1		
		I	II	I	II	I	II	
Т-100	ДЗ-19 (Д-494)	0,65 (0,65)	0,84 (0,84)	0,37 (0,37)	0,47 (0,47)	0,24 (0,24)	0,3 (0,3)	1
	ДЗ-54С (Д-687С)	0,58 (0,58)	0,75 (0,75)	0,33 (0,33)	0,43 (0,43)	0,22 (0,22)	0,27 (0,27)	2
	ДЗ-25 (Д-522)	0,3 (0,3)	0,39 (0,39)	0,16 (0,16)	0,22 (0,22)	0,1 (0,1)	0,14 (0,14)	5
	ДЗ-35С (Д-575С)	0,38 (0,38)	0,48 (0,48)	0,22 (0,22)	0,27 (0,27)	0,13 (0,13)	0,17 (0,17)	6
ДЭТ-250	Д-384, Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	0,27 (0,27)	0,34 (0,34)	0,14 (0,14)	0,19 (0,19)	0,09 (0,09)	0,12 (0,12)	7
		а	б	г	д	ж	з	

### §Е2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками

Таблица 1 – Технические характеристики катков

Показатель	Единица измерения	Марка катков	
		Д-39А (Д-703)	ДУ-16В (Д-551В)
Тип катков	—	На пневматических шинах	На пневматических шинах, секционный, полуприцепной
Ширина уплотняемой полосы	м	2,6	2,6
Толщина уплотняемого слоя	м	до 0,35	0,35
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	79 (108)	177 (240)
Масса катка	т	25	25

### Состав работы

1. Прицепка и отцепка катков с приведением агрегата в рабочее положение.
2. Уплотнение грунта катками.
3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки.

#### Прицепной каток ДУ-39А (Д-703)

##### Тракторист 6 разряда

#### А. Уплотнение насыпи

Таблица 2 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом, со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при 4-х проходах по одному следу	до 0,2	0,58 (0,58)	0,5 (0,5)	0,46 (0,46)	0,66 (0,66)	0,56 (0,56)	0,51 (0,51)	1
	от 0,2 до 0,3	0,34 (0,34)	0,29 (0,29)	0,27 (0,27)	0,38 (0,38)	0,32 (0,32)	0,3 (0,3)	2
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	0,11 (0,11)	0,09 (0,09)	0,08 (0,08)	0,13 (0,13)	0,1 (0,1)	0,09 (0,09)	3
	от 0,2 до 0,3	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	0,07 (0,07)	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)	4
		а	б	в	г	д	е	№



### Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 3 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона, м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,2 (1,2)	1 (1)	0,93 (0,93)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,22 (0,22)	0,17 (0,17)	0,15 (0,15)	2
	а	б	в	№

### Полуприцепной каток ДУ-16В (Д-551В)

Машинист 6 разряда

#### А. Уплотнение насыпи

Таблица 4 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом, со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при 4-х проходах по одному следу	до 0,2	0,51 (0,51)	0,46 (0,46)	0,44 (0,44)	0,59 (0,59)	0,52 (0,52)	0,49 (0,49)	1
	от 0,2 до 0,35	0,3 (0,3)	0,27 (0,27)	0,25 (0,25)	0,33 (0,33)	0,3 (0,3)	0,28 (0,28)	2
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	0,08 (0,08)	0,07 (0,07)	0,06 (0,06)	0,11 (0,11)	0,09 (0,09)	0,08 (0,08)	3
	от 0,2 до 0,35	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	0,03 (0,03)	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	4
		а	б	в	г	д	е	№

### Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 5 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона, м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1 (1)	0,92 (0,92)	0,88 (0,88)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,17 (0,17)	0,14 (0,14)	0,13 (0,13)	2
	а	б	в	№

Примечание: Нормами графы "г" – "е" таблицы 2 и 4 учтен проход катка по насыпи до съезда (за пределами уплотняемого участка) на расстояние до 20 м. При проходе катка на расстояние более 20 м принимать на 1 км прохода N<sub>пр</sub> 0,22 маш.-ч. (ПР-1).

### §Е2-1-30. Уплотнение грунта прицепным решетчатым катком

#### Технические характеристики катка ЗУР-25

Тип катка .....	прицепной
Ширина уплотняемой полосы, м .....	2,9
Толщина уплотняемого слоя, м .....	0,5
Марка трактора .....	Т-100
Мощность двигателя трактора, кВт (л.с.) .....	79 (108)
Масса катка, т .....	15

#### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Уплотнение грунта катком.
3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки.

**Состав звена**  
**Тракторист 6 разряда**

**А. Уплотнение насыпи**

**Таблица 1 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта**

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом, со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при 4-х проходах по одному следу	0,3	0,46 (0,46)	0,41 (0,41)	0,39 (0,39)	0,55 (0,55)	0,48 (0,48)	0,43 (0,43)	1
	0,4	0,33 (0,33)	0,3 (0,3)	0,28 (0,28)	0,39 (0,39)	0,34 (0,34)	0,31 (0,31)	2
	0,5	0,25 (0,25)	0,23 (0,23)	0,21 (0,21)	0,31 (0,31)	0,27 (0,27)	0,24 (0,24)	3
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,3	0,98 (0,08)	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)	0,1 (0,1)	0,08 (0,08)	0,07 (0,07)	4
	0,4	0,06 (0,06)	0,04 (0,04)	0,03 (0,03)	0,07 (0,07)	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	5
	0,5	0,04 (0,04)	0,03 (0,03)	0,02 (0,02)	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	0,03 (0,03)	6
		а	б	в	г	д	е	№

**Б. Уплотнение площадей и поверхностей**

**Таблица 2 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности**

Наименование работ	Длина гона, м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,2 (1,2)	1 (1)	0,98 (0,98)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,19 (0,19)	0,15 (0,15)	0,14 (0,14)	2
	а	б	в	№

**Примечание:** В нормах таблицы 1 граф "г" – "е" учтено перемещение катка по насыпи до съезда (за пределами уплотняемого участка) на расстояние до 20 м. При перемещении катка на расстояние более 20 м принимать на 1 км прохода Н<sub>пр</sub> 0,22 маш.-ч, (ПР-1).

**§Е2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками**

**Таблица 1 – Технические характеристики катков**

Показатель	Единица измерения	Марка катков	
		ДУ-31А (Д-627А)	ДУ-29 (Д-624)
Тип катка	–	Самоходный на пневматических шинах	
Ширина уплотняемой полосы	м	1,9	2,22
Толщина уплотняемого слоя	м	до 0,35	до 0,4
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	66 (90)	96 (130)
Масса катка	т	16	30

**Состав работы**

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Уплотнение грунта.
3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки.

**Самоходный каток ДУ-31А (Д-627А)**

**Состав звена**

**Машинист 6 разряда**

### А. Уплотнение насыпи

Таблица 2 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом, со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при 4-х проходах по одному следу	до 0,2	0,63 (0,63)	0,46 (0,46)	0,39 (0,39)	0,77 (0,77)	0,58 (0,58)	0,5 (0,5)	1
	от 0,2 до 0,3	0,41 (0,41)	0,31 (0,31)	0,26 (0,26)	0,51 (0,51)	0,39 (0,39)	0,34 (0,34)	2
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	0,13 (0,13)	0,08 (0,08)	0,07 (0,07)	0,15 (0,15)	0,11 (0,11)	0,09 (0,09)	3
	от 0,2 до 0,3	0,08 (0,08)	0,06 (0,06)	0,04 (0,04)	0,11 (0,11)	0,08 (0,08)	0,06 (0,06)	4
		а	б	в	г	д	е	№

### Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 3 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона, м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,3 (1,3)	0,92 (0,92)	0,79 (0,79)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,24 (0,24)	0,16 (0,16)	0,13 (0,13)	2
	а	б	в	№

### Самоходный каток ДУ-29А (Д-624)

#### Состав звена

Машинист 6 разряда

### А. Уплотнение насыпи

Таблица 4 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	Длина гона, м						№
		С разворотом на насыпи			С разворотом, со съездом с насыпи			
		до 100	до 200	более 200	до 200	до 300	более 300	
Уплотнение грунта при 4-х проходах по одному следу	до 0,2	0,54 (0,54)	0,4 (0,4)	0,34 (0,34)	0,64 (0,64)	0,48 (0,48)	0,42 (0,42)	1
	от 0,2 до 0,3	0,36 (0,36)	0,26 (0,26)	0,22 (0,22)	0,43 (0,43)	0,32 (0,32)	0,28 (0,28)	2
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	до 0,2	0,11 (0,11)	0,07 (0,07)	0,06 (0,06)	0,14 (0,14)	0,09 (0,09)	0,08 (0,08)	3
	от 0,2 до 0,3	0,07 (0,07)	0,05 (0,05)	0,04 (0,04)	0,09 (0,09)	0,06 (0,06)	0,05 (0,05)	4
		а	б	в	г	д	е	№

### Б. Уплотнение площадей и поверхностей

Таблица 5 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности

Наименование работ	Длина гона, м			№
	до 100	до 200	более 200	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	1,1 (1,1)	0,79 (0,79)	0,68 (0,68)	1
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	0,21 (0,21)	0,14 (0,14)	0,11 (0,11)	2
	а	б	в	№

**Примечание:** В нормах граф "г" – "е" таблицы 2 и 4 учтен проход катка по насыпи до съезда (за пределами уплотняемого участка) на расстояние до 20 м. При проходе катка на расстояние более 20 м принимать на 1 км прохода Н<sub>уп</sub> 0,14 маш.-ч, (ПР-1).

## §Е2-1-32. Уплотнение грунта виброкатком

Технические характеристики вибрационного катка Д-480

Тип катка – прицепной виброкаток с самостоятельным двигателем для привода вибратора	
Ширина уплотняемой полосы, м .....	1,4
Толщина уплотняемого слоя, м .....	0,5–0,6
Марка трактора .....	ДТ-75
Мощность двигателя трактора, кВт (л.с.) .....	55 (75)
Масса катка, т .....	3

### Состав работы

1. Прицепка и отцепка катков с приведением агрегата в рабочее положение.
2. Уплотнение грунта катком.
3. Повороты катка и переходы на соседнюю полосу укатки.

### Состав звена

Тракторист 5 разряда

Таблица 1 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта за 1 проход

Марка трактора	Толщина уплотняемого слоя, м			
	до 0,3	до 0,4	до 0,5	до 0,6
ДТ-75	0,16 (0,16)	0,11 (0,11)	0,09 (0,09)	0,07 (0,07)
	а	б	в	г

## §Е2-1-33. Уплотнение грунта грунтоуплотняющей машиной

Технические характеристики грунтоуплотняющей машины ДУ-12Б (Д-471Б)

Число плит (дизель-трамбовок) .....	2
Ширина уплотняемой полосы, м .....	2,5
Толщина уплотняемого слоя, м .....	1,2
Скорость перемещения, м/ч .....	80–200
Тип машины .....	навесной агрегат
Марка трактора .....	Т-100М
Масса оборудования, т .....	6,5

### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Уплотнение грунта машиной.
3. Повороты машины в конце гона.

### Состав звена

Машинист 5 разряда

Таблица 1 – Нормы на 100 м<sup>3</sup> уплотненного слоя грунта за 1 проход

Толщина уплотняемого слоя, м	Заданная скорость перемещения машины, м/ч		№
	100	150	
до 0,5	1,7 (1,7)	1,2 (1,2)	1
более 0,5 до 0,6	1,5 (1,5)	0,99 (0,99)	2
до 0,7	1,3 (1,3)	0,85 (0,85)	3
до 0,8	1,1 (1,1)	0,75 (0,75)	4
до 0,9	0,98 (0,98)	0,66 (0,66)	5
до 1	0,88 (0,88)	0,59 (0,59)	6
	а	б	№

## §Е2-1-35. Предварительная планировка площадей бульдозерами

Технические характеристики бульдозеров см. §Е2-1-22.

### Указания по применению норм

Нормами данного параграфа предусмотрено, что при предварительной (грубой) планировке срезка излишков грунта и засыпка впадин производятся "на глаз", в результате чего создается относительно ровная поверхность без заданных отметок.

Нормы составлены на планировку поверхности за один проход бульдозера. Число проходов бульдозера по одному следу определяется производственным заданием.

### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Планировка поверхности на глаз со срезкой излишков грунта и засыпкой впадин.
3. Холостой ход бульдозера при работе с рабочим ходом в одном направлении.

### Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Машинист 5 разряда
Т-100, Т-130, Т-180, ДЭТ-250	Машинист 6 разряда

Таблица 1 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности за 1 проход бульдозера

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работы		№
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
ДТ-75, Т-74	ДЗ-29 (Д-535), ДЗ-42 (Д-606)	0,41 (0,41)	0,22 (0,22)	1
	ДЗ-19 (Д-494)	0,29 (0,29)	0,19 (0,19)	2
Т-100	ДЗ-18 (Д-493А)	0,21 (0,21)	0,14 (0,14)	3
Т-130	ДЗ-24 (Д-521), ДЗ-28 (Д-533)	0,2 (0,2)	0,14 (0,14)	4
	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-35С (Д-575С)	0,18 (0,18)	0,13 (0,13)	5
Т-180	ДЗ-25 (Д-522)	0,16 (0,16)	0,11 (0,11)	6
ДЭТ-250	Д-384, Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	0,12 (0,12)	0,08 (0,08)	7
		а	б	№

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

Технические характеристики бульдозеров см. §Е2-1-22.

### Указания по применению норм

Нормами данного параграфа предусмотрено, что в зависимости от характера поверхности грунта окончательная планировка может выполняться как после предварительной планировки, так и без нее, после закрепления нивелировочных отметок.

Нормы составлены на планировку поверхности за один проход бульдозера. Число проходов бульдозера по одному следу определяется производственным заданием.

### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Планировка поверхности грунта по заданным отметкам со срезкой бугров и засыпкой впадин.
3. Холостой ход бульдозера при работе с рабочим ходом в одном направлении.

### Состав звена

Марка трактора	Профессия и разряд рабочих
ДТ-75, Т-74	Машинист 5 разряда
Т-100, Т-130, Т-180, ДЭТ-250	Машинист 6 разряда

Таблица 1 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности за 1 проход бульдозера

Марка трактора	Марка бульдозера	Способ работы		№
		при рабочем ходе в одном направлении	при рабочем ходе в двух направлениях	
ДТ-75, Т-74	ДЗ-29 (Д-535), ДЗ-42 (Д-606)	0,49 (0,49)	0,35 (0,35)	1
	ДЗ-19 (Д-494)	0,38 (0,38)	0,33 (0,33)	2
Т-100	ДЗ-18 (Д-493А)	0,28 (0,28)	0,24 (0,24)	3
Т-130	ДЗ-24 (Д-521), ДЗ-28 (Д-533)	0,27 (0,27)	0,24 (0,24)	4
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А), ДЗ-35С (Д-575С)	0,23 (0,23)	0,19 (0,19)	5
	ДЗ-25 (Д-522)	0,2 (0,2)	0,17 (0,17)	6
ДЭТ-250	Д-384, Д-385, ДЗ-34С (Д-572С)	0,16 (0,16)	0,15 (0,15)	7
		а	б	№

### §Е2-1-37. Планировка верха земляных сооружений грейдерами

Таблица 1 – Технические характеристики автогрейдеров.

Наименование показателя	Единица измерения	Марка автогрейдера			
		ДЗ-99	ДЗ-31-1	ДЗ-14	ДЗ-98
Длина отвала	м	3,04	3,7	3,7	3,7
Высота отвала	м	0,5	0,6	0,7	0,5
Глубина резания	м	0,2	0,25	0,5	0,3
Радиус поворота	м	11	15	18	18
Мощность двигателя	Квт (л.с.)	66 (90)	99 (135)	121 (165)	184 (250)
Масса грейдера	т	9,7	12,4	17,4	19,5

#### Указания по применению норм

Нормами параграфа предусмотрена планировка верха земляных сооружений при отклонении отметок от проектных до 0,15 м. В том случае, когда эти отклонения превышают 0,15 м, необходимо произвести гредварительную планировку земляного полотна бульдозерами или срезать грунт скреперами.

#### Состав работы

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Планировка поверхности грунта со срезкой бугров и засыпкой впадин до 0,15 м.
3. Выравнивание поверхности грунта сквозными проходами грейдера.

#### Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Автогрейдеры	Прицепной грейдер
Машинист 6 разряда	1	–
Машинист 5 разряда	–	1
Тракторист 6 разряда	–	1

Таблица 2 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности за 1 проход грейдера

Марка грейдера	Способ планировки				№	
	при рабочем ходе в двух направлениях		при рабочем ходе в одном направлении			
	I	II	I	II		
Автогрейдеры	ДЗ-14 (Д-395А), ДЗ-31-1 (Д-557)	0,15 (0,15)	0,17 (0,17)	0,2 (0,2)	0,22 (0,22)	1
	ДЗ-99 (Д-710)	0,18 (0,18)	0,21 (0,21)	0,22 (0,22)	0,24 (0,24)	2
Прицепной грейдер ДЗ-1 (Д-20Б) в сцепе с трактором Т-100		0,34 (0,17)	0,38 (0,19)	–	–	3
		а	б	г	д	№



## §Е2-1-39. Планировка откосов насыпей и выемок автогрейдером

### Состав работы

1. Приведение автогрейдера в рабочее положение.
2. Планировка откосов автогрейдером со срезкой грунта.
3. Перемещение автогрейдера вхолостую по дну выемки или по берме.
4. Поворот автогрейдера с переездом через насыпь.
5. Перестановка ножа автогрейдера.

### Состав звена

Машинист 6 разряда

Таблица 1 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности откоса

Способ планировки	Длина планируемого откоса, м	Длина гона, м	Вид сооружения			№	
			выемки		насыпи		
			I	II			
При рабочем ходе в одном направлении	2	250	0,62 (0,62)	0,94 (0,94)	0,57 (0,57)	1	
	4,5		0,41 (0,41)	0,59 (0,59)	0,38 (0,38)	2	
	6,5		0,28 (0,28)	0,4 (0,4)	0,26 (0,26)	3	
При рабочем ходе в двух направлениях	3	до 200	0,56 (0,56)	0,85 (0,85)	0,52 (0,52)	4	
		до 300	0,48 (0,48)	0,73 (0,73)	0,44 (0,44)	5	
		более 300	0,42 (0,42)	0,64 (0,64)	0,39 (0,39)	6	
	4,5	до 200	0,38 (0,38)	0,55 (0,55)	0,35 (0,35)	7	
		до 300	0,33 (0,33)	0,48 (0,48)	0,3 (0,3)	8	
		более 300	0,28 (0,28)	0,4 (0,4)	0,26 (0,26)	9	
	6,5	до 200	0,26 (0,26)	0,37 (0,37)	0,24 (0,24)	10	
		до 300	0,22 (0,22)	0,32 (0,32)	0,2 (0,2)	11	
		более 300	0,2 (0,2)	0,28 (0,28)	0,19 (0,19)	12	
				а	б	в	№

## §Е2-1-40. Планировка откосов бульдозерами, оборудованными откосниками

### Указания по применению норм

Нормами настоящего параграфа предусмотрена планировка откосов прицепным откосником, установленным по проектной крутизне откоса, путем последовательных проходов по откосу за 3-4 прохода. Толщина срезаемого слоя за один проход до 10 см.

При планировке откосов, ширина которых превышает длину захвата откосника, машинист бульдозера, спланировав верхнюю часть откоса, переезжает вниз. Откосник устанавливается в положение для планировке нижней части откоса.

### Состав звена

Машинист 6 разряда

Таблица 1 – Нормы на 1000 м<sup>2</sup> спланированной поверхности откоса

Способ планировки	Ширина откоса, м	Марка трактора		№
		T-100	T-180	
При рабочем ходе в двух направлениях	2	0,87 (0,87)	0,59 (0,59)	1
	3	0,58 (0,58)	0,39 (0,39)	2
	4,5	0,39 (0,39)	0,26 (0,26)	3
	6,5	0,27 (0,27)	0,18 (0,18)	4
При рабочем ходе в одном направлении	2	1,4 (1,4)	1 (1)	5
	3	0,89 (0,89)	0,67 (0,67)	6
	4,5	0,6 (0,6)	0,45 (0,45)	7
	6,5	0,41 (0,41)	0,31 (0,31)	8
		а	б	№

## Учебное издание

**СОСТАВИТЕЛИ:** Лешкевич Николай Васильевич  
Пчелин Вячеслав Николаевич  
Дедок Владимир Николаевич  
Щербач Валерий Петрович  
Юськович Георгий Иванович  
Чернюк Владимир Петрович  
Юськович Виталий Иванович  
Тюшкевич Татьяна Николаевна  
Игнатюк Татьяна Валерьевна  
Воскобойников Игорь Сергеевич

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплинам  
«Технология строительного производства»,  
«Строительство автомобильных дорог»  
для студентов специальностей:

- 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство",
- 1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий",
- 1-27 01 01 "Экономика и организация производства (строительство)",
- 1-70 03 01 "Строительство автомобильных дорог"  
дневной и заочной форм обучения

### Часть 2

Ответственный за выпуск: Юськович В.И.  
Редактор: Боровикова Е.А.  
Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.  
Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 26.01.2015 г. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага "Снегурочка".  
Гарнитура Arial. Усл.-п. л. 3,26. Уч.-изд. л. 3,5. Заказ № 1094. Тираж 100 экз.

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
"Брестский государственный технический университет".  
224017. г. Брест, ул. Московская, 267.