

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Автомобильные дороги»

Л. Р. Мытько

АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ

Пособие

для студентов специальности

1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2019

УДК 625.7/.8(075.8)
ББК 39.311.7
М79

Рецензенты:

М. Т. Насковец, Л. Г. Расинская

Мытько, Л. Р.

М79 Автомобильные и железные дороги : пособие для студентов специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» / Л. Р. Мытько. – Минск: БНТУ, 2019. – 120 с.
ISBN 978-985-583-040-6.

В пособии приведены основные требования и методика разработки отдельных разделов проекта организации строительства и проекта производства работ на участке автомобильной дороги; рассмотрены вопросы содержания автомобильных дорог в зимний период года; приведены методические материалы по выполнению курсовой работы; рекомендована структура расчетно-пояснительной записки.

УДК 625.7/.8(075.8)
ББК 39.311.7

ISBN 978-985-583-040-6

© Мытько Л. Р., 2019
© Белорусский национальный
технический университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКА ДОРОГИ	6
1.1. Климатическая характеристика.....	6
1.2. Характеристика продольного профиля	6
1.3. Характеристика грунтов по трассе	6
1.4. Определение числа смен работы.....	9
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ	10
2.1. Определение объемов насыпей	11
2.2. Определение объемов выемок.....	13
2.3. Определение объемов присыпных обочин.....	14
2.4. Определение объемов планировочных работ	15
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	18
3.1. Определение объемов подготовительных работ.....	23
3.2. Расчет ресурсов для выполнения подготовительных работ	25
4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ.....	31
4.1. Определение объемов работ по устройству железобетонных труб.....	33
4.2. Расчет ресурсов для устройства железобетонных труб.....	36
5. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	37
5.1. Расчет ресурсов и комплектование бульдозерного звена.....	41
5.2. Определение параметров ярусно-траншейного способа производства работ бульдозером.....	47
5.3. Расчет ресурсов и комплектование скреперного звена.....	52
5.4. Определение параметров шахматно-гребенчатой схемы производства работ скрепером.....	58
5.5. Расчет ресурсов и комплектование экскаваторного звена.....	62
5.6. Расчет параметров технологической схемы работы экскаваторного звена.....	66

5.7. Технологические схемы выполнения планировочных работ.....	71
6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ	75
6.1. Определение объемов работ и ресурсов по устройству дорожной одежды.....	75
6.2. Расчет ресурсов и комплектование звена по устройству дренарующих слоев дорожной одежды	78
6.3. Расчет ресурсов и комплектование звена по устройству слоя основания.....	80
6.4. Расчет ресурсов и комплектование звена по устройству покрытия.....	84
6.5. Расчет ресурсов по устройству присыпных обочин.....	89
7. РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОГО КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	89
8. ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧАСТКА ДОРОГИ.....	92
8.1. Способы обеспечения незаносимости земляного полотна снегом	92
8.2. Определение объемов снегоприноса	94
8.3. Определение границ снегозаносимых участков	97
8.4. Разработка мероприятий по защите дорог от снежных заносов	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	119

ВВЕДЕНИЕ

При изучении дисциплины «Автомобильные и железные дороги» студенты специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» получают сведения об основных элементах автомобильных дорог, правилах проектирования плана трассы, продольного и поперечного профилей, рассчитывают конструкцию дорожной одежды, определяют параметры водопропускных сооружений.

С целью обобщения и закрепления знаний, полученных при изучении данной учебной дисциплины, студенты выполняют курсовую работу «Проект организации строительства и содержания участка автомобильной дороги». В процессе выполнения курсовой работы студенты учатся пользоваться нормативной и справочной литературой. Данные о высоте насыпи и глубине выемок для выполнения данного раздела берут из продольного профиля, разработанного студентом в курсовом проекте.

Курсовую работу выполняют после изучения лекционного материала и литературы, приведенной в настоящих указаниях. Ее выполнение позволит студенту принимать обоснованные решения по вопросам организации работ по строительству и содержанию автомобильных дорог.

Автор выражает благодарность студентам специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены», особенно студентке М. А. Карпович, за помощь в создании отдельных иллюстраций к данному пособию.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКА ДОРОГИ

1.1. Климатическая характеристика

В этом разделе необходимо привести данные о среднемесячной температуре воздуха, даты перехода через 0 °С весной и осенью, а также через +5, +10, +15 °С, среднемесячное количество осадков, данные о снеговом покрове.

1.2. Характеристика продольного профиля

При характеристике продольного профиля приводят значения максимальной высоты насыпи и глубины выемки, указывают пикетное положение искусственных сооружений.

1.3. Характеристика грунтов по трассе

В результате анализа продольного профиля определяют виды грунта, встречающиеся в районе строительства участка дороги, и определяют их основные физико-механические показатели:

- оптимальную влажность;
- категорию по трудности разработки;
- пригодность грунтов для сооружения земляного полотна.

Эти данные приведены в табл. 1.1 [1].

Таблица 1.1

Основные физико-механические показатели грунтов

Вид грунта, тип глинистых грунтов	Разновидность грунта, подтип глинистых грунтов	Число пластичности	Предел текучести, %	Оптимальная влажность, %	Плотность минеральных частиц грунта	Объем воздуха, %	Категория грунта по трудности разработки для механизмов			Пригодность грунта для возведения земляного полотна	
							Б	С	Э		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	
	ПЕСОК	Крупный	0	8						Весьма пригоден	
		Средний	0	0	8	2,65	6-7	II	II	I	Весьма пригоден
		Мелкий	0	15	8-12	2,66					Пригоден
СУПЕСЬ	Пылеватый	0	15	8-12	2,68					Непригоден	
	Легкая крупная	1-7	20	9-15	2,66	8-10	II	II	I	Весьма пригоден	
		Легкая	1-7	20	9-15					2,68	Пригоден
		Пылеватая	1-7	16-26	12-17					2,68	Малопригоден
Тяжелая пылеватая	1-7	16-26	12-17	2,70					Непригоден		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
СУГЛИ- НОК	Легкий	7-12	27-28	14-20	2,70	4-5	I	I	I	Пригоден
	Легкий пыле- ватый	7-12	27-28	14-20	2,67					Малоприго- ден
	Тяжелый	12-17	38-48	16-23	2,71					Пригоден
	Тяжелый пыле- ватый	12-7	38-48	16-23	2,72					Малоприго- ден
ГЛИНА	Песчанистая	17-27	48-75	23-30	2,71	4-6	II	II	II	Пригоден
	Пылеватая	17-27	48-75	23-30	2,73					Малоприго- ден
	Жирная	>27	60	30	2,74					Непригоден

Примечание:

Б – разработка грунта бульдозером;

С – разработка грунта скрепером;

Э – разработка грунта экскаватором.

1.4. Определение числа смен работы

Количество рабочих дней D_p определяется по каждому месяцу путем вычитания из количества календарных дней в месяце количество нерабочих дней из-за метеорологических условий, затрат времени на ТО и ремонт и на непредвиденные простои машин [2]:

$$D_p = D_k - D - D_2 - D_n - D_{\text{рем}},$$

где D_k – число календарных дней в месяце;

D – количество дней с дождем с учетом праздничных и выходных дней:

$$D = D_1 (1 - D_2 / D_n),$$

где D_1 – количество дней с дождем; принимается: для I кв. – 0,6 дня или по 0,2 на месяц; II кв. – 3,9 дня или по 1,3 на месяц; III кв. – 4,7 дня или по 1,6 на месяц; IV кв. – 1,8 дня или по 0,6 на месяц;

D_2 – количество выходных и праздничных дней в месяце;

D_n – количество дней простоев машин по непредвиденным причинам, продолжительность которых принимается 3 % от календарных дней, за вычетом праздничных и выходных дней;

$D_{\text{рем}}$ – затраты на проведение ТО и ремонта:

$$D_{\text{рем}} = ((D_k - D_n) T_{\text{см}} K_{\text{см}} P_{\text{час}}) / (1 + T_{\text{см}} K_{\text{см}} P_{\text{час}}),$$

где D_n – сумма дней перерывов в работе по всем причинам, кроме ТО и ремонта:

$$D_n = D_1 + D_2 + D_n;$$

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, 8 часов;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности (I и IV кв. – 1; II и III кв. – 2);

$P_{\text{час}}$ – количество дней нахождения машин на ремонте, приходящееся на 1 час работы машин: $P_{\text{час}} = 0,0138$;

Общее число смен в году определяют по формуле

$$D_{p.\text{см}} = D_p K_{\text{см}}.$$

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Объемы земляных работ включают в себя объемы насыпей, выемок, присыпных обочин, снимаемого плодородного слоя. Методика расчета объемов земляных работ приведена из методических указаний [3].

Для принятой конструкции дорожной одежды вычисляют ширину верха земляного полотна по формуле

$$B = B_{\text{п}} + 2m(\Delta h - \Delta Y),$$

где B – ширина верха земляного полотна, м (рис. 2.1);

$B_{\text{п}}$ – ширина земляного полотна (расстояние между бровками обочины), м; принимают в зависимости от категории дороги;

Δh – снижение бровки верха земляного полотна относительно оси проезжей части, м;

ΔY – разность отметок оси проезжей части и бровки обочины;

m – заложение откоса насыпи.

$$\Delta h = H_1 + i_{\text{зп}} m H_1 + \Delta Y;$$

$$H_1 = H - (i_{\text{п}} - i_{\text{зп}})(0,5b + c) - (i_0 - i_{\text{зп}})(a - c),$$

где H – толщина дорожной одежды по оси проезжей части, м;

$i_{\text{зп}}$ – поперечный уклон верха земляного полотна: $i_{\text{зп}} = 0,03$;

m – заложение откоса насыпи;

$i_{\text{п}}$ – поперечный уклон проезжей части: $i_{\text{п}} = 0,02$;

b – ширина проезжей части дорог II–VI категорий, м;

c – ширина укрепленной полосы, м;

a – ширина обочины, м;

ΔY – разность отметок оси дороги и бровки обочины:

$$\Delta Y = (0,5b + c) i_{\text{п}} + (a - c) i_0,$$

где i_0 – поперечный уклон обочины: $i_0 = 0,04$.

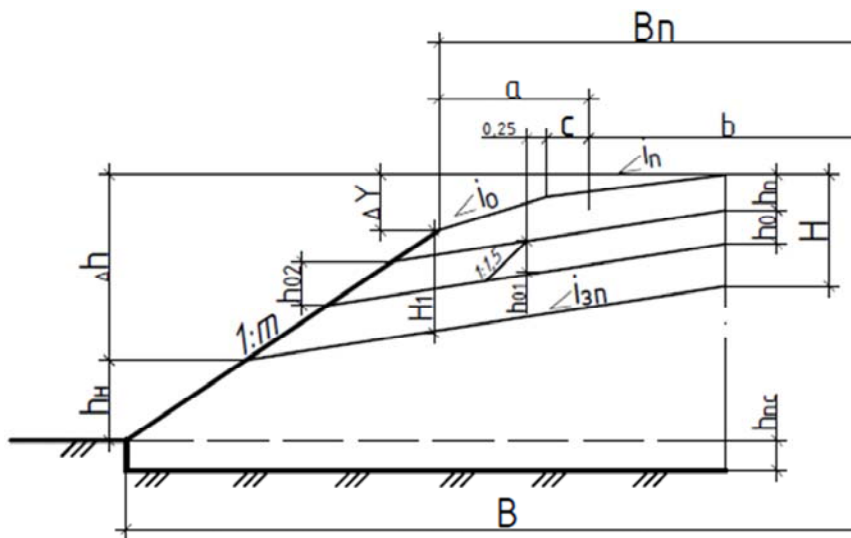


Рис. 2.1. Схема к определению объема насыпи и присыпных обочин

2.1. Определение объемов насыпей

Объем насыпи высотой до 6,0 м определяют по формуле

$$W_{\text{н}} = (Bh_{\text{н}} + mh_{\text{н}}^2 + 0,25i_{\text{зн}}B^2)l_{\text{н}},$$

где m – заложение откоса насыпи;

$h_{\text{н}}$ – средняя высота насыпи земляного полотна;

$l_{\text{н}}$ – длина участка насыпи:

$$h_{\text{н}} = 0,5(h_{\text{н1}} + h_{\text{н2}}) - \Delta h,$$

где $h_{\text{н1}}$ и $h_{\text{н2}}$ – рабочие отметки в начале и конце участка насыпи.

На участке перехода насыпи в выемку (рис. 2.2) длину участка насыпи $l_{\text{н}}$ определяют по формуле

$$l_{\text{н}} = \frac{h_{\text{н}} - \Delta h}{h_{\text{н}} + h_{\text{в}}} l.$$

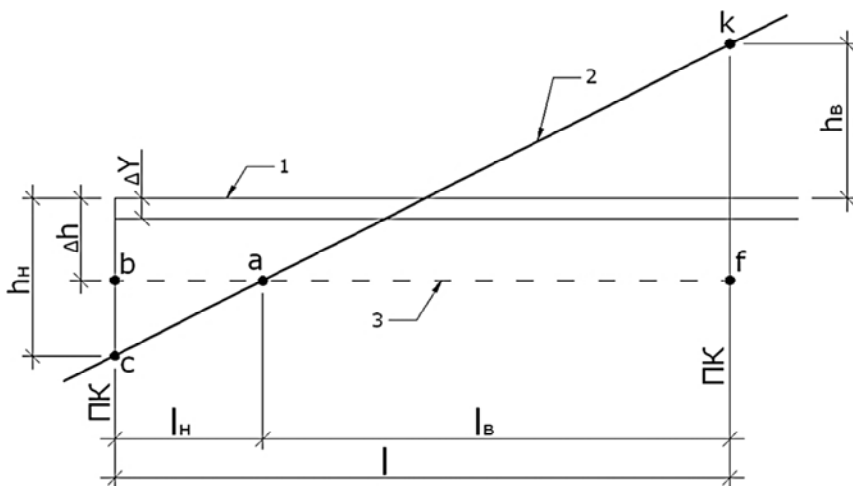


Рис. 2.2. Схема к определению длины участка насыпи l_n и выемки l_v :
 l – проектная линия; 2 – черный профиль; 3 – бровка верха земляного полотна

Среднюю высоту насыпи на этом участке определяют по формуле

$$h_n = 0,5(h_n - \Delta h + 0).$$

Объем плодородного слоя толщиной $h_{пс}$, снимаемого на участке насыпи, определяют по формуле

$$W_{пс} = B_{пн} l_n h_{пс},$$

где $B_{пн}$ – ширина подошвы насыпи:

$$B_{пн} = B + 2mh_n.$$

Общий объем насыпи с учетом объема плодородного слоя составит

$$W_{но} = W_n + W_{пс}.$$

При высоте насыпи более 6 м объем насыпи определяют по формуле

$$W_n = \left[Bh_n + mh_n^2 + 0,25i_{зп} B^2 + 0,25(h_n + \Delta h - 6)^2 \right] l_n.$$

Объем плодородного слоя вычисляют по формуле

$$W_{\text{пс}} = [B + 2m(6 - \Delta h) + 2(m + 0,25)(h_{\text{н}} + \Delta h - 6)]h_{\text{пс}}l_{\text{н}}.$$

2.2. Определение объемов выемок

Объем выемки (рис. 2.3) вычисляют по формуле

$$W = (B_1 h_{\text{в}} + m_1 h_{\text{в}}^2 - 0,25 i_{\text{зп}} B^2) l_{\text{в}},$$

где B_1 – ширина выемки по низу (рис. 2.3);

$i_{\text{зп}}$ – поперечный уклон верха земляного полотна: $i_{\text{зп}} = 0,03$;

$h_{\text{в}}$ – средняя глубина выемки;

m_1 – заложение откосов со стороны местности;

B – расстояние между бровками верха земляного полотна;

$l_{\text{в}}$ – длина участка выемки.

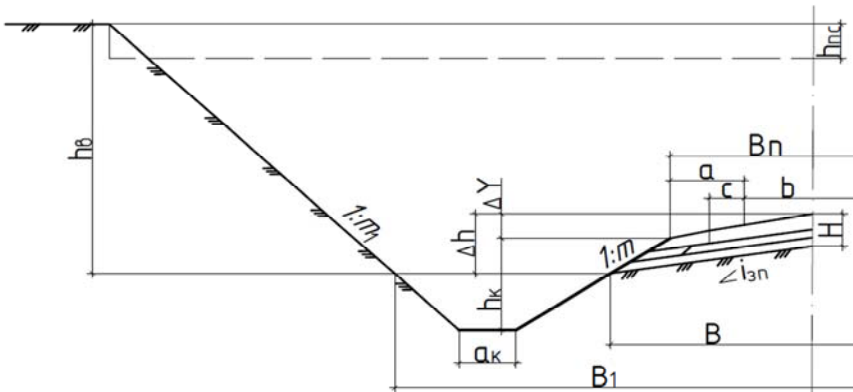


Рис. 2.3. Схема к определению объема выемки

$$B_1 = B + 2(m + m_1)(h_{\text{к}} - \Delta h + \Delta y) + 2a_{\text{к}},$$

где m – заложение откоса со стороны обочины;

$h_{\text{к}}, a_{\text{к}}$ – глубина и ширина кювета.

$$h_{\text{в}} = 0,5(h_{\text{в}_1} + h_{\text{в}_2}) + \Delta h,$$

где $h_{\text{в}_1}$ и $h_{\text{в}_2}$ – рабочие отметки на концах участка выемки длиной l ;

Δh – снижение бровки верха земляного полотна.

На участке перехода насыпи в выемку (см. рис. 2.2) длину участка выемки $l_{\text{в}}$ определяют по формуле

$$l_{\text{в}} = \frac{h_{\text{в}} + \Delta h}{h_{\text{н}} + h_{\text{в}}} l.$$

Среднюю глубину выемки на этом участке определяют по формуле

$$h_{\text{в}} = 0,5(0 + h_{\text{в}} + \Delta h).$$

Объем плодородного слоя, снимаемого до разработки грунта выемки, на участке длиной l :

$$W_{\text{пс}} = B_{\text{в}} h_{\text{пс}} l_{\text{в}};$$

$$B_{\text{рв}} = B_1 + 2m_1 h_{\text{в}},$$

где $B_{\text{рв}}$ – ширина выемки по верху (ширина раскрытия выемки), м;

B_1 – ширина выемки по низу, м;

$h_{\text{пс}}$ – толщина плодородного слоя, м.

Общий объем выемки без учета плодородного слоя составит

$$W_{\text{во}} = W_{\text{в}} - W_{\text{пс}}.$$

2.3. Определение объемов присыпных обочин

Объем присыпных обочин (см. рис. 2.1) вычисляют по формуле

$$W_{\text{по}} = \left[(h_{01} + h_{02})(a - c - 0,25 + mh_{\text{п}}) + mh_{02}^2 - m_2 h_{01}^2 \right] l,$$

где $h_{01} = h_o - (i_{\text{п}} - i_{\text{зп}})(0,5b + c + 0,25)$;

$$h_{02} = h_{01} - (i_o - i_{\text{зп}})(a - c - 0,25 + mh_{\text{п}}),$$

где a и c – ширина обочины и укрепленной полосы;

h_o – толщина слоя основания дорожной одежды (см. рис. 2.1);

$h_{\text{п}}$ – толщина всех слоев покрытия;

m_2 – заложение откоса слоя основания;

i_o – уклон обочины;

$i_{\text{зп}}$ – уклон верха земляного полотна;

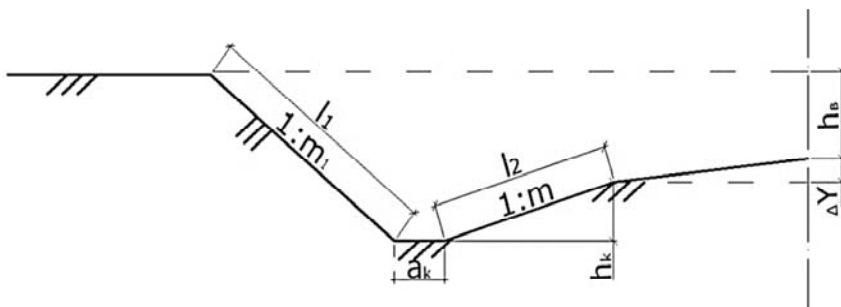
l – длина участка.

2.4. Определение объемов планировочных работ

Площади откосов выемок $A_{\text{в}}$, насыпей $A_{\text{н}}$, дна кюветов $A_{\text{дн}}$ вычисляются по следующим формулам:

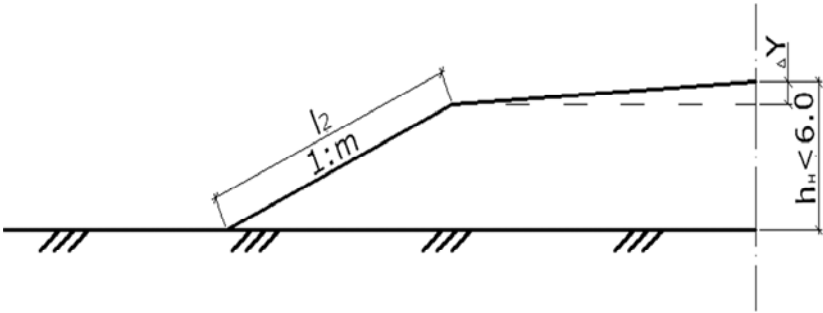
а) выемка

$$A_{\text{в}} = 2 \left[l_1 \left(\frac{h_{\text{в1}} + h_{\text{в2}}}{2} + \Delta Y \right) + (l_1 + l_2) h_k \right] l;$$



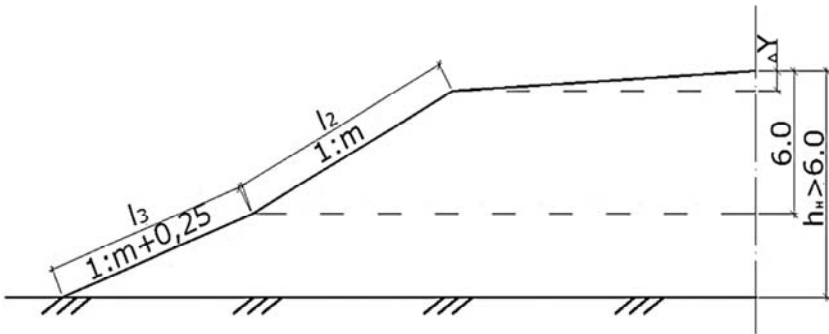
б) насыпь высотой откоса до 6 м

$$A_{\text{н}} = 2l_2 \left(\frac{h_{\text{н1}} + h_{\text{н2}}}{2} - \Delta Y \right) l;$$



в) насыпь высотой откоса более 6 м

$$A_{\text{н}} = 2 \left[6l_2 + \left(\frac{h_{\text{н1}} + h_{\text{н2}}}{2} - \Delta Y - 6 \right) l_3 \right] l;$$



г) дно кюветов

$$A_{\text{дк}} = 2a_{\text{к}}l,$$

где h_1, h_2 – рабочие отметки по концам участка выемки или насыпи длиной l ;

ΔY – разность отметок оси и бровки;

$h_{\text{к}}$ – глубина кювета, м;

$a_{\text{к}}$ – ширина по дну кювета 0,4 м;

l – длина участка, м;

l_1, l_2, l_3 – длины образующих откоса при высоте откоса, равной 1 м:

$$l_1 = \sqrt{1 + m_1^2}; \quad l_2 = \sqrt{1 + m^2}; \quad l_3 = \sqrt{1 + (m + 0,25)^2},$$

где m – заложение откоса со стороны обочины:

для выемки $m = 1 : 3$;

насыпи $m = 1 : 3$ при h_n менее 2 м и $m = 1 : 1,5$ – при h_n более 2 м для автомобильных дорог III–VI технической категории;

$m = 1 : 3$ при h_n менее 3 м и $1 : 1,5$ – при h_n более 3 м для дорог II категории;

m_1 – заложение откоса со стороны местности.

Расчет объемов земляных работ рекомендуется вести отдельно на каждом пикете в табличной форме (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Расчет объемов земляных работ

Пикетное положение участка (от ПК до ПК)	Длина участка насыпи или выемки, м	Высота насыпи или глубина выемки		Объем насыпи $W_{\text{н}}$, м ³	Ширина подошвы насыпи $B_{\text{пн}}$ или раскрытия выемки $B_{\text{рв}}$, м	Объем плодородного слоя, $W_{\text{пс}}$, м ³	Общий объем насыпи с учетом K , м ³	Объем выемки $W_{\text{в}}$, м ³	Общий объем выемки $W_{\text{во}}$, м ³
		h_1 , м	h_2 , м						
1 + 00 – 2 + 00	100	1,20	1,40						
2 + 00 – 2 + 50	50	1,40	0						
2 + 50 – 3 + 00	50	0	1,30						

При определении фактического объема грунта насыпи и присыпных обочин необходимо учитывать коэффициент относительного

уплотнения, который определяют как отношение плотности сухого грунта в насыпи к естественной плотности сухого грунта в резерве. Фактический объем грунта определяют по формуле

$$V_{\phi} = V_{н}K, \text{ м}^3,$$

где K – коэффициент относительного уплотнения грунта: для песка, супеси $K = 1,10$; для суглинка, глины $K = 1,05$.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Подготовительные работы должны быть выполнены до начала основных работ по сооружению земляного полотна и устройства водопропускных труб [4].

В состав подготовительных работ входят:

- создание геодезической разбивочной основы;
- восстановление и закрепление трассы;
- расчистка полосы отвода.

Положение оси трассы на местности устанавливают и закрепляют в процессе изыскательских работ. Со временем часть знаков, указывающих положение оси трассы, утрачивается. Перед началом работ необходимо уточнить положение оси трассы на местности. Обеспечение геодезической разбивочной основы производит заказчик. Работы по восстановлению трассы выполняет проектная организация. Техническую документацию на геодезические работы заказчик должен передать подрядчику не позднее, чем за 15 дней до начала работ.

Геодезической разбивочной основой на местности является:

- начало и конец трассы;
- вершины углов поворота;
- главные точки на кривых (НКК, СКК, ККК);
- точки на прямых участках трассы (не реже, чем через 1 км);
- реперы вдоль трассы (не реже, чем через 2 км).

Пикетные столбики и реперы имеют конструкцию, представленную на рис. 3.1.

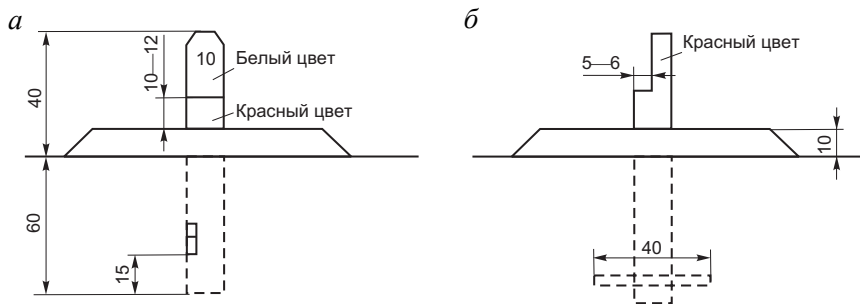


Рис. 3.1. Конструкция пикетного столбика и дополнительного репера:
а – вид с дороги; *б* – вид сбоку

Все знаки геодезической разбивочной основы регистрируют в специальном журнале. Надписи на реперах и пикетах делают масляной краской. Перед выполнением земляных работ производится детализация разбивочной основы.

В состав работ входят следующие операции:

- вынос на границу полосы отвода всех углов поворота;
- разбивка по трассе всех пикетов и плюсовых точек и вынос их на границу полосы отвода;
- закрепление вершин углов поворота;
- проверка отметок существующих реперов;
- установление дополнительных реперов у насыпей высотой свыше 3 м и выемок глубиной более 3 м и у искусственных сооружений;
- разбивка и закрепление оси искусственных сооружений;
- разбивка круговых и переходных кривых с закреплением начала и конца закруглений и промежуточных точек.

На прямых участках трассы ось дороги закрепляют прочно забитыми кольями и высокими 3–4-метровыми вехами через каждые 0,5–1 км, а также в точках, соответствующих тангенсам вертикальных кривых в начальных и конечных точках переходных кривых.

На криволинейных участках трассы выносные столбы располагают через каждые 100 м на каждом пикете на линии, перпендикулярной к касательной кривой. Промежуточные точки на закруглениях по оси трассы закрепляют прочно забитыми кольями через каждые 20 м на кривых радиусом более 500 м, через каждые 10 м –

на кривых радиусом от 100 до 500 м и через каждые 5 м – на кривых радиусом менее 100 м (рис. 3.3).

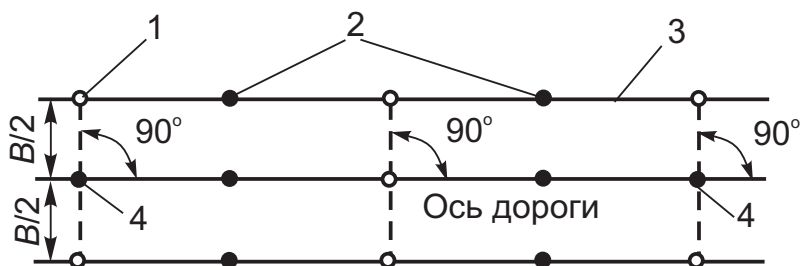


Рис. 3.2. Схема закрепления оси дороги на прямом участке трассы:
 1 – выносной столб; 2 – выносные кольца; 3 – граница полосы отвода;
 4 – четные пикеты (точки со сторожками); B – ширина полосы отвода

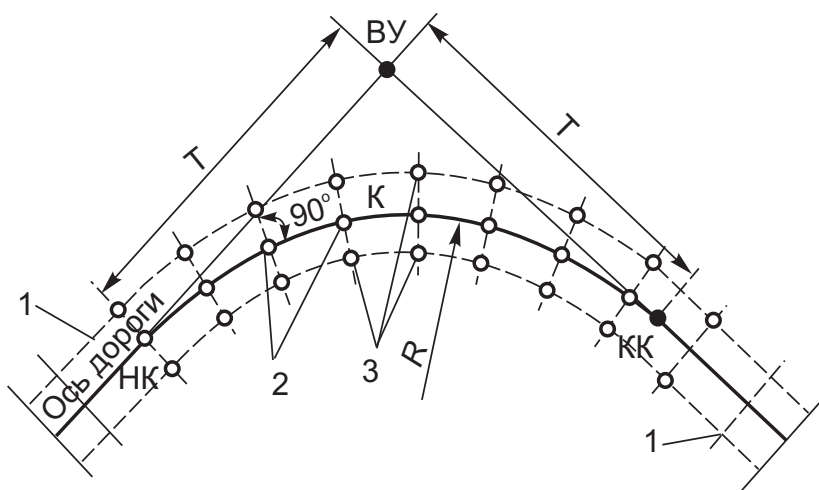


Рис. 3.3. Схема закрепления оси дороги на криволинейном участке трассы:
 1 – граница полосы отвода; 2 – пикеты (точка и сторожок с надписью); 3 – выносные столбики с отметками; НК – начало кривой; КК – конец кривой; ВУ – вершина угла;
 Т – тангенс кривой; R – радиус кривой; K – длина кривой

Углы поворота закрепляют прочно вкопанными столбами (с надписью) диаметром не менее 0,1 м и высотой 0,5–0,75 м. Столбы устанавливают на продолжении биссектрисы угла поворота в 0,5 м

от его вершины. Столб обращают лицевой стороной с надписью к вершине, которую отмечают колышком.

Пикеты закрепляют прочно вбитыми колышками со сторожками после двойного промера. При расхождении с изыскательским пикетажем более чем 1 м устанавливают «рубленные» пикеты для увязки точек с проектным продольным профилем. Для сохранности в период строительства пикетные и плюсовые точки выносят за пределы полосы работ и закрепляют колышками со сторожками, на которых указаны расстояния выноски.

Задачей расчистки полосы является освобождение ее от препятствий, мешающих разбивке и производству работ. При расчистке полосы отвода выполняют следующие работы:

- перенос линий связи и электропередач;
- уборка валунов;
- очистка от леса и кустарника;
- перенос подземных коммуникаций.

Перенос и переустройство линий связи или электропередач осуществляется по проектам специализированных проектных организаций, которые устанавливают характер и объем работ. Перенос линии электропередач или подъем на мачтах на высоту, обеспечивающую необходимые габариты для грузовых перевозок, осуществляется только специализированными бригадами.

При пересечении трассой подземных коммуникаций (водопровод, кабель и др.) укладку подземных сооружений в специальные тоннели или трубы или перенос их на новое место должны выполнять специализированные предприятия.

Уборку мелких валунов объемом до 1 м³ за пределы полосы отвода производят бульдозерами. Крупные камни объемом более 1 м³ после разрушения взрывным или другим способом перемещают бульдозером или вывозят части валуна на автосамосвалах.

Удаление леса обычно производят специализированными бригадами, имеющими разрешение на выполнение данного вида работ. В состав работ по очистке полосы отвода от леса и кустарника входят следующие операции:

- подготовка лесосеки (участок леса, где требуется удалить лес);
- валка деревьев;
- обрубка сучьев (веток);

– сбор и удаление порубочных остатков (сучьев, тонких вершин деревьев);

– трелевка хлыстов (деревьев после обрубки сучьев) к временным складам;

– разделка хлыстов на сортименты (деловую древесину);

– погрузка деловой древесины;

– корчевка пней;

– удаление кустарника.

Лес спиливают в зимний период, так как это обеспечивает лучшие условия просушки дорожной полосы и облегчает вывозку леса по зимнему пути при наличии заболоченности. Валку деревьев производят на всю ширину полосы отвода мотопилами.

Трелевка леса к промежуточным складам производится трелечковыми тракторами волоком по одному или по несколько хлыстов.

Раскряжевка хлыстов на сортименты в зависимости от породы древесины на строевой и дровяной материал производится мотопилами на месте валки или на промежуточном складе.

При высоте насыпи менее 1,5 м корчевку пней и удаление корней производят на всю ширину подошвы насыпи. При высоте насыпи более 1,5 м или разработке грунта в выемке экскаватором с ковшом емкостью более 0,5 м³ корчевку пней можно не производить. Пни допускается оставлять в основании земляного полотна, предназначенного для облегченных и переходных типов покрытий на дорогах III–V категории при насыпи высотой более 1,5 м. На участках насыпи высотой от 1,5 до 2 м пни должны быть срезаны вровень с поверхностью земли, а при высоте насыпи более 2 м пни срезают на высоте не более 10 см от земли. Корчевку пней диаметром до 50 см производят корчевальными машинами или бульдозерами.

Расчистку полосы отвода от кустарника производят кусторезами или бульдозерами.

Перед снятием плодородного слоя необходимо обозначить границы срезы и контуры валов складирования. Для разбивки границ срезы используют вешки высотой 1–1,5 м, установленные через 20–25 м. Контуры валов складирования обозначают кольями. Плодородный растительный слой снимают на всю ширину подошвы насыпи или раскрытия выемки с учетом кюветов. Снятие плодородного слоя, перемещение грунта в стороны и складирование в резервы за пределы полосы отвода осуществляется бульдозерами.

Плодородный грунт снимают на пашне, лугах. Удаление леса и кустарника вместе с плодородным слоем не допускается.

Толщина снимаемого слоя устанавливается проектом по согласованию с землепользователем (в среднем от 15 до 25 см).

Плодородный грунт используют при укреплении откосов земляного полотна (плакировка) для распределения грунта на разделительной полосе и при рекультивации земель. Работы по снятию плодородного слоя производят бульдозером или скрепером.

3.1. Определение объемов подготовительных работ

Анализируя план трассы, назначают виды работ по расчистке дорожной полосы. На участке, где трасса проходит через лесной массив и кустарник, предусматривают работы по валке, трелевке и разделке деревьев, удалению кустарника. Лес и кустарник удаляют на ширину полосы отвода.

Согласно Закону Республики Беларусь «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности» № 228-3 от 22.07.2003 года (статья 23) размер полосы отвода определяют на основании проектной документации с учетом категории дороги, а также необходимости размещения на ней зданий и сооружений, предназначенных для содержания дороги. Полоса отвода не должна составлять менее 2 м с каждой стороны дороги от подошвы насыпи или внешней бровки выемки (кювета). Полосу отвода принимают с каждой стороны на 2 м больше ширины подошвы насыпи или ширины раскрытия выемки.

В зависимости от ширины полосы снимаемого слоя применяют следующие технологии работ: при ширине полосы до 25 м применяют одностороннюю схему снятия плодородного слоя почвы (рис. 3.4).

При возведении насыпей из боковых резервов или высоких насыпей, а также при разработке глубоких выемок, когда дорожная полоса имеет ширину 25–40 м, срезку и перемещение почвы следует производить сначала с одной половины полосы, начиная зарезание от оси дороги, а затем с другой ее половины. При ширине снятия плодородного слоя от 25 до 40 м применяют двустороннюю схему перемещения грунта (рис. 3.5).

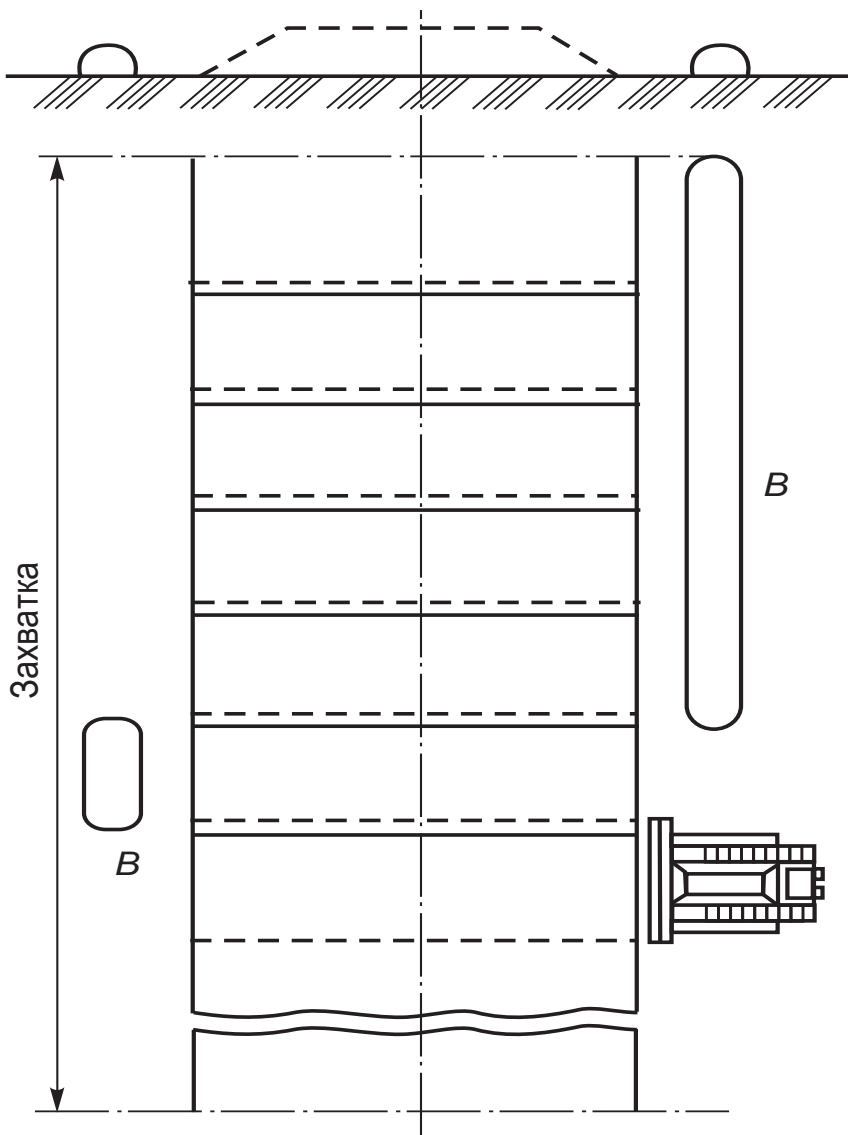


Рис. 3.4. Односторонняя схема снятия плодородного слоя почвы:
 В – вал растительного грунта на полосе шириной менее 25 м

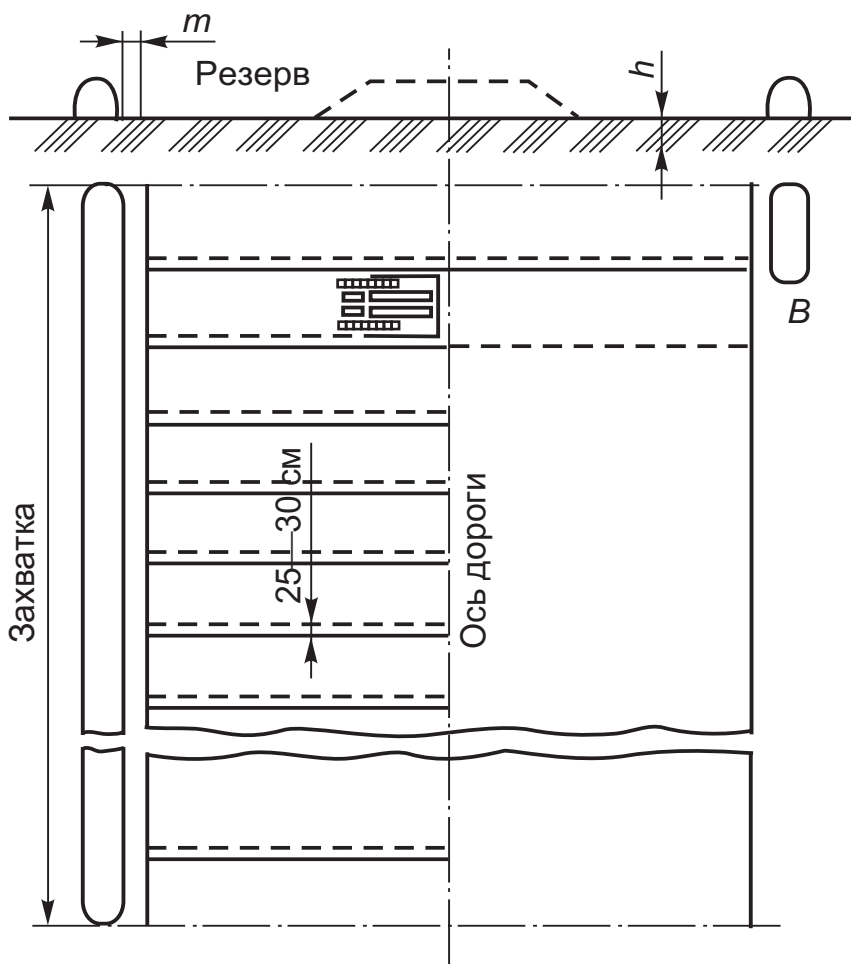


Рис. 3.5. Двусторонняя схема снятия плодородного слоя почвы:
 В – вал растительного грунта; m – расстояние, обеспечивающее
 продольный проход землеройных машин

3.2. Расчет ресурсов для выполнения подготовительных работ

Расчет ресурсов для выполнения подготовительных работ производят по сборнику № 1 «Земляные работы» (ННР 8.03.101–2017) [5].

По каждому виду работ по НРР определяют нормы времени в машино-часах и человеко-часах на единицу измерения. Общую трудоемкость работ определяют путем умножения объема работ на нормы времени.

Продолжительность подготовительных работ принимают 6–10 % от общего срока строительства.

*Методика расчета ресурсов для выполнения
подготовительных работ*

1. Определяют разность отметок оси дороги и бровки обочины:

$$\Delta Y = (0,5b + c)i_n + (a - c)i_o,$$

где b – ширина проезжей части, м;

c – ширина укрепленной полосы обочины, м;

a – ширина обочины, м;

i_n, i_o – поперечный уклон покрытия и обочины.

2. Определяют ширину верха земляного полотна:

$$B = B_{\text{п}} + 2m(\Delta h - \Delta Y),$$

где $B_{\text{п}}$ – ширина земляного (дорожного) полотна, м;

m – заложение откоса при высоте насыпи до 2 м: $m = 1 : 3$.

3. Определяют среднюю высоту земляного полотна в насыпи:

$$h_{\text{н}}^{\text{сп}} = 0,5(h_{\text{н}1} + h_{\text{н}2}) - \Delta h,$$

где $h_{\text{н}1}, h_{\text{н}2}$ – высота насыпи на пикетах, м.

4. Определяют ширину подошвы насыпи:

$$B_{\text{пн}} = B + 2mh_{\text{н}}^{\text{сп}}.$$

5. Определяют ширину полосы валки леса. Прибавляют с каждой стороны по 2 м до границы полосы отвода:

$$B_{\text{лн}} = B_{\text{пн}} + 4.$$

6. Определяют ширину выемки понизу:

$$B_1 = B + 2(m + m_1)(h_k - \Delta h + \Delta Y) + 2a_k,$$

где m – заложение откоса со стороны обочины; принимают $m = 1 : 3$ при высоте насыпи менее 2,0 м для автомобильных дорог III–IV технической категории и менее 3,0 м для автомобильных дорог II технической категории;

m_1 – заложение откоса со стороны со стороны местности ($m_1 = 1 : 1,5$);

h_k – глубина кювета;

a_k – ширина кювета, м; $a_k = 0,4$ м.

7. Определяют среднюю глубину выемки:

$$h_B^{cp} = 0,5(h_{B_1} + h_{B_2}) + \Delta h.$$

8. Определяют ширину раскрытия выемки:

$$B_{pв} = B_1 + 2m_1h_B^{cp}.$$

9. Определяют ширину полосы валки леса на участке выемки. Добавляют с каждой стороны по 2 м до границы полосы отвода:

$$B_{лв} = B_{pв} + 4.$$

10. Определяют площадь леса на двух участках:

$$S_{л} = B_{лн}L_{н} + B_{лв}L_{в}.$$

11. Определяют количество деревьев на 1 га по НРР 8.03.101–2017 табл. 7 или табл. 3.1 данного пособия.

Таблица 3.1

Количество деревьев и объем древесины, полученный с 1 га леса
в зависимости от его густоты

Характеристика леса					Примерный выход древесины с 1 га, плотные м ³		
По крупности	Диаметр, см		По густоте	По числу деревьев на 1 га	Всего	В том числе на 1 га	
	ствола	пня				деловой	дровяной
1. Крупный	Более 32	Более 34	Густой	300	190	160	30
			Средней густоты	190	140	120	20
			Редкий	70	90	80	10
2. Средней крупности	До 32	До 34	Густой	530	180	155	25
			Средней густоты	350	130	110	20
			Редкий	170	80	70	10
3. Мелкий	До 24	До 26	Густой	960	170	145	25
			Средней густоты	600	120	100	20
			Редкий	420	70	60	10
4. Очень мелкий	До 16	До 18	Густой	1550	150	130	20
			Средней густоты	1000	100	85	15
			Редкий	570	50	43	7
5. Тонкомерный (подлесок)	До 11	До 12	Густой	4090	60	52	8
			Средней густоты	3260	45	38	7
			Редкий	2400	30	26	4

Примечание: диаметры стволов деревьев измеряются по высоте 1,3 м от поверхности земли.

12. Определяют количество деревьев на двух участках:

$$N_d = \frac{SN}{10\,000} \text{ (принимают целое число деревьев).}$$

13. Определяют площадь снятия плодородного слоя на участках насыпи и выемки:

на участке насыпи $S_{псн} = B_{пн}L_n$;

на участке выемки $S_{псв} = B_{р.в}L_v$.

14. Определяют объем снятия плодородного слоя:

на участке насыпи $V_{\text{псн}} = S_{\text{псн}} h_{\text{пс}}$;

на участке выемки $V_{\text{псв}} = S_{\text{псв}} h_{\text{пс}}$.

15. Определяют число мото-часов работы пилы механической и рабочих на валке леса.

Находят по НРР 8.03.101–2017 [6] необходимое число ресурсов.

Расценка Е 1-191-__ – валка с корня деревьев мягких пород (диаметр ствола ____ см). *Единица измерения* – 100 деревьев.

Пила механическая $H_{\text{вр мп}}$ – ____ маш.-ч; рабочих $H_{\text{вр раб}}$ – ____ чел.-ч.

Определяют ресурсы на валке леса:

$$M_{\text{мп}} = H_{\text{вр мп}} N_{\text{д}} / 100, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{раб}} = H_{\text{вр раб}} N_{\text{д}} / 100, \text{ чел.-ч.}$$

16. Определяют число часов работы трактора и рабочих на трелевке древесины.

Находят по НРР 8.03.101–2017 необходимое число ресурсов.

Расценка Е 1-192-__ – трелевка древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью 80 л. с., диаметр стволов свыше ____ см. *Единица измерения* – 100 хлыстов.

Тракторы на гусеничном ходу (80 л. с.) $H_{\text{вр тр}}$ – ____ маш.-ч; рабочие строители $H_{\text{вр раб}}$ – ____ чел.-ч.

Определяют ресурсы на весь объем:

$$M_{\text{тр}} = H_{\text{вр тр}} N_{\text{д}}, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{раб}} = H_{\text{вр раб}} N_{\text{д}}, \text{ чел.-ч.}$$

17. Определяют необходимое количество ресурсов для снятия плодородного слоя.

Находят по НРР 8.03 101–2017 необходимые ресурсы для бульдозера мощностью ____ л. с. при перемещении грунта до 20 и 30 м.

Расценка Е 1-24-__ – разработка и перемещение грунта ____ бульдозерами мощностью ____ л. с. на расстояние 10 м. $H_{\text{вр 10}}$ – ____ м/ч.

Расценка Е1-24-__ – добавлять на каждые последующие 10 м.

$$H_{\text{вр}+10} - \text{_____ маш.-ч.} \quad H_{\text{вр}20} = H_{\text{вр}10} + H_{\text{вр}+10}, \text{ маш.-ч.};$$

$$H_{\text{вр}30} = H_{\text{вр}10} + 2H_{\text{вр}+10}, \text{ маш.-ч.}$$

Определяют ресурсы на весь объем снятия плодородного слоя:

$$M_{\text{б}20} = H_{\text{вр}20} V_{\text{рс}20} / 1000;$$

$$M_{\text{б}30} = H_{\text{вр}30} V_{\text{рс}30} / 1000,$$

где $V_{\text{рс}20}$, $V_{\text{рс}30}$ – объем перемещаемого плодородного слоя на расстоянии 20 и 30 м.

18. Определяют число смен работы бульдозера:

$$N_{\text{б}} = \frac{M_{\text{б}}}{8n} \text{ (принимают целое число смен),}$$

где $M_{\text{б}}$ – общее число машино-часов работы бульдозера;

n – число бульдозеров; принимают 1–2;

8 – продолжительность смены, ч.

19. Определяют необходимое количество рабочих и механических пил на валке леса:

$$N_{\text{р}} = \frac{M_{\text{р}}}{8N_{\text{б}}} \text{ (принимают целое число рабочих);}$$

$$N_{\text{мп}} = \frac{M_{\text{мп}}}{8N_{\text{б}}} \text{ (принимают целое число мотопил).}$$

20. Определяют необходимое количество рабочих и тракторов на трелевке леса:

$$N_{\text{р}} = \frac{M_{\text{р}}}{8N_{\text{б}}} \text{ (принимают целое число рабочих);}$$

$$N_{\text{тр}} = \frac{M_{\text{тр}}}{8N_{\text{б}}} \text{ (принимают целое число тракторов).}$$

Для выполнения данного объема подготовительных работ необходимы следующие ресурсы. Для снятия растительного слоя требуется ____ бульдозер мощностью ____ л. с., который будет работать ____ смен. На валке леса потребуется ____ рабочих и ____ мотопила. На трелевке древесины будут работать ____ трактор и ____ рабочих.

Объем работ при расчистке местности зависят от густоты леса (см. табл. 3.1).

4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

Основные требования по устройству водопропускных труб изложены в ТКП 45-3.03-192–2010 (02250) «Мосты и трубы. Правила устройства» [7].

Водопропускные трубы под насыпями устраивают для пропуска ливневых и талых вод и небольших постоянно действующих водотоков.

По гидравлическому признаку трубы делятся на напорные, в которых протекающая вода заполняет все сечения трубы, и безнапорные, заполняемые водой до 2/3 сечения по высоте. Возможен и полунанпорный режим работы, когда вода заполняет все сечение трубы только на часть ее длины (со стороны входа).

В зависимости от формы поперечного сечения железобетонные трубы делятся на круглые, прямоугольные и овальные.

По числу параллельно поставленных труб в одном сооружении различают одно-, двух- и многоочковые.

Водопропускную трубу устраивают из железобетонных звеньев длиной 5 или 2,5 м. Нижняя часть трубы, по которой протекает вода, называется лотком. Звенья трубы для упрощения монтажа оборудованы специальными фланцевыми соединениями. Во избежание проникновения воды швы заполняют гидроизоляционным материалом.

Фундаменты труб делают сборными из бетонных блоков или монолитными из цементобетона. Звенья труб отверстием до 1 м укладывают, как правило, непосредственно на щебеночно-песчаную или гравийно-песчаную подушку. Толщина засыпки грунта над трубой принимается не менее 0,5 м. Монтаж звеньев сборных железобетонных труб осуществляется автомобильными или гусеничными кранами грузоподъемностью 5–10 т.

В начале производства работ по устройству трубы намечают контур котлована и обозначают кольшками. На расстоянии 1 м от границ котлована обозначают продольную ось трубы, положение начального и конечного звеньев (кольшками). Размеры котлована в плане должны соответствовать размерам основания с запасом 0,5 м в каждую сторону. При отрывке котлована грунт не добирают до проектной отметки на 10 см. Окончательную доработку до проектной отметки производят вручную под рейку с учетом продольного уклона и строительного подъема трубы. Затем приступают к устройству подготовки из ПГС под тело трубы. Смесь подается автосамосвалами, разгружается непосредственно в котлован, разравнивается слоем 50 см и уплотняется вибротрамбовкой. Затем устраивают подготовку под звенья трубы из песчано-гравийной смеси С5 слоем толщиной 30 см. Работы по монтажу звеньев трубы начинают от выходного отверстия. После установки последнего звена и проверки их положения с учетом допусков цементируют зазоры между звеньями. После завершения работ досыпают песчано-гравийную смесь С5 вокруг звеньев до проектной отметки и уплотняют. Сразу после составления акта приемки трубу засыпают грунтом на высоту 0,5 м над верхом трубы для сохранности конструкции трубы.



Рис. 4.1. Устройство водопропускной трубы

Грунт к трубе надвигают бульдозером, отсыпают с обеих сторон одновременно слоями толщиной 15–20 см и уплотняют вибротрамбовками, для создания плотного грунтового слоя вокруг звеньев. Дальнейшую засыпку трубы выполняют при устройстве земляного полотна до проектной отметки. Укрепительные работы можно производить цементобетонными плитами на щебеночном основании, которое подготавливается заранее с составлением акта на скрытые работы.

4.1. Определение объемов работ по устройству железобетонных труб

Исходными данными для определения объемов работ являются диаметр трубы, ее длина и тип фундамента. Расчет ресурсов по устройству железобетонных труб производят по сборнику № 30 «Мосты и трубы» (НРР 8.03.130–2017).

По каждому виду работ по НРР определяют нормы времени в машино-часах и человеко-часах на единицу измерения [8]. Общую трудоемкость работ определяют путем умножения объема работ на нормы времени.

Методика определения объемов работ по устройству водопропускных труб

1. Предварительно проверяют достаточность заданной высоты насыпи по засыпке над трубой:

$$h_n = d + t + 0,5 + h_{mc},$$

где d , t – диаметр и толщина стенки круглой трубы (табл. 4.1);

h_{mc} – толщина монолитных слоев дорожной одежды;

i_n , i_o – поперечный уклон проезжей части, обочин;

c – ширина укрепленной полосы;

a – ширина обочины;

b – ширина проезжей части двухполосной дороги.

Таблица 4.1

Основные размеры звеньев труб

Диаметр звена, м	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
Толщина стенки, см	8	13	14	15	16	15
Толщина раструбы, см	8,2	11,6	11,6	11,6	10,6	11,6
Длина раструбы, см	10	12	12	12	12	13

2. Теоретическую длину трубы с откосом насыпи 1 : 1,5 (рис. 4.2) вычисляют по формуле

$$L_T = B_{\text{п}} + 2 \cdot 1,5 h_{\text{он}},$$

где L_T – теоретическая длина трубы, м;

$B_{\text{п}}$ – ширина земляного (дорожного) полотна, которая зависит от категории дороги, м;

$h_{\text{он}}$ – высота откоса насыпи, м:

$$h_{\text{он}} = h_{\text{н}} - i_{\text{п}} (0,5b + c) - i_0 (a - c).$$

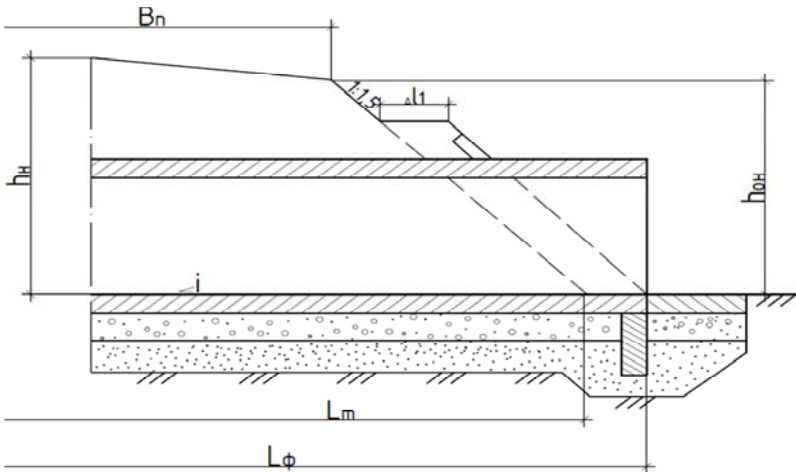


Рис. 4.2. Схема к определению длины трубы

3. Определяют число звеньев трубы:

$$n = (L_T - l_p) / 2,5 \text{ (принимают целое число звеньев),}$$

где n – число звеньев трубы;

l_p – длина раструба звена трубы (см. табл. 4.1);

2,5 – длина одного звена трубы, м.

4. Фактическую длину трубы определяют по формуле

$$L_{\phi} = 2,5n + l_p.$$

Число звеньев трубы назначается из условия, чтобы фактическая длина трубы была равна или больше теоретической.

Если $L_{\phi} > L_T$, то принимают длину трубы равную фактической L_{ϕ} , отодвигая противофильтрационный экран от оси дороги на входе на величину Δl_1 , равную

$$\Delta l_1 = L_{\phi} - L_T.$$

Если полученное значение Δl_1 больше 1,0 м, то целесообразно противофильтрационный экран на входе и выходе трубы отодвинуть от оси дороги на расстояние Δl_2 :

$$\Delta l_2 = 0,5(L_{\phi} - L_T).$$

5. Определяют расход цементабетона на изготовление звеньев водопропускных труб:

$$V_{\delta} = nV_{зв}, \text{ м}^3,$$

где $V_{зв}$ – расход бетона на изготовление одного звена, м^3 (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Характеристика сборных элементов труб

Отверстие трубы	Марка звена	Масса звена, кг	Расход бетона В30, м^3
1,0	ТВ100.25-1	3130	1,27
1,2	ТВ120.25-1	3950	1,60
1,4	ТВ140.25-1	4700	1,90
1,6	ТВ160.25-1	5170	2,30

Применяют следующее обозначение водопропускных труб: ТВ100.25-1-П – труба водопропускная диаметром 100 см, длиной 25 дм (2,5 м), группа по несущей способности в зависимости от высоты засыпки труб до низа дорожной одежды. Для первой группы высота засыпки не должна превышать 5 и для второй – 10 м. Буква П обозначает пониженную водопроницаемость стенок трубы.

4.2. Расчет ресурсов по устройству железобетонных труб

1. Определяют затраты труда на укладку звеньев одноочковой трубы диаметром ____ м под насыпью на автомобильных дорогах высотой до 4,0 м.

По расценке Е30-54-__ (НРР 8.03.130–2017) [8] определяют затраты труда на 1 м³ бетона: краны на гусеничном ходу 25 т – ____ $H_{вр к}$ – маш.-ч; рабочие строители – ____ $H_{вр р}$ – чел.-ч.

2. Определяют затраты труда на устройство всей водопропускной трубы:

$$M_p = H_{вр р} V_{\delta}, \text{ чел.-ч;}$$

$$M_k = H_{вр к} V_{\delta}, \text{ маш.-ч.}$$

3. Определяют необходимое количество смен работы одного крана:

$$N_k = \frac{M_k}{8 \cdot 1} \text{ (принимают целое число смен).}$$

4. Определяют необходимое число рабочих строителей:

$$N_p = \frac{M_p}{8 N_k} \text{ (принимают целое число рабочих).}$$

Для устройства одной безфундаментной водопропускной трубы диаметром, равным ____ м, потребуется ____ кран и ____ рабочих строителей.

Работы будут выполнены за ____ смены.

Следует учитывать, что устройство труб должно опережать работы по возведению земляного полотна.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Работы по возведению земляного полотна производят специализированными звеньями, в состав которых входят ведущая машина (бульдозер, скрепер, экскаватор) и вспомогательные механизмы и оборудование. Экономически целесообразно применять бульдозеры при расстоянии перемещения грунта до 100 м, от 100 до 300 м – прицепные скреперы, от 300 до 1000 м – самоходные скреперы, более 1000 м – экскаваторы с погрузкой грунта в автосамосвалы.

Для определения объема работ бульдозерного, скреперного, экскаваторного звена и расстояния перемещения грунта строят упрощенный график распределения земляных масс (рис. 5.1).

При составлении графика распределения земляных масс вычисленные объемы выемки и насыпи с точностью до 1 м^3 на каждом пикете записывают в первую и вторую строчки соответственно, расположенные в нижней части рисунка. В третьей строчке указывают длину участка насыпи или выемки с точностью до 1 м.

Затем производят распределение грунта по пикетам. Грунт из выемок перемещают в смежные и ближайшие насыпи. В данном примере (см. рис. 5.1) на пикете ПКЗ необходимо отсыпать насыпь на участке длиной 7 м с объемом грунта 15 м^3 . На этом же пикете имеется выемка с объемом грунта 2580 м^3 . Грунт пригоден для возведения насыпи, поэтому грунт из выемки, расположенной на ПКЗ, можно использовать для отсыпки смежной насыпи. Так как расстояние перемещения земляных масс составляет до 100 м, грунт объемом 15 м^3 разрабатывают бульдозером (мощность бульдозера приведена в задании).

На рисунке показывают условное обозначение ведущей машины звена (Б – бульдозерного, С – скреперного, Э – экскаваторного), направление и расстояние перемещения (для бульдозерного звена с точностью до 10 м, для скреперного – до 100 м) и объем грунта. Например, условное обозначение (Б₁₀ – 15) показывает, что грунт перемещают бульдозером на расстояние до 10 м объемом – 15 м^3 .

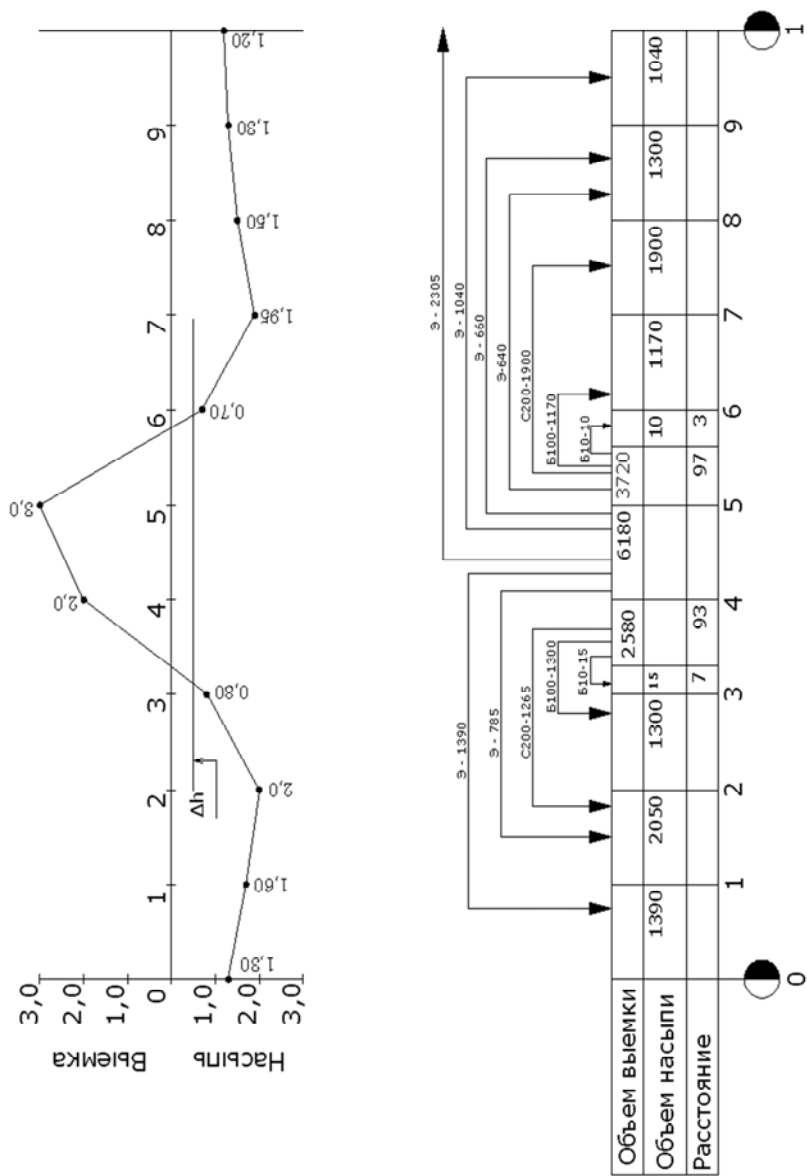


Рис. 5.1. Схема распределения земляных масс

На пикет ПК2 необходимо переместить 1300 м^3 грунта. Его можно взять с ближайшего пикета ПК3 и переместить бульдозером. Расстояние перемещения грунта при этом составит 100 м (перемещение со смежного пикета). На рисунке стрелкой обозначают, с какого пикета грунт берут и на какой пикет перемещают. Над стрелкой пишут условное обозначение этой операции – $(B_{100} - 1300)$.

Из выемки, расположенной на пикете ПК3, необходимо переместить 2580 м^3 грунта. В насыпь пикета ПК3 перемещено бульдозером 15 м^3 и на пикет ПК2 – 1300 м^3 грунта; всего 1315 м^3 . Осталось в выемке на пикете ПК3 $(2580 - 1315 = 1265 \text{ м}^3)$ грунта. Этот объем грунта можно переместить в насыпь ближайшего пикета ПК1. Так как грунт перемещают с пикета ПК3 на пикет ПК1, расстояние перемещения грунта составит 200 м (перемещение грунта через один пикет). Перемещение грунта на 200 м производят скреперами (объем ковша скрепера указан в задании). Стрелкой показывают, что грунт перемещают с пикета ПК3 на пикет ПК1, а над стрелкой записывают условное обозначение операции – $(C_{200} - 1265)$. На пикет ПК1 необходимо переместить в насыпь 2050 м^3 грунта. С пикета ПК3 доставлено на пикет ПК1 1265 м^3 грунта. Еще необходимо переместить на пикет ПК1 $(2050 - 1265 = 785 \text{ м}^3)$. Этот объем грунта берут из выемки пикета ПК4. Расстояние перемещения грунта составит 300 м (перемещение грунта через два пикета). В данном случае для перемещения грунта на расстояние до 300 м можно было использовать скреперы, но для учебных целей на разработке выемки с большим объемом грунта будем применять экскаваторное звено (объем ковша экскаватора указан в задании) с погрузкой грунта в автосамосвалы. Перемещение грунта на 300 м производят автосамосвалами (экскаваторное звено). Стрелкой показывают, что грунт перемещают с пикета ПК4 на пикет ПК1, а над стрелкой записывают условное обозначение операции – $(Э - 785)$. В насыпь пикета ПК0 необходимо привести 1390 м^3 грунта. Его берут из выемки пикета ПК4. Расстояние перемещения грунта составит 400 м (перемещение грунта через три пикета). Перемещение грунта на 400 м производят автосамосвалами. Стрелкой показывают, что грунт перемещают с пикета ПК4 на пикет ПК0, а над стрелкой записывают условное обозначение операции – $(Э - 1390)$.

Аналогично производят распределение грунта на пикетах ПК5, ПК6, ПК7. На пикет ПК8 необходимо переместить 1300 м^3 грунта. С пикета ПК5 доставлено автосамосвалами на пикет ПК8 640 м^3

грунта. Стрелкой показывают, что грунт перемещают с пикета ПК5 на пикет ПК8, а над стрелкой записывают условное обозначение операции – (Э – 640). Дополнительно необходимо перевезти на пикет ПК8 ($1300 - 640 = 660 \text{ м}^3$) грунта. Этот объем грунта перевозят автосамосвалами с пикета ПК4. Стрелкой показывают, что грунт перемещают с пикета ПК4 на пикет ПК8, а над стрелкой записывают условное обозначение операции – (Э – 660). На пикет ПК9 перевозят 1040 м^3 грунта из выемки, расположенной на пикете ПК4. Стрелкой показывают, что грунт перемещают с пикета ПК4 на пикет ПК9, а над стрелкой записывают условное обозначение операции – (Э – 1040). Объем выемки на пикете ПК4 составляет 6180 м^3 . Перемещено в насыпь на ПК1 785 м^3 , на ПК – 1390, на ПК8 – 660, на ПК9 – 1040; всего 3875 м^3 . Осталось на ПК4 ($6180 - 3875 = 2305 \text{ м}^3$) грунта. Этот объем грунта перевозят на ближайшие участки строительства автомобильной дороги ли на другой объект.

Если для отсыпки насыпи не хватает грунта из выемок, дополнительный объем грунта доставляют из сосредоточенных резервов или ближайших карьеров.

Отдельно для каждого звена определяют объемы распределения земляных масс с учетом расстояния перемещения грунта. Для бульдозерного звена расстояние перемещения грунта принимают с точностью 10 м, для скреперного – 100 м. Отдельно определяют объем бульдозерных работ $V_б$ при перемещении грунта на 10 м (B_{10}), 20 м (B_{20}), 30 м (B_{30}) и далее, объем скреперных работ $V_{скр}$ при перемещении грунта на 100 м (C_{100}), 200 м (C_{200}) и далее и объем экскаваторных работ $V_{экс}$ при перемещении грунта до 1000 м.

Нормы времени для выполнения отдельных видов работ ведущими и вспомогательными машинами, а также рабочей силы определяют по сборнику № 1 «Земляные работы» (НРР 8.03.101–2017).

Общую трудоемкость работ в машино-часах и человеко-часах определяют отдельно для каждого звена путем умножения объема работ на норму времени.

Необходимое количество ведущих машин для выполнения заданного объема работ определяют по формуле

$$n = \frac{M}{t_{см} T_{max}},$$

где n – число ведущих машин (бульдозер, скрепер экскаватор);

M – требуемое количество машино-часов, ведущей машины, маш.-час;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены; $t_{\text{см}} = 8$ ч;

T_{max} – продолжительность строительного периода, смены.

Величина T_{max} назначается с учетом последовательности выполняемых работ при строительстве автомобильной дороги. Полученное число необходимо округлить до целого числа и в дальнейших расчетах использовать найденное количество машин.

Число смен работы звена определяют по формуле

$$N = \frac{M}{t_{\text{см}} n}.$$

Необходимое количество вспомогательных машин (n_i) определяют по формуле

$$n_i = \frac{M_i}{t_{\text{см}} N},$$

где M_i – сумма машино-часов работы вспомогательного механизма (каток и др.).

5.1. Расчет ресурсов и комплектование бульдозерного звена

При разработке неглубоких выемок (до 2 м) из грунта выемки устраивают смежные насыпи. Разработку выемки ведут бульдозером ярусно-траншейным способом (рис. 5.2, 5.3).

Грунт из выемки снимают отдельными слоями (ярусами) толщиной 10–30 см в зависимости от мощности бульдозера, перемещают на расстояние до 100 м и укладывают в насыпь. Разработку каждого яруса и каждой траншеи начинают с ближнего к насыпи конца выемки и перемещают в дальний конец отсыпаемого слоя насыпи.



Рис. 5.2. Бульдозер

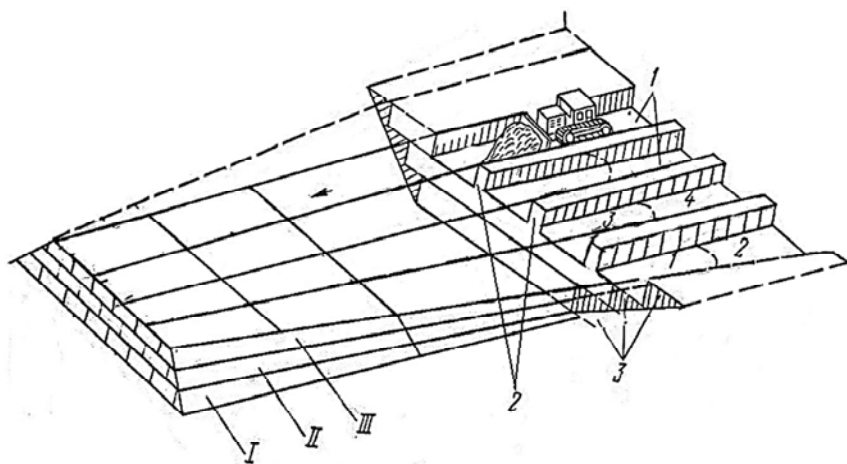


Рис. 5.3. Разработка грунта бульдозером из выемки в насыпь:
 I, II, III – ярусы; 1 – траншеи для перемещения грунта;
 2 – стенки траншей (перемычки); 3 – полки откосов

Укладку грунта в каждом слое начинают с наиболее отдаленной части насыпи от краев к середине (рис. 5.4). Перемычки между траншеями срезают после разработки каждого яруса. Начинают срезку с дальнего от насыпи участка. Срезку перемычек производят

при движении бульдозера под углом. Затем грунт перемещают по выработанной траншее.

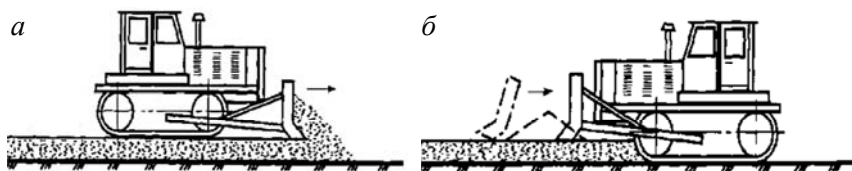


Рис. 5.4. Схемы укладки грунта:
a – «от себя»; *б* – «на себя»

После окончания разработки и перемещения грунта одного яруса выемки в таком же порядке разрабатывают и перемещают грунт нижележащих слоев. При разработке нижнего слоя выемки сохраняют стенки крайних боковых траншей с целью перемещения по ним грунта, срезаемого с полок на откосах выемки.

Каждый отсыпанный слой насыпи разравнивают и уплотняют катками (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Каток самоходный на пневматических шинах

Возведение насыпей осуществляют послойным способом. Работы ведут на двух захватках: на одной грунт разравнивают бульдозером (рис. 5.6) или грейдером, на другой – уплотняют катками.



Рис. 5.6. Работа бульдозера на строительстве автомобильной дороги

*Расчет ресурсов по возведению земляного полотна
бульдозерным звеном*

1. Из НРР 8.03.101–2017 (сборник № 1) определяют трудозатраты на перемещение грунта __ группы бульдозером мощностью __ л. с. на расстояние 10 м. По расценке Е 1-24-__ определяют норму времени на разработку и перемещение 1000 м³. $H_{вр. б 10}$ – __ маш.-ч.

2. По расценке Е 1-24-(9) определяют затраты перемещение грунта на каждые последующие 10 м. $H_{вр. б + 10}$ – __ маш.-ч.

3. Определяют число машино-смен при перемещении грунта соответственно на 40 и 50 м:

$$H_{вр. б. 40} = H_{вр. б. 10} + 3H_{вр. б + 10}, \text{ маш.-ч};$$

$$H_{вр. б. 50} = H_{вр. б. 10} + 4H_{вр. б + 10}, \text{ маш.-ч.}$$

4. Определяют затраты на перемещение определенного объема грунта V_{40} на расстояние 40 м и V_{50} – на расстояние 50 м с учетом единиц измерения путем умножения норм времени на объем:

$$M_{б\ 40} = H_{вр. б. 40} V_{40} / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{б\ 50} = H_{вр. б. 50} V_{50} / 1000, \text{ маш.-ч}.$$

5. Определяют количество машино-часов работы бульдозера на весь объем:

$$\sum M_{б} = M_{б\ 40} + M_{б\ 50}, \text{ маш.-ч}.$$

6. Определяют необходимое количество ведущих машин для выполнения заданного объема работ:

$$n_{б} = \frac{\sum M_{б}}{t_{см}(T - t_n)} \text{ (принимают целое число),}$$

где $t_{см}$ – продолжительность смены; $t_{см} = 8$ ч;

T – продолжительность строительного периода, смен;

t_n – продолжительность подготовительных работ; $t_n = 0,1T$.

7. Определяют число смен работы бульдозерного звена:

$$N_{б} = \frac{\sum M_{б}}{t_{см} n_{б}} \text{ (принимают целое число смен);}$$

8. Определяют число машино-часов работы вспомогательных машин: трактора, бульдозера, дорожного катка.

По расценке Е1-130-___ определяют ресурсы по уплотнению грунта слоем ___ см за один проход катка массой ___ т; норму времени трактора на гусеничном ходу $H_{вр. тр}$ – ___ маш.-ч; бульдозера $H_{вр. б}$ – ___ маш.-ч и катка дорожного на пневматическом ходу массой ___ т, $H_{вр. к}$ – ___ маш.-ч.

9. По расценке Е1-130-___ определяют ресурсы на уплотнение на каждый последующий проход по одному следу трактора ($H_{вр. тр + 1}$ – ___ маш.-ч) и катка ($H_{вр. к + 1}$ – ___ маш.-ч).

10. Определяют число машино-часов работы трактора и катка за определенное количество проходов по одному следу:

$$M_{\text{тр}} = H_{\text{вр. тр}} + (n - 1)H_{\text{вр. трп, маш.-ч}};$$

$$M_{\text{к}} = H_{\text{вр. к}} + (n - 1)H_{\text{вр. кп, маш.-ч}};$$

где n – число проходов катка.

11. Определяют объем уплотненного грунта:

$$V = (V_{\text{б}40} + V_{\text{б}50})K, \text{ м}^3,$$

где K – коэффициент относительного уплотнения грунта; для песка, супеси $K = 1,10$; для суглинка, глины $K = 1,05$.

12. Определяют число машино-часов работы вспомогательных механизмов:

для трактора: $\sum M_{\text{тр}} = M_{\text{тр}} \cdot V/1000, \text{ маш.-ч};$

для катка: $\sum M_{\text{к}} = M_{\text{к}} \cdot V/1000, \text{ маш.-ч};$

для бульдозера: $\sum M_{\text{б}} = M_{\text{б}} \cdot V/1000, \text{ маш.-ч}.$

13. Определяют число вспомогательных машин на уплотнении грунта:

$$n_i = \frac{M_i}{t_{\text{см}} \cdot N_{\text{б}}},$$

где M_i – число машино-часов работы механизмов;

$$n_{\text{т}} = \frac{\sum M_{\text{тр}}}{t_{\text{см}} N_{\text{б}}} \text{ (принимают целое число тракторов);}$$

$$n_{\text{к}} = \frac{\sum M_{\text{к}}}{t_{\text{см}} N_{\text{б}}} \text{ (принимают целое число катков);}$$

$$n_{\text{б}} = \frac{\sum M_{\text{б}}}{t_{\text{см}} N_{\text{б}}} \text{ (принимают целое число бульдозеров).}$$

Для выполнения данного объема работ по разработке и перемещению грунта бульдозерным звеном необходим ___ бульдозер мощностью ___ л. с., который будет работать ___ смены. Вместе с бульдозером на уплотнение грунта будут работать вспомогательные машины: трактор мощностью ___ л. с., каток массой ___ т и бульдозер мощностью ___ л. с.

5.2. Определение параметров ярусно-граншейного способа производства работ бульдозером

1. Определяют разность отметок оси дороги и бровки обочины:

$$\Delta Y = (0,5b + c)i_{\Pi} + (a - c)i_o, \text{ м.}$$

2. Определяют ширину верха земляного полотна:

$$B = B_{\Pi} + 2m (\Delta h - \Delta Y), \text{ м,}$$

где Δh – снижение бровки верха земляного полотна относительно проектной линии;

m – заложение откоса со стороны обочины; $m = 1 : 3$ при $h_{\text{н}}$ менее 2,0 м для III–IV к. и $h_{\text{н}}$ менее 3,0 м – для II категории.

3. Определяют ширину выемки понизу:

$$B_1 = B + 2(m + m_1)(h_{\text{к}} + \Delta Y - \Delta h) + 2a_{\text{к}}, \text{ м,}$$

где $h_{\text{к}}$ – глубина кювета, м.

4. Определяют ширину выемки поверху:

$$B_{\text{рв}} = B_1 + 2m_1 (h_{\text{в}} + \Delta h), \text{ м,}$$

где m_1 – заложение откоса со стороны местности; $m_1 = 1 : 1,5$.

5. Определяют протяженность участка выемки с учетом Δh :

$$l_{\text{в}} = \frac{h_{\text{в}} + \Delta h}{h_{\text{в}} + h_{\text{н}}} \cdot 100, \text{ м.}$$

6. Определяют число ярусов:

$$n_{\text{яр}} = \frac{h_{\text{в}} + \Delta h}{h_{\text{яр}}} \quad (\text{принимают целое число ярусов}),$$

где $h_{\text{яр}}$ – высота яруса (стенки траншеи); принимают от 0,3 до 1,0 м. При высоте стенок траншеи более 1 м перемычки между траншеями могут обрушиться.

7. Определяют ширину выемки на первом ярусе:

$$B_{\text{рв1}} = B_{\text{рв}} - 2m_1 h_{\text{яр1}}, \text{ м.}$$

8. Определяют число траншей по ширине выемки на первом ярусе (рис. 5.7):

$$n_{\text{тр}} = \frac{B_{\text{рв1}}}{e_0} \quad (\text{принимают целое число траншей}),$$

где e_0 – ширина отвала бульдозера; принимают по справочнику или по табл. 5.1.

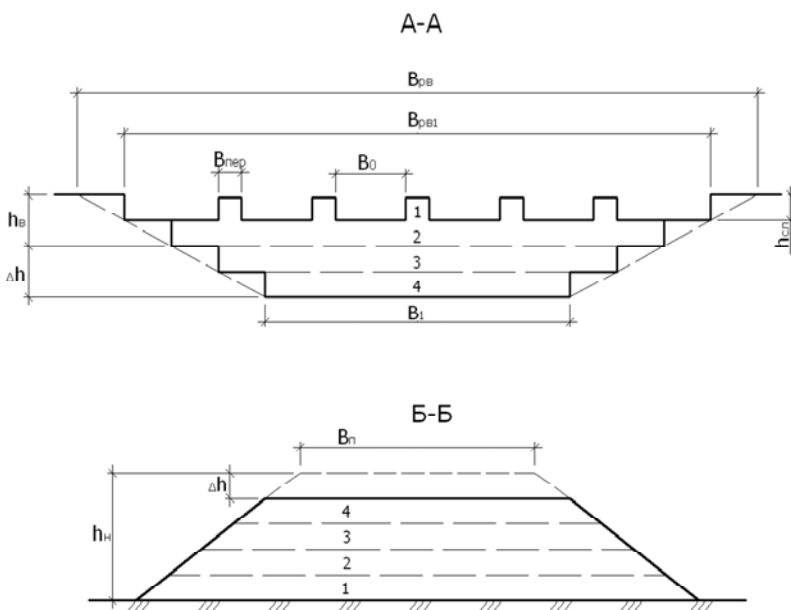


Рис. 5.7. Схема разработки выемки и отсыпки насыпи бульдозером

Таблица 5.1

Основные параметры отвала бульдозера

Мощность двигателя	Толщина срезаемого слоя, м	Высота отвала, м	Ширина отвала, м
80	0,10	0,80	2,56
108	0,12	0,90	2,60
130	0,15	0,95	2,86
165	0,18	1,0	3,24
180	0,20	1,23	3,64
330	0,25	1,85	4,25

9. Определяют ширину перемычек (стенки траншей):

$$e_{\text{пер}} = \frac{B_{\text{рв1}} - (e_0 n_{\text{тр}})}{n_{\text{тр}} - 1}, \text{ м.}$$

10. Определяют объем грунта перед отвалом бульдозера (рис. 5.8):

$$V_0 = \frac{h_{\text{отв}} e_0 C}{2}, \text{ м}^3,$$

где $h_{\text{отв}}$ – высота отвала; принимают по справочнику или по табл. 5.1.

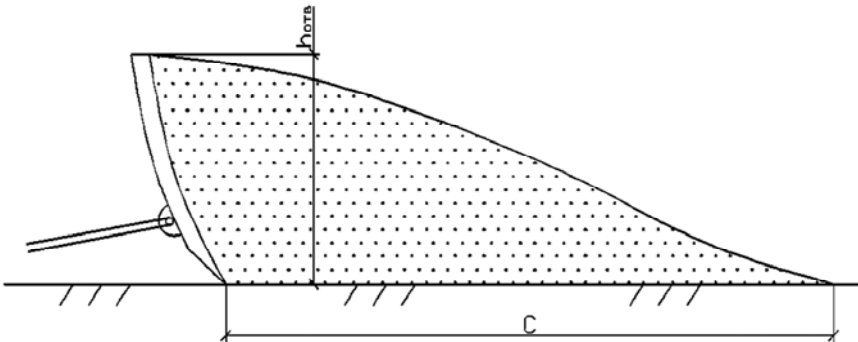


Рис. 5.8. Схема расчета объема грунта перед отвалом бульдозера

11. Определяют длину участка набора грунта:

$$l_3 = \frac{v_0}{e_0 h_{\text{сл}}}, \text{ м,}$$

где $h_{\text{сл}}$ – толщина срезаемого слоя; принимают по справочнику или по табл. 5.1.

12. Определяют число захваток на участке выемки:

$$n_3 = \frac{l_{\text{в}}}{l_3} \text{ (принимают целое число захваток).}$$

13. Аналогично ведут расчет для всех ярусов.

Разработку выемки бульдозером производят ярусно-траншейным способом (рис. 5.9).

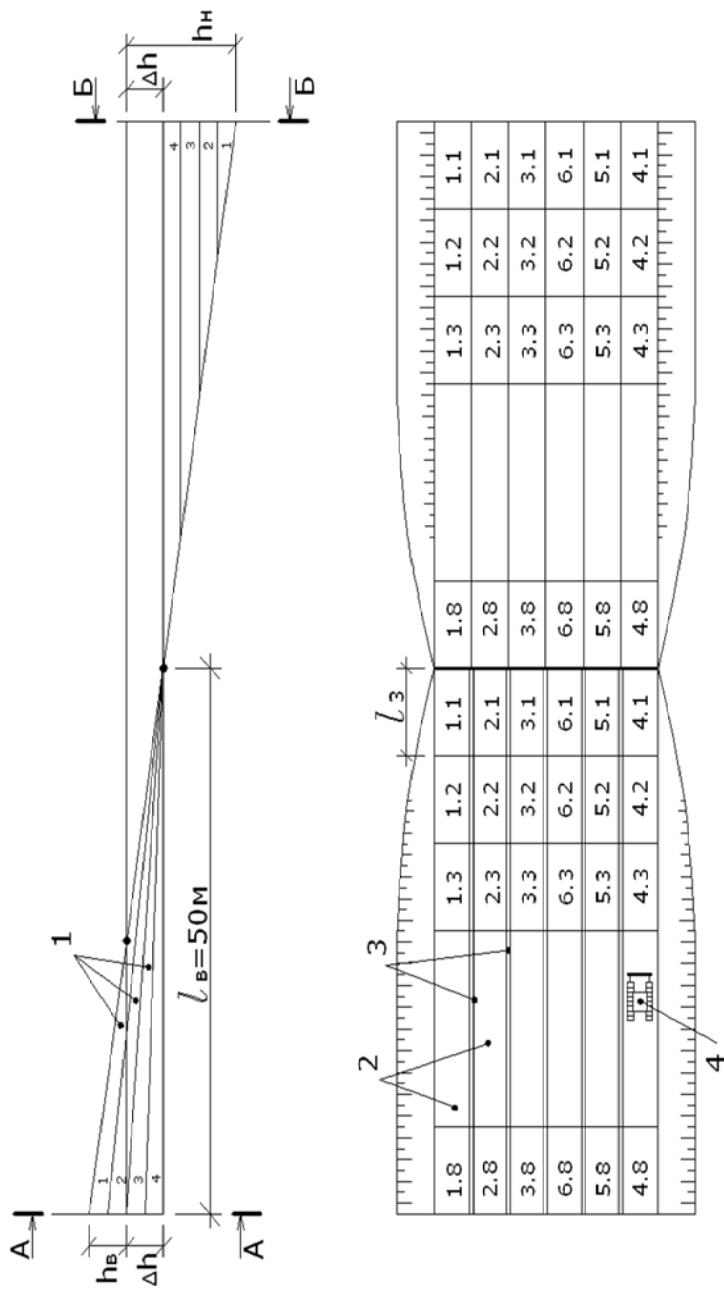


Рис. 5.9. Ярусно-траншейная схема разработки выемки бульдозером:
 1 – ярусы; 2 – траншеи; 3 – перемычки (стенки траншей); 4 – бульдозер

После разработки выемки на всю глубину срезают полки на откосах выемки бульдозером (рис. 5.10).

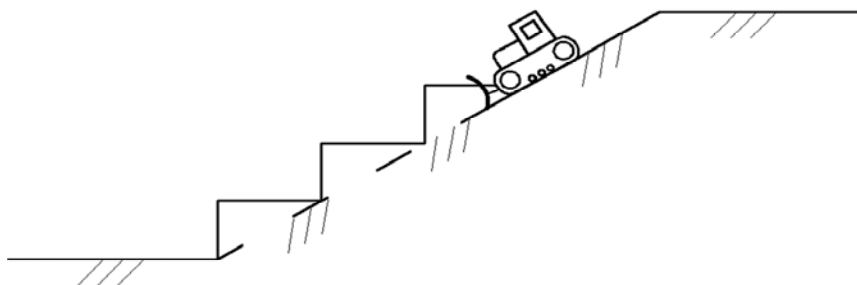


Рис. 5.10. Срезка полок на откосах выемки бульдозером

5.3. Расчет ресурсов и комплектование скреперного звена

Скреперы предназначены для разработки и перемещения грунта на расстояние 100–1000 м. Разработку выемок с транспортированием грунта в смежные с ними насыпи на расстояние 100–300 м выполняют прицепными скреперами, работающими с тягачами (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Прицепной скрепер

При перемещении грунта на расстояние 300–1000 м применяют самоходные скреперы (рис. 5.12). Их применяют для разработки легких грунтов. В сыпучих одномерных песках, на заболоченных участках, в сильно увлажненных при наличии валунов, пней и корней, а также в затвердевших трудно разрабатываемых грунтах применять скреперы не рекомендуется. Плотные грунты следует предварительно разрыхлять на толщину срезаемой стружки.



Рис. 5.12. Самоходный скрепер

Ковш скрепера наполняют при прямолинейном движении. Длина пути наполнения скрепера составляет 15–25 м в зависимости от толщины стружки и объема ковша. Целесообразно набор грунта осуществлять при движении под уклон 3–6°.

Скорость движения скрепера при буксировке трактором составляет до 10 км/ч, для самоходных скреперов – 20–30 км/ч.

Минимальные радиусы разворотов должны быть не менее 15–20 м. Разгрузку скреперы осуществляют при прямолинейном движении при скорости 3–4 км/ч. При разгрузке производится послойная укладка грунта.

Разработку выемок ведут путем перемещения грунта из выемки в насыпь (рис. 5.13).

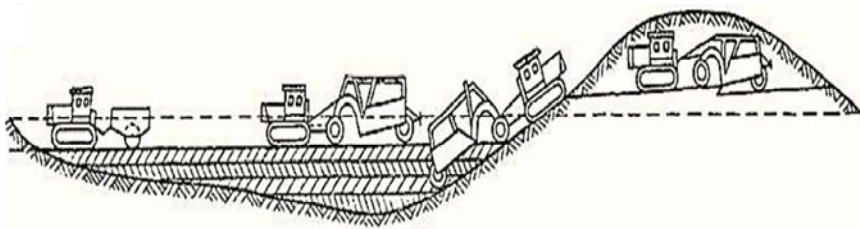


Рис. 5.13. Схема перемещение грунта скрепером из выемки в насыпь

При разработке выемки и продольном перемещении грунта в насыпь движение скреперов организуют по эллиптической схеме, обеспечивая их развороты без съезда с насыпи. В целях предварительного уплотнения грунта проходы следует распределять равномерно по ширине насыпи.

Основные параметры скреперов приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Параметры резания грунта скреперами

Объем ковша скрепера, м ³	Ширина ковша скрепера, м	Максимальная толщина стружки для грунта, см			
		Песка	Супеси	Суглинка	Глины
3,0	2,20	13	11	9	7
4,5	2,43	15	13	11	8
7,0	2,60	20	15	12	9
8,0	2,85	25	18	15	10
10,0	3,0	30	20	18	14
15,0	3,5	35	25	21	16

Расчет ресурсов по возведению земляного полотна скреперным звеном

1. Из НРР 8.03.101–2017 сборника № 1 определяют трудозатраты на перемещение грунта __ группы скрепером с объемом ковша __ м³ на расстояние 100 м. Из расценки Е 1-22-__ выбирают нормы времени на 1000 м³ для скрепера $H_{вр. скр 100}$ – __ маш.-ч, бульдозера (80 л. с.) – $H_{вр. б 100}$ – __ маш.-ч, рабочих – $H_{вр. раб 100}$ – __ чел.-ч.

2. По расценке Е 1-22-__ определяют затраты на перемещение грунта на каждые последующие 10 м.

Для скрепера $H_{\text{вр. скр } 10}$ – __ маш.-ч, рабочих – $H_{\text{вр. раб } 10}$ – __ чел.-ч.

3. Определяют число работы машино-часов скрепера при перемещении грунта на 200 м:

$$H_{\text{вр. скр } 200} = H_{\text{вр. скр } 100} + 10H_{\text{вр. скр } 10}, \text{ маш.-ч};$$

$$H_{\text{раб } 200} = H_{\text{вр. раб}} + 10H_{\text{вр. раб } 10}, \text{ маш.-ч.}$$

4. Определяют затраты на перемещение $V_{\text{скр } 100}$ на расстояние 100 м и $V_{\text{скр } 200}$ – на расстояние 200 м с учетом единиц измерения путем умножения норм времени на объем:

$$M_{\text{скр } 100} = H_{\text{вр. скр } 100} \cdot V_{\text{скр } 100} / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{раб } 100} = H_{\text{вр. раб } 100} \cdot V_{\text{скр } 100} / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{скр } 200} = H_{\text{вр. скр } 200} \cdot V_{\text{скр } 200} / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{раб } 200} = H_{\text{вр. раб } 200} \cdot V_{\text{скр } 200} / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{б } 100} = H_{\text{вр. б } 100} \cdot V_{\text{скр } 100} / 1000, \text{ маш.-ч.}$$

5. Определяют общее количество машино-часов работы скрепера, бульдозера и рабочих на весь объем:

$$\sum M_{\text{скр}} = M_{\text{скр } 100} + M_{\text{скр } 200}, \text{ маш.-ч};$$

$$\sum M_{\text{б}} = M_{\text{б } 100}, \text{ маш.-ч};$$

$$\sum M_{\text{раб}} = M_{\text{раб } 100} + M_{\text{раб } 200}, \text{ маш.-ч.}$$

6. Определяют необходимое количество ведущих машин для выполнения заданного объема работ:

$$n_{\text{скр}} = \frac{\sum M_{\text{скр}}}{t_{\text{см}} (T - t_{\text{п}})} \text{ (принимают целое число скреперов),}$$

где $t_{см}$ – продолжительность смены; $t_{см} = 8$ ч;

T – продолжительность строительного периода, смен;

$t_{п}$ – продолжительность подготовительных работ; $t_{п} = 0,1T$.

7. Определяют число смен работы скреперного звена:

$$N_{скр} = \frac{\sum M_{скр}}{t_{см} n_{скр}} \text{ (принимают целое число смен).}$$

8. Определяют число бульдозеров и рабочих строителей:

$$n_{б} = \frac{\sum M_{б}}{t_{см} N_{скр}} \text{ (принимают целое число бульдозеров);}$$

$$n_{раб} = \frac{\sum M_{раб}}{t_{см} N_{скр}} \text{ (принимают целое число рабочих).}$$

9. Определяют число машино-часов работы вспомогательных машин: тракторов, бульдозеров, катков.

По расценке Е1-130-__ определяют ресурсы по уплотнению грунта слоем __ см за один проход для трактора на гусеничном ходу 108 л. с. $H_{вр. тр}$ __, маш.-ч.; бульдозера 108 л. с. $H_{вр. б}$ __, маш.-ч.; катков дорожных на пневматическом ходу __ т – $H_{вр. к}$ __, маш.-ч.

10. По расценке Е1-130-__ определяют ресурсы на уплотнение на каждый проход катка по одному следу $H_{вр. тр+1}$ – __ маш.-ч, $H_{вр. к+1}$ __ маш.-ч.

11. Определяют число машино-часов работы трактора и катка за n проходов по одному следу:

$$M_{тр} = H_{вр. тр} + (n - 1)H_{вр. тр+1}, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{к} = H_{вр. к} + (n - 1)H_{вр. к+1}, \text{ маш.-ч.}$$

12. Определяют объем уплотненного грунта:

$$V = (V_{скр 100} + V_{скр 200})K, \text{ м}^3,$$

где K – коэффициент относительного уплотнения грунта; для песка, супеси $K = 1,10$; для суглинка, глины $K = 1,05$.

13. Определяют число машино-часов работы вспомогательных механизмов:

$$\text{для трактора} \quad \sum M_{\text{тр}} = M_{\text{тр}} \cdot V / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$\text{для катка} \quad \sum M_{\text{к}} = M_{\text{к}} \cdot V / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$\text{для бульдозера} \quad \sum M_{\text{б}} = M_{\text{б}} \cdot V / 1000, \text{ маш.-ч}.$$

14. Определяют число вспомогательных машин на уплотнении грунта:

$$n_i = \frac{M_i}{t_{\text{см}} N_{\text{скр}}},$$

где M_i – число машино-часов работы механизмов:

$$n_{\text{т}} = \frac{\sum M_{\text{тр}}}{t_{\text{см}} N_{\text{скр}}} \text{ (принимают целое число тракторов);}$$

$$n_{\text{к}} = \frac{\sum M_{\text{к}}}{t_{\text{см}} N_{\text{скр}}} \text{ (принимают целое число катков);}$$

$$n_{\text{б}} = \frac{\sum M_{\text{б}}}{t_{\text{см}} N_{\text{скр}}} \text{ (принимают целое число бульдозеров).}$$

Для выполнения земляных работ необходим один скрепер с объемом ковша ___ м³, ___ бульдозер (80 л. с.) и ___ рабочий строитель. На уплотнении грунта будут работать вспомогательные машины: ___ трактор на гусеничном ходу (108 л. с.), ___ каток дорожный на пневматическом ходу ___ т, ___ бульдозер (108 л. с.). Данный объем работ скреперное звено выполнит за ___ смен.

5.4. Определение параметров шахматно-гребенчатой схемы производства работ скрепером

1. Определяют число ярусов:

$$n_{\text{яр}} = \frac{h_{\text{в}} + \Delta h}{h_{\text{сл}}} \quad (\text{принимают целое число ярусов}),$$

где $h_{\text{в}}$ – глубина выемки, м;

$h_{\text{сл}}$ – толщина срезаемого слоя, м; принимают по справочнику или по табл. 5.2.

2. Определяют ширину раскрытия выемки на первом ярусе:

$$B_{\text{рв1}} = B_1 + 2m_1(h_{\text{в}} + \Delta h - h_{\text{сл}}), \text{ м},$$

где B_1 – ширина выемки понизу:

$$B_1 = B + 2(m + m_1)(h_{\text{к}} + \Delta Y - \Delta h) + 2a_{\text{к}}, \text{ м},$$

где $h_{\text{к}}$ – глубина кювета, м;

B – ширина верха земляного полотна, м:

$$B = B_{\text{п}} + 2m(\Delta h - \Delta Y), \text{ м},$$

где Δh – снижение бровки верха земляного полотна;

m – заложение откоса со стороны обочины; $m = 1 : 3$ при $h_{\text{н}}$ менее 2,0 м для III–IV к. и $h_{\text{н}}$ менее 3,0 м – для II категории.

3. Определяют число рядов прохода скрепера (рис. 5.14):

$$n_{\text{р}} = \frac{B_{\text{рв1}}}{\epsilon_{\text{скр}}} \quad (\text{принимают целое число рядов}),$$

где $\epsilon_{\text{скр}}$ – ширина ковша скрепера, м; принимают по справочнику или по табл. 5.2.

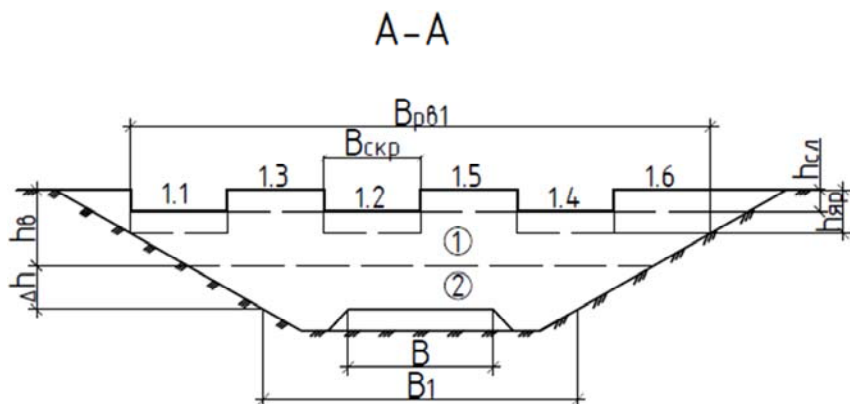


Рис. 5.14. Схема разработки выемки скрепером

4. Определяют длину пути набора грунта скрепером

$$l_{\text{зах}} = \frac{V_{\text{скр}}}{v_{\text{скр}} h_{\text{сл}}}, \text{ м,}$$

где $V_{\text{скр}}$ – объем ковша скрепера, м^3 (по заданию).

5. Определяют число захваток в каждом ряду:

$$n_3 = \frac{L_{\text{скр}}}{l_{\text{зах}}}.$$

Аналогично ведут расчет для второго яруса.

Технологическая схема разработки и выемки скрепером представлена на рис. 5.15.

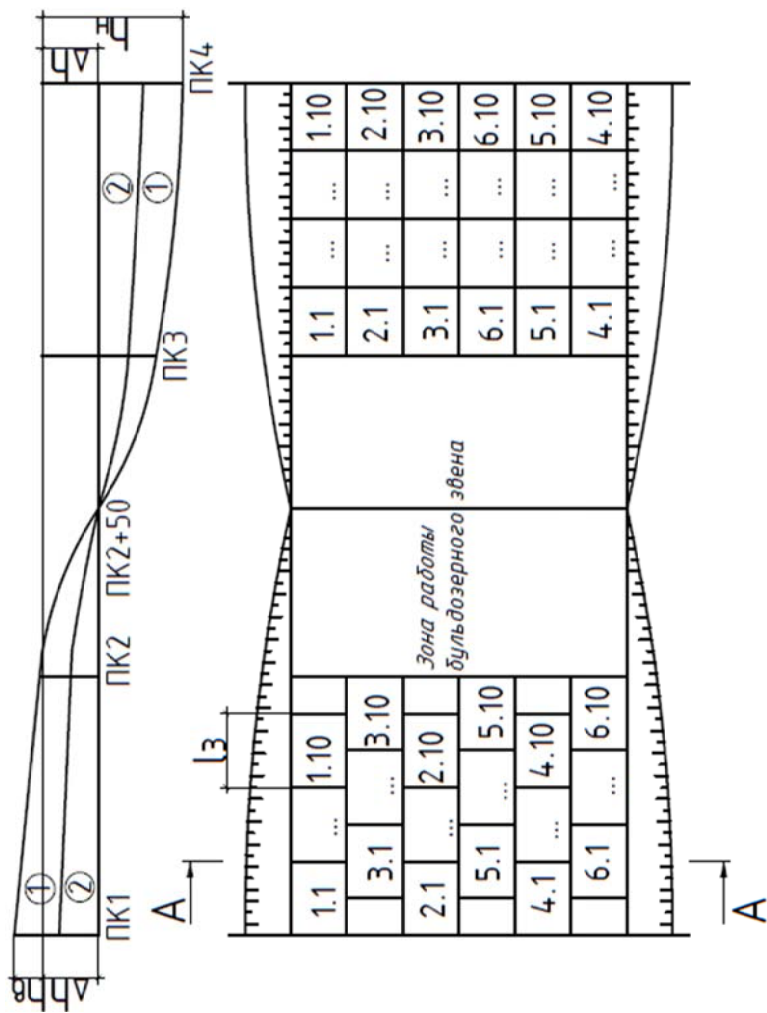


Рис. 5.15. Технологическая схема работы скреперного звена

После разработки выемки на полную глубину срезают полки на откосах выемки бульдозером (рис. 5.16).

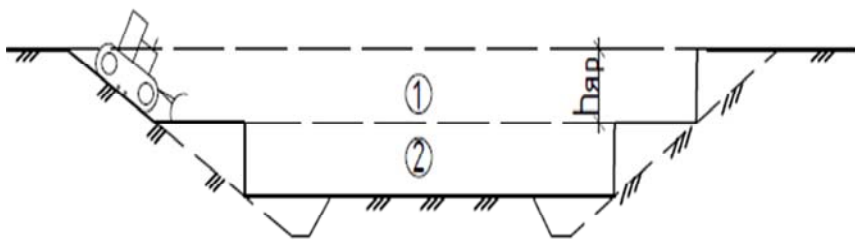


Рис. 5.16. Срезка полок на откосах выемки бульдозером

На разработке выемок могут быть использованы фронтальные погрузчики при перемещении грунта на небольшие расстояния (до 1000 м, рис. 5.17).



Рис. 5.17. Разработка выемки фронтальным погрузчиком

5.5. Расчет ресурсов и комплектование экскаваторного звена

Одноковшовые экскаваторы применяются для разработки грунта при условиях неблагоприятных для применения скреперов и бульдозеров.

При возведении земляного полотна автомобильных дорог применяют экскаваторы, которые различают по назначению, типу рабочего оборудования (рис. 5.18), объему ковшей, типу ходового устройства (рис. 5.19), степени ограничения поворотного движения рабочего оборудования.

Выбор типа экскаватора, его модели и вида рабочего оборудования производят исходя из грунтовых и климатических условий, объемов и сроков работ, условий транспортирования грунта и некоторых других факторов.

Экскаваторы на пневмоколесном ходу целесообразно применять при грунтах с достаточной несущей способностью на рассредоточенных работах.



Рис. 5.18. Экскаватор с оборудованием «обратная лопата»



Рис. 5.19. Работа экскаватора на гусеничном ходу

*Расчет ресурсов по возведению земляного полотна
экскаваторным звеном*

1. Из НРР 8.03.101–2017 сборника № 1 определяют трудозатраты на разработку грунта __ группы экскаватор с объемом ковша __ м³.

Расценка Е 1-17-__ нормы времени на 1000 м³.

Экскаватор $H_{вр. экс}$ – __ маш.-ч.

Бульдозер (108 л. с.) $H_{вр. б}$ – __ маш.-ч.

Рабочие строители $H_{вр. раб}$ – __ маш.-ч.

2. Определяют затраты на разработку V_3 с учетом единиц измерения путем умножения норм времени на объем:

$$M_{экс} = H_{вр. экс} \cdot V_3 / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_б = H_{вр. б} \cdot V_3 / 1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{раб} = H_{вр. раб} \cdot V_3 / 1000, \text{ маш.-ч}.$$

3. Определяют необходимое количество ведущих машин для выполнения заданного объема работ:

$$n_3 = \frac{\sum M_3}{t_{\text{см}}(T - t_{\text{п}})} \text{ (принимают целое число экскаваторов),}$$

где $t_{\text{см}}$ – продолжительность смены; $t_{\text{см}} = 8$ ч;

T – продолжительность строительного периода, смен;

$t_{\text{п}}$ – продолжительность подготовительных работ; $t_{\text{п}} = 0,1T$;

4. Определяют число смен работы экскаваторного звена:

$$N_3 = \frac{\sum M_{\text{экс}}}{t_{\text{см}} n_3} \text{ принимают целое число смен.}$$

5. Определяют число вспомогательных машин и рабочих строителей на разработке грунта:

$$n_6 = \frac{\sum M_6}{t_{\text{см}} N_3} \text{ (принимают целое число бульдозеров);}$$

$$n_{\text{раб}} = \frac{\sum M_{\text{раб}}}{t_{\text{см}} N_3} \text{ (принимают целое число рабочих).}$$

6. Определяют число машино-часов работы вспомогательных машин, необходимых для уплотнения грунта.

По расценке Е1-130-__ определяют ресурсы для уплотнения грунта слоем __ см за один проход пневматического катка массой __ т для тракторов на гусеничном ходу 79 л. с. $H_{\text{вр. тр}}$ – __ маш.-ч.; бульдозеров 79 л. с. $H_{\text{вр. б}}$ – __ маш.-ч.; катков дорожных на пневматическом ходу __ т $H_{\text{вр. к}}$ – __ маш.-ч.

7. По расценке Е1-130-__ определяют ресурсы на уплотнение на каждый проход катка по одному следу $H_{\text{вр. тр}+1}$ __ маш.-ч; $H_{\text{вр. к}+1}$ __ маш.-ч.

8. Определяют число машино-часов работы трактора и катка за n проходов по одному следу:

$$M_{\text{тр}} = H_{\text{вр. тр}} + (n - 1)H_{\text{вр. тр}+1}, \text{ маш.-ч;}$$

$$M_{\text{к}} = H_{\text{вр. к}} + (n - 1)H_{\text{вр. к}+1}, \text{ маш.-ч.}$$

9. Определяют объем уплотненного грунта:

$$V = V_3 K, \text{ м}^3;$$

где K – коэффициент относительного уплотнения; для суглинка (глина) $K = 1,05$; для песка (супесь) $K = 1,1$.

10. Определяют число машино-часов работы вспомогательных механизмов:

$$\text{для трактора} \quad \sum M_{\text{тр}} = M_{\text{тр}} \cdot V/1000, \text{ маш.-ч};$$

$$\text{для катка} \quad \sum M_{\text{к}} = M_{\text{к}} \cdot V/1000, \text{ маш.-ч};$$

$$\text{для бульдозера} \quad \sum M_{\text{б}} = M_{\text{б}} \cdot V/1000, \text{ маш.-ч}.$$

11. Определяют число вспомогательных машин на уплотнении грунта

$$n_i = \frac{M_i}{t_{\text{см}} N_3},$$

где M_i – число машино-часов работы механизмов;

$$n_{\text{т}} = \frac{\sum M_{\text{тр}}}{t_{\text{см}} N_3} \text{ (принимают целое число тракторов);}$$

$$n_{\text{к}} = \frac{\sum M_{\text{к}}}{t_{\text{см}} N_3} \text{ (принимают целое число катков);}$$

$$n_{\text{б}} = \frac{\sum M_{\text{б}}}{t_{\text{см}} N_3} \text{ (принимают целое число бульдозеров).}$$

Для выполнения данного объема работ по разработке грунта экскаваторным звеном необходимы следующие механизмы: в качестве ведущей машины – __ экскаватор с объемом ковша м^3 ; в качестве вспомогательной машины – __ бульдозер (108 л. с.) и __ рабочий строитель.

Экскаваторное звено работу выполнит за __ смен.

На уплотнении грунта будут работать вспомогательные машины: __ трактор на гусеничном ходу (108 л. с.), __ каток дорожный на пневматическом ходу (___ т), _____ бульдозер (108 л. с.).

5.6. Расчет параметров технологической схемы работы экскаваторного звена

1. Определяют среднюю высоту насыпи на смежных пикетах:

$$h_{\text{н}} = 0,5(h_{\text{н1}} + h_{\text{н2}}) - \Delta h, \text{ м},$$

где $h_{\text{н}}$, $h_{\text{н2}}$ – высота насыпи на пикетах, м;

Δh – снижение бровки земляного полотна, м.

2. Определяют необходимое число слоев отсыпки земляного полотна:

$$n_{\text{сл}} = \frac{h_{\text{н}}}{h_{\text{сл}}} \text{ (принимают целое число слоев),}$$

где $h_{\text{сл}}$ – толщина отсыпаемого слоя (по заданию).

3. Определяют ширину верха земляного полотна

$$B = B_{\text{п}} + 2m(\Delta h - \Delta Y), \text{ м},$$

где $B_{\text{п}}$ – ширина дорожного (земляного) полотна;

m – заложение откоса со стороны обочины, при $h_{\text{н}} < 2$ м 1 : 3:

$$\Delta Y = 0,5(b + c)i_{\text{п}} + (a - c)i_0, \text{ м}.$$

4. Определяют ширину подошвы насыпи:

$$B_{\text{пн}} = B + 2mh_{\text{н}}, \text{ м},$$

если $h_{\text{н}} > 2$ м – для автомобильных дорог III, IV категорий, заложение откоса принимают $m = 1 : 1,5$, при $h_{\text{н}} > 3$ м – для дорог II категории, $m = 1 : 1,5$.

5. Определяют ширину земляного полотна после отсыпки одного слоя (рис. 5.20):

$$B_{\text{н1}} = B_{\text{пн}} - 2mh_{\text{сл}}, \text{ м}.$$

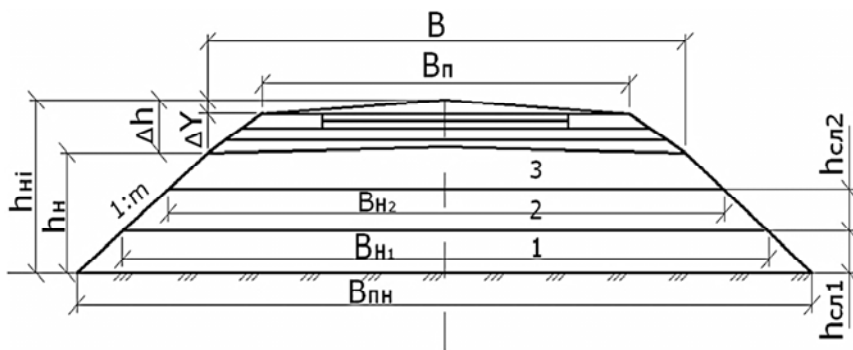


Рис. 5.20. Схема расчета ширины верха земляного полотна при отсыпке отдельных слоев насыпи

6. Определяют объем грунта, доставляемого за один рейс:

$$V = \frac{\Gamma}{\rho_n}, \text{ м}^3,$$

где Γ – грузоподъемность автосамосвала, т;

ρ_n – насыпная плотность грунта; $\rho_n = 1,6 \text{ т/м}^3$.

7. Определяют площадь распределения грунта, привезенного за один рейс:

$$S = \frac{V}{h_{\text{сл}}}, \text{ м}^2.$$

8. Назначают число рядов куч привезенного грунта (n_p).

В зависимости от ширины земляного полотна принимают от трех до шести рядов.

Определяют ширину полосы распределения грунта (расстояние между рядами куч привезенного грунта):

$$B_{\text{пол}} = \frac{B_{\text{н}i}}{n_p}, \text{ м}.$$

9. Определяют расстояние между кучами грунта:

$$l = \frac{S}{B_{\text{пол}}}, \text{ м.}$$

10. Определяют число проходов катка по ширине земляного полотна:

$$n_{\text{к}} = \frac{B_{\text{н}i}}{b_{\text{к}} - a} \text{ (принимают целое четное число проходов катка),}$$

где $b_{\text{к}}$ – ширина катка, м (табл. 5.3);

a – расстояние перекрытия следа катка (0,4–0,6 м).

Для остальных слоев расчет ведут аналогично.

Таблица 5.3

Основные параметры катков

Тип катка	Ширина катка, м
Каток прицепной пневматический массой 25 т	2,60
Каток самоходный вибрационный пневматический массой 2 т	2,20

Технологическая схема работы экскаваторного звена при уплотнении грунта прицепными катками приведена на рис. 5.21, а самоходными катками – на рис. 5.22.

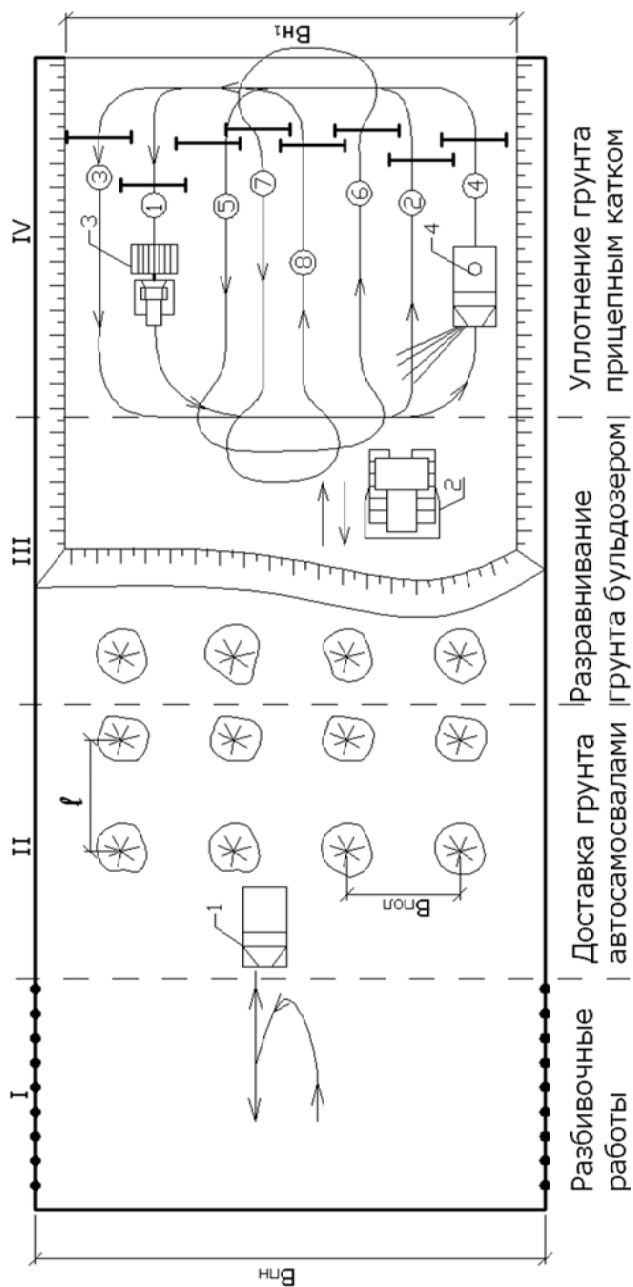


Рис. 5.21. Технологическая схема работы экскаваторного звена при уплотнении грунта прицепными катками:
 1 – автосамосвал; 2 – бульдозер; 3 – прицепной каток; 4 – поливочная машина

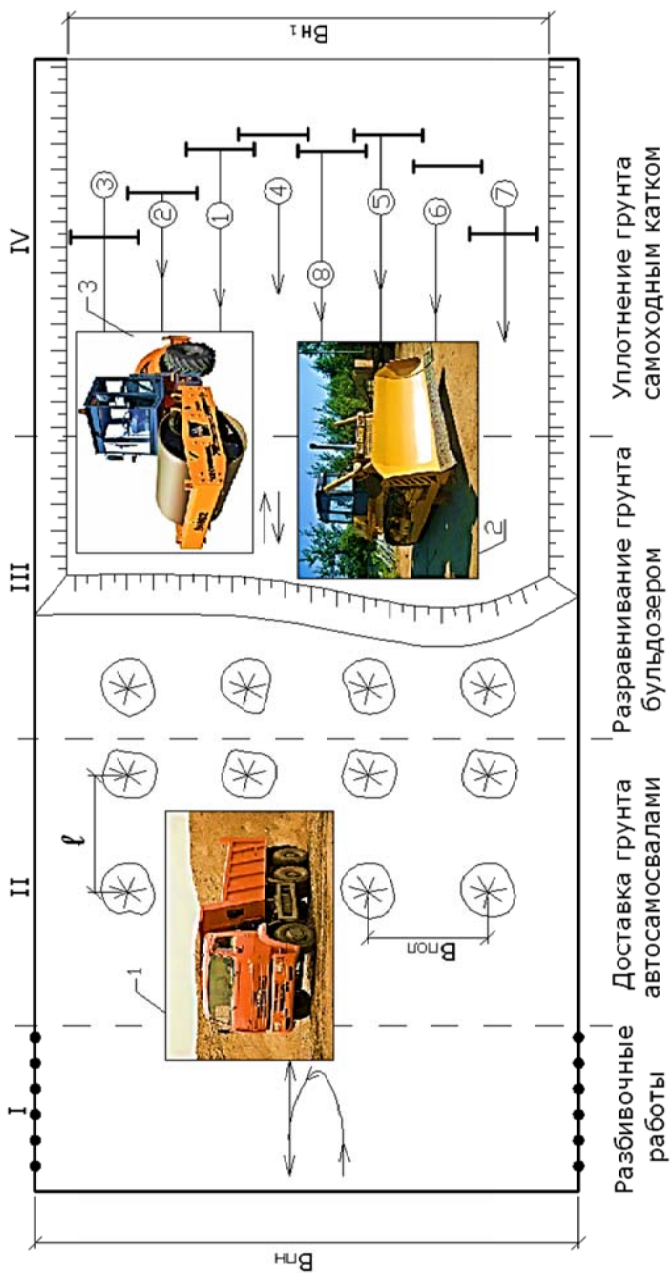


Рис. 5.22. Технологическая схема работы экскаваторного звена при уплотнении грунта самоходными катками:
 1 – автосамосвал; 2 – бульдозер; 3 – самоходный каток

5.7. Технологические схемы выполнения планировочных работ

После окончания основных работ по возведению насыпи или выемки производят планировку, а затем укрепление поверхности земляного полотна. Планировка необходима для того, чтобы выровнять верхнюю часть земляного полотна и откосы в соответствии с проектными отметками, обеспечить требуемую ровность и создать необходимые условия для стока воды.

Объем планировочных работ берут из первого раздела. Зная объем, производят расчет ресурсов для выполнения планировочных работ.

Планировку откосов насыпей производят после планировки поверхности земляного полотна, а в выемках, наоборот, вначале планируют откосы, а потом дно выемки.

После планировки целесообразно сразу укрепить откосы для защиты их от размыва водой или воздействия других факторов.

Планировку поверхности насыпи и дна выемки выполняют автогрейдерами (рис. 5.23). Эту работу рационально выполнять машинами, оборудованными системой автоматического управления отвалом.



Рис. 5.23. Автогрейдер

Перед началом планировки верха земляного полотна автогрейдером производят грубую планировку короткими проходами (рис. 5.24).

Вначале срезают грунт в отдельных местах, наиболее отличающихся по своим отметкам от проектных. После этого производят общую планировку сквозными проходками автогрейдера по всей длине захватки.



Рис. 5.24. Планировка верха земляного полотна

Пологие откосы насыпей с заложением 1 : 3 и более планируют автогрейдером при непосредственном движении по ним (рис. 5.25).

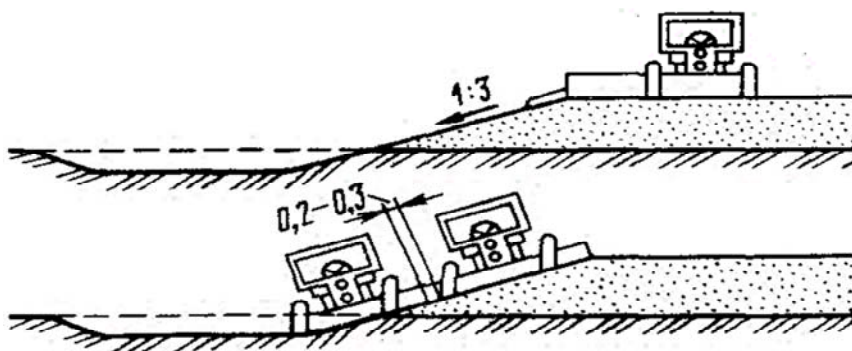


Рис. 5.25. Планировка автогрейдером пологих откосов

Пологие откосы с заложением 1:2 и более можно планировать бульдозером при движении непосредственно по откосу перпендикулярно оси дороги сверху вниз. Крутые откосы с заложением менее 1:3 планируют автогрейдером или бульдозером, оборудованным удлинителем ножа с выносом его в сторону (рис. 5.26).

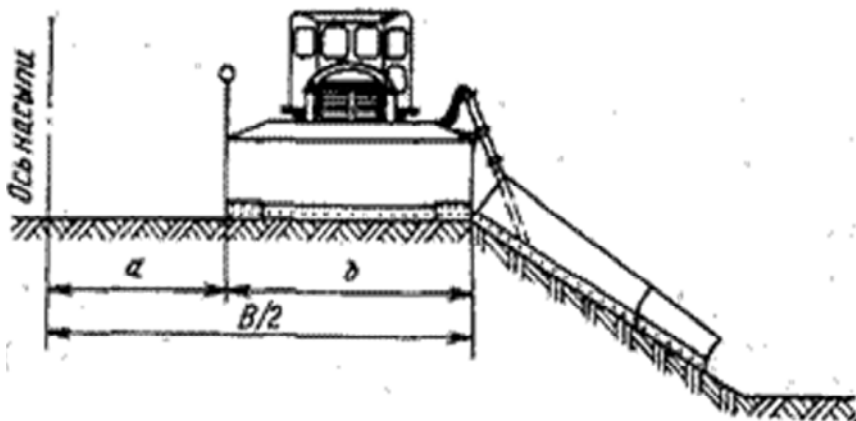


Рис. 5.26. Оборудование бульдозера для планировки крутых откосов

Откосы высоких насыпей и глубоких выемок планируют с помощью экскаваторов. При насыпях до 5–7 м целесообразно применять экскаватор-планировщик с телескопической стрелой (рис. 5.27).

Планировку экскаваторами-планировщиками производят с верхней и нижней стоянок экскаватора, планировку экскаватором-драглайном – только с верхней стоянки.

При более глубоких выемках или более высоких насыпях планировку откосов производят по ярусам, разделяемым полками шириной не менее 5 м, по которым и перемещаются экскаваторы.

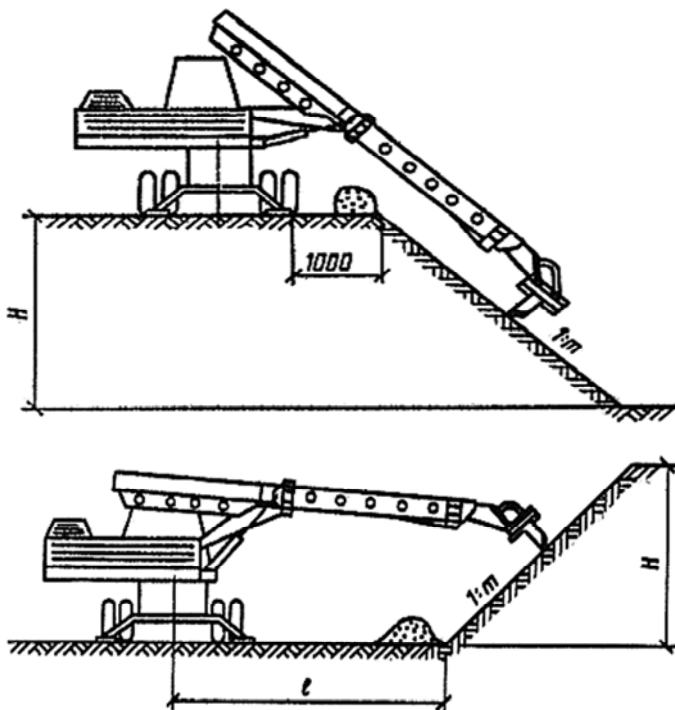


Рис. 5.27. Планировка откосов экскаватором-планировщиком с телескопической стрелой

При большей высоте насыпей (до 14 м) применяют экскаватор драглайн с обычным ковшом (рис. 5.28).



Рис. 5.28. Экскаватор-драглайн

6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Основным конструктивным элементом автомобильной дороги является дорожная одежда. Ее стоимость может составлять до 70 % всей стоимости строительства автомобильной дороги. Дорожную одежду укладывают на земляное полотно. Она и земляное полотно вместе образуют дорожную конструкцию. Дорожная одежда состоит из отдельных конструктивных слоев дорожно-строительных материалов. Она предназначена для восприятия и перераспределения транспортной нагрузки до уровня допустимой из условия прочности грунта земляного полотна.

6.1. Определение объемов работ и ресурсов по устройству дорожной одежды

Объемы работ и ресурсов по устройству дорожной одежды устанавливают на основе заданной конструкции (рис. 6.1), технической категории автомобильной дороги и протяженности участка.

Расчет ресурсов по устройству дорожной одежды ведут отдельно для каждого слоя в следующей последовательности:

1. Определяют ширину верха земляного полотна:

$$B = B_{\text{п}} + 2m(\Delta h - \Delta Y),$$

где $B_{\text{п}}$ – ширина дорожного (земляного) полотна, м;

Δh – снижение бровки верха земляного полотна относительно оси проезжей части;

ΔY – разность отметок оси проезжей части и бровки обочины, м:

$$\Delta Y = (0,5b + c)i_{\text{п}} + (a - c)i_{\text{о}}.$$

2. Определяют среднюю линию дренирующего слоя:

$$B_{\text{дс}} = B - mh_{\text{дс}},$$

где $h_{\text{дс}}$ – толщина дренирующего слоя, м.

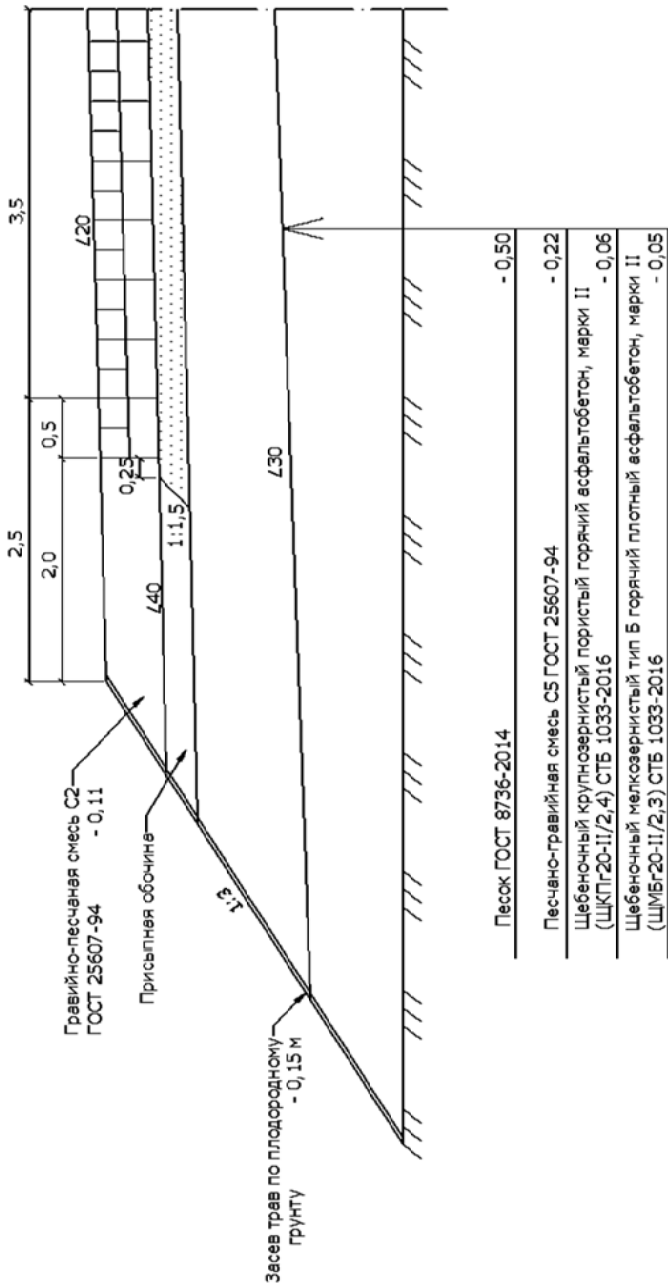


Рис. 6.1. Конструкция дорожной одежды

3. Определяют объем дренирующего слоя (в плотном теле):

$$V_{\text{дс}} = B_{\text{дс}} h_{\text{дс}} L,$$

где L – длина участка, м.

4. Определяют среднюю линию слоя основания:

$$B_0 = e + 2c + 2 \cdot 0,25 + m_2 h_3,$$

где m_2 – заложение откоса слоя основания;

h_0 – толщина слоя основания, м.

5. Определяют площадь или объем слоя основания:

$$S_0 = B_0 L, \text{ м}^2;$$

$$V_0 = B_0 L h_0, \text{ м}^3.$$

6. Определяют площадь верхнего и нижнего слоя покрытия:

$$S_{\text{п}} = (e + 2c)L, \text{ м}^2.$$

7. Определяют требуемые ресурсы для устройства отдельных слоев дорожной одежды по НРР 8.03.127–2017.

Определяют нормы времени на единицу объема ($H_{\text{вр}}$) для каждого слоя дорожной одежды.

8. Определяют затраты на весь объем или площадь:

$$M_i = H_{\text{вр}i} \cdot V_{\text{дс}} / 100;$$

$$M_i = H_{\text{вр}i} \cdot S_{\text{дс}} / 1000,$$

где $H_{\text{вр}i}$ – норма времени каждого механизма, маш.-ч.

9. Принимают один механизм с наибольшей стоимостью и производительностью как ведущую машину (асфальтоукладчик).

10. Определяют количество смен работы ведущей машины:

$$N_a = \frac{M_a}{t_{\text{см}} n_a} \text{ (округляют до целого числа),}$$

где n – количество ведущих машин.

11. Определяют количество вспомогательных машин:

$$n_i = \frac{M_i}{t_{\text{см}} N_a} \text{ (округляют до целого числа).}$$

6.2. Расчет ресурсов и комплектование звена по устройству дренирующих слоев дорожной одежды

Дренирующий слой обеспечивает осушение верхнего слоя земляного полотна в период избыточного увлажнения, что способствует повышению прочности и надежности дорожной одежды. Его устраивают из песков или песчано-гравийных смесей с коэффициентом фильтрации не менее 1 м/сутки [9].

Толщину дренирующего слоя рассчитывают из условия своевременного отвода всей воды (атмосферных осадков, грунтовых вод), поступающей в район верхнего слоя земляного полотна. Дренирующий слой обычно устраивается на всю ширину земляного полотна с целью отвода поступившей воды на откос (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Схема отсыпки дренирующего слоя дорожной одежды

Дренирующие слои дорожной одежды устраиваются по следующей технологической схеме:

- 1) разбивочные работы;
- 2) доставка песка;

- 3) разравнивание материала;
- 4) уплотнение с увлажнением грунта.

Пример.

Определить объем работ и ресурсы по устройству 1 км дренарующего слоя из песка толщиной $h_{дс}$ ___ см на автомобильной дороге III технической категории, если Δh ___, м.

Решение.

1. Определяют ширину верха земляного полотна:

$$B = B_{п} + 2m(\Delta h - \Delta Y), \text{ м.}$$

2. Определяют среднюю линию дренарующего слоя:

$$B_{дс} = B - mh_4, \text{ м.}$$

3. Определяют объем дренарующего слоя:

$$V_{дс} = B_{дс}h_4L, \text{ м}^3.$$

4. Определяют требуемые ресурсы по НРР 8.03.127–2017 (расценка Е27-14-1) на каждые 100 м³ дренарующего слоя [10].

Автогрейдеры среднего типа $H_{вр гр}$ – ___ маш.-ч.

Тракторы на гусеничном ходу $H_{вр т}$ – ___ маш.-ч.

Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25 т $H_{вр к 25 т}$ – ___ маш.-ч.

Катки дорожные самоходные пневмоколесным ходу 16 т $H_{вр к 16 т}$ – ___ маш.-ч.

Машина поливочная $H_{вр пм}$ – ___ маш.-ч.

5. Определяют требуемые ресурсы на весь объем:

$$M_a = H_{вр а} \cdot V_{дс} / 100;$$

$$M_t = H_{вр т} \cdot V_{дс} / 100;$$

$$M_{к 25 т} = H_{вр к 25 т} \cdot V_{дс} / 100;$$

$$M_{к 16 т} = H_{вр к 16 т} \cdot V_{дс} / 100;$$

$$M_{пм} = H_{вр пм} \cdot V_{дс} / 100.$$

6. Определяют количество автогрейдеров:

$$n_{гр} = \frac{M_{гр}}{t_{см} N_a} \text{ (принимают __ автогрейдеров).}$$

7. Определяют количество вспомогательных машин:

$$\text{для катка 25 т: } n_{к 25 т} = \frac{M_{к 25 т}}{t_{см} N_a} \text{ (принимают __ каток 25 т);}$$

$$\text{для катка 16 т: } n_{к 16 т} = \frac{M_{к 16 т}}{t_{см} N_a} \text{ (принимают __ каток 16 т);}$$

$$\text{для поливочной машины: } n_{пм} = \frac{M_{пм}}{t_{см} N_a} \text{ (принимают __ машин).}$$

Работа выполняется за __ смен.

Состав бригады по устройству дренирующего слоя: *ведущая машина* – автогрейдер – __; *вспомогательные машины*: трактор – __, каток 25 т – __, каток 16 т – __, поливочная машина – __.

6.3. Расчет ресурсов и комплектование звена по устройству слоя основания

Основание – часть конструкции дорожной одежды, расположенная под покрытием. Совместно с покрытием основание обеспечивает перераспределение и снижение напряжений, возникающих в конструкции дорожной одежды и в грунте рабочего слоя земляного полотна; обеспечивает морозоустойчивость и осушение конструкции дорожной одежды. Основание может состоять из нескольких слоев. Верхний слой основания устраивают из более прочных мате-

риалов. Нижний слой основания выполняют из материалов, к которым предъявляют менее жесткие требования по прочности.

Чаще всего слои основания выполняют из песчано-гравийной смеси, гравия, щебня, щебня и гравия, грунтов, укрепленных вяжущими: цементом, битумом, битумными эмульсиями. Слои основания могут быть однослойные или двухслойные. При толщине слоя 8–15 см устраивают однослойное основание, а если более 15 см, то устраивают двухслойное основание.

При укладке двухслойного основания нижний слой устраивают из более крупного материала, а верхний – из более мелкого.

Слои основания устраивают в следующей последовательности:

- 1) разбивочные работы;
- 2) доставка гравийной или щебеночной крупнозернистой смеси для устройства нижнего слоя основания (рис. 6.3, *a*);
- 3) разравнивание и профилирование нижнего слоя основания;
- 4) увлажнение и уплотнение нижнего слоя основания (рис. 6.3, *б*);
- 5) доставка гравийной или щебеночной мелкозернистой смеси для устройства верхнего слоя основания;
- 6) разравнивание и профилирование верхнего слоя основания;
- 7) увлажнение и уплотнение верхнего слоя основания.

Уплотнение производят от краев к середине с перекрытием следа 25–30 см. При уплотнении в сухую погоду смесь увлажняют из расчёта 6–12 л/м².

При контроле качества выполненных работ проверяют:

- 1) ширину слоя основания;
- 2) толщину слоя в уплотнённом состоянии;
- 3) степень уплотнения.

a



б



Рис. 6.3. Схема устройства основания из щебня:
a – доставка щебня; *б* – разравнивание, планировка и уплотнение щебня

Пример.

Определить объем работ и ресурсы по устройству 1 км двух-слойного основания из ПГС толщиной 22 см на автомобильной дороге III технической категории.

Решение.

1. Определяют среднюю линию основания:

$$B_0 = b + 2c + 2 \cdot 0,25 + mh_0, \text{ м.}$$

2. Определяют площадь слоев основания:

$$S_0 = B_0 L, \text{ м}^2.$$

3. Определяют ресурсы по НРР 8.03.127–2017 на каждые 1000 м² слоя основания (расценка Е 27-21-2) – нижний слой основания толщиной 12 см и (расценка Е 27-21-3) – верхний слой основания толщиной 10 см.

Автогрейдер 99 л. с. $M_{\text{гр}} = (H_{\text{вр гр 12}} + H_{\text{вр гр 10}})S_0/1000$, маш.-ч.

Катки дорожные самоходные гладкие 13 т $M_{\text{к 13 т}} = (H_{\text{вр к 13 т 12}} + H_{\text{вр к 13 т 10}})S_0/1000$, маш.-ч.

Катки самоходные на пневмоколесном ходу 16 т $M_{\text{к 16 т}} = (H_{\text{вр к 16 т 12}} + H_{\text{вр к 16 т 10}})S_0/1000$, маш.-ч.

Машина поливомоечная $M_{\text{пм}} = (H_{\text{вр пм 12}} + H_{\text{вр пм 10}})S_0/1000$, маш.-ч.

4. Определяют количество автогрейдеров на устройстве основания:

$$N_{\text{гр}} = \frac{M_{\text{гр}}}{t_{\text{см}} N_a} \text{ (принимают __ автогрейдеров).}$$

5. Определяют количество вспомогательных машин:

$$N_{\text{к 8 т}} = \frac{M_{\text{к 8 т}}}{t_{\text{см}} N_a} \text{ (принимают __ катка 8 т);}$$

$$n_{\text{к 13 т}} = \frac{M_{\text{к 13 т}}}{t_{\text{см}} N_a} \text{ (принимают __ катка 13 т);}$$

$$n_{\text{к 16 т}} = \frac{M_{\text{к 16 т}}}{t_{\text{см}} N_a} \text{ (принимают __ каток 16 т);}$$

$$n_{\text{пм}} = \frac{M_{\text{пм}}}{t_{\text{см}} N_a} \text{ (принимают __ машин).}$$

Работы выполняют за __ смен.

\ автогрейдер – __, *вспомогательные машины*: каток 8 т – __, каток 13 т – __, каток 16 т – __, поливочная машина – __.

6.4. Расчет ресурсов и комплектование звена по устройству покрытия

Асфальтобетонные покрытия укладывают в сухую погоду при температуре от +5 °С весной до +10 °С осенью.

Приготовленную асфальтобетонную смесь доставляют к месту укладки автосамосвалами. При выезде с асфальтобетонного завода на асфальтобетонную смесь выдают паспорт, в котором указывают:

- наименование и адрес изготовителя;
- наименование и адрес потребителя;
- номер и дату выдачи документа;
- дату и время изготовления и отгрузки смеси;
- вид, тип, марку смеси и ее условное обозначение, номер партии;
- массу отгруженной смеси;
- удельную эффективную активность естественных радионуклидов в исходных материалах.

Качество смеси зависит от температуры. Температура асфальтобетонной смеси при укладке для горячих асфальтобетонных смесей должна быть не ниже 120 °С. Расстояние для транспортировки смеси составляет в жару 40–50 км, в прохладную погоду – 20–30 км.

При устройстве асфальтобетонного покрытия подготавливают основание: производят распределение жидкого битума или битумной эмульсии с расходом 0,3–0,5 л/м² (подгрунтовка).

Технологический процесс устройства асфальтобетонного покрытия состоит из следующих основных операций:

- 1) очистки покрытия от пыли и грязи;
- 2) доставки и выгрузки в бункер асфальтоукладчика смеси;
- 3) распределения смеси слоем требуемой толщины;
- 4) уплотнения смеси звеном катков различной массы.

Начало уплотнения производится при температуре не ниже 150 °С для щебнемастичного асфальтобетона, 120 °С – для горячего асфальтобетона, 100 °С – для теплого асфальтобетона. При завершении уплотнения температура асфальтобетона должна быть 70–80 °С. Укатку производят от краев к середине покрытия с перекрытием следа на 20–30 см (рис. 6.4).

При приемке асфальтобетонного покрытия в эксплуатацию определяют коэффициент уплотнения. Этот коэффициент должен быть для асфальтобетонных смесей типа А и Б не менее 0,99 и для типов В, Г, Д – 0,98.

Укладку асфальтобетонной смеси производят одним асфальтоукладчиком (рис. 6.5) или двумя (рис. 6.6).

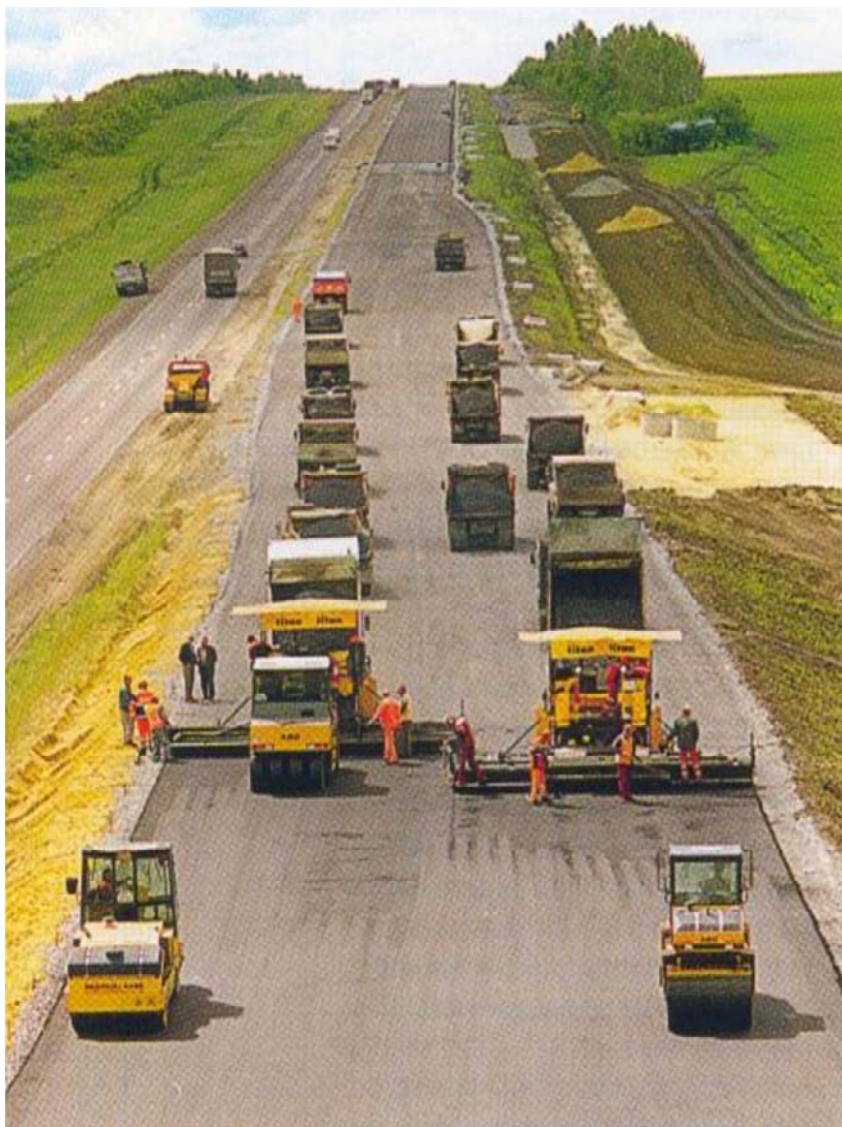


Рис. 6.4. Устройство асфальтобетонного покрытия

Укладку асфальтобетонной смеси производят по следующей технологической схеме

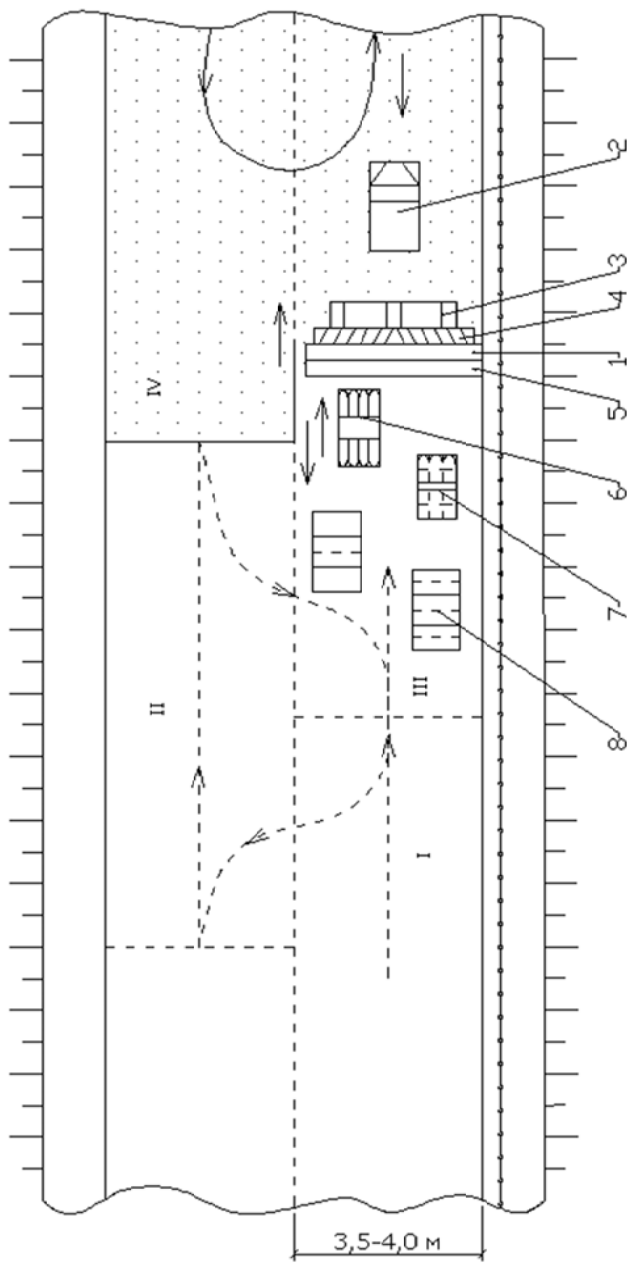


Рис. 6.5. Схема укладки асфальтобетонной смеси одним укладчиком.

1 – асфальтоукладчик; 2 – автосамосвал; 3 – приемный бункер асфальтобетонной смеси; 4 – шнек для распределения асфальтобетонной смеси по ширине; 5 – трамбующий брус; 6 – легкий каток; 7 – средний каток; 8 – тяжелый каток.

I, II, III – последовательность укладки асфальтобетонной смеси на отдельных захватках

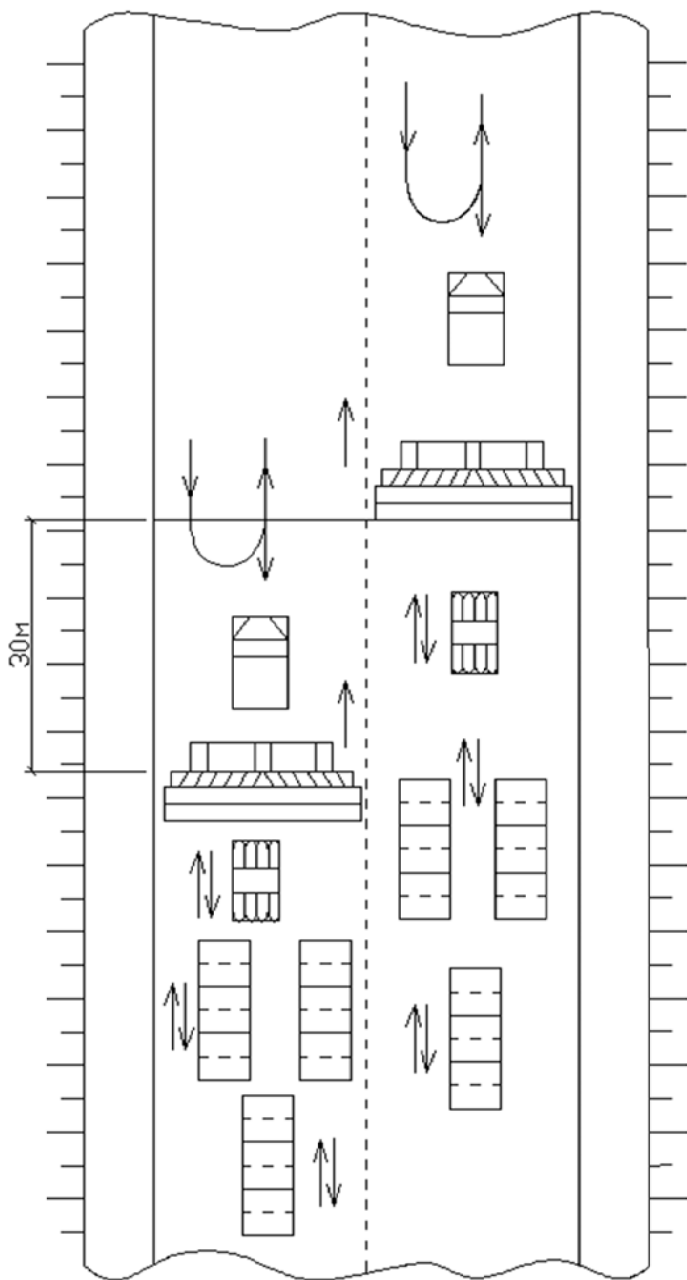


Рис. 6.6. Схема укладки асфальтобетонной смеси двумя укладчиками

Пример.

Определить объем работ и ресурсы по устройству ___ км верхнего слоя асфальтобетонного покрытия толщиной $h_{\text{вп}}$ ___ см на автомобильной дороге III технической категории.

Решение.

1. Определяют площадь покрытия:

$$S_{\text{п}} = (e + 2c)L, \text{ м}^2.$$

2. Определяют ресурсы по устройству верхнего слоя асфальтобетонного покрытия толщиной $h_{\text{вп}}$ ___ см по НРР 8.03.127–2017 (расценка Е 27-53-1).

Определяют норму времени для укладки 1000 м^2 покрытия толщиной 4 см для укладчика асфальтобетона $H_{\text{вр а 4}}$ – ___ маш.-ч; катков 8 т $H_{\text{вр к 8 т 4}}$ – ___ маш.-ч; катков 13 т $H_{\text{вр к 13 т 4}}$ – ___ маш.-ч.

3. Определяют дополнительные ресурсы на изменения толщины слоя на ___ см (расценка Е 27-54-1) для укладчика асфальтобетона $H_{\text{вр а +0,5}}$ – ___ маш.-ч; катков 8 т $H_{\text{вр к 8 т +0,5}}$ – ___ ; катков 13 т – $H_{\text{вр к 13 т +0,5}}$ – ___ маш.-ч.

4. Определяют ресурсы на весь объем:

$$h_{+0,5} = (h_{\text{вп}} - 4)/0,5;$$

$$M_{\text{а}} = (H_{\text{вр а 4}} + h_{+0,5}H_{\text{вр а +0,5}}) \cdot S_{\text{п}}/1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{к 8 т}} = (H_{\text{вр к 8 т 4}} + h_{+0,5}H_{\text{вр к 8 т +0,5}}) \cdot S_{\text{п}}/1000, \text{ маш.-ч};$$

$$M_{\text{к 13 т}} = (H_{\text{вр к 13 т 4}} + h_{+0,5}H_{\text{вр к 13 т +0,5}}) \cdot S_{\text{п}}/1000, \text{ маш.-ч}.$$

5. Определяют число смен работы ведущих машин (асфальтоукладчик):

$$N_{\text{а}} = \frac{M_{\text{а}}}{t_{\text{см}} n_{\text{а}}} \text{ (принимают ___ смен),}$$

где $n_{\text{а}}$ – число асфальтоукладчиков.

6. Определяют количество вспомогательных машин:

$$n_{к 8 т} = \frac{M_{к 8 т}}{t_{см} N_a} \text{ (принимают __ катков 8 т);}$$

$$n_{к 13 т} = \frac{M_{к 13 т}}{t_{см} N_a} \text{ (принимают __ катков 13 т).}$$

Работы выполняют за __ смен.

Состав бригады по укладке верхнего слоя асфальтобетона: *ведущая машина* – асфальтоукладчик – __; *вспомогательные машины*: каток 8 т – __, каток 13 т – __.

6.5. Расчет ресурсов по устройству присыпных обочин

После устройства дорожной одежды приступают к отсыпке присыпных обочин. Объем присыпных обочин берут из первого раздела. Зная объем, производят расчет ресурсов по устройству присыпных обочин так же, как и для экскаваторного звена.

7. РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОГО КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Линейный календарный график производства работ показывает последовательность и сроки выполнения работ звеньями на отдельных участках.

При построении графика необходимо учитывать последовательность выполнения отдельных видов работ. Разработку линейного календарного графика необходимо выполнять одновременно с комплектованием звеньев. Для этого исходя из продолжительности строительного сезона или директивного срока строительства назначают максимальное количество смен работы (T_{max}). До начала производства основных видов работ должны быть выполнены подготовительные работы. Устройство водопропускных железобетонных труб должно быть выполнено до сооружения земляного полотна.

В нижней части линейного календарного графика с левой стороны указывают виды работ каждого звена (бульдозерного, скреперного, экскаваторного и других звеньев, работающих на устройстве дорожной одежды). С правой стороны указывают положение начала и конца участка работы каждого звена и объемы работ, которые берут из графика распределения земляных масс. Зная объемы работ и среднюю производительность механизмов, определяют необходимое число смен работы звеньев на каждом участке. Сумма смен по отдельным участкам должна быть равна общей продолжительности работ соответствующего звена.

При построении календарного графика по вертикальной оси откладывают число смен работы звеньев, а по горизонтальной – длину участков, на которых производят различные виды работ.

Вначале строят график выполнения подготовительных работ, затем – устройства водопропускных труб. Далее строят графики выполнения работ бульдозерным, скреперным и экскаваторным звеньями. После сооружения земляного полотна приступают к устройству дорожной одежды и строят графики выполнения работ по устройству каждого слоя дорожной одежды. Линии графиков не должны пересекаться.

Устройство присыпных обочин выполняют после устройства дорожной одежды. Общее число смен работы на графике не должно превышать заданного срока строительства.

На графиках работы отдельных звеньев указывают состав звена: количество ведущих и вспомогательных механизмов (рис. 7.1).

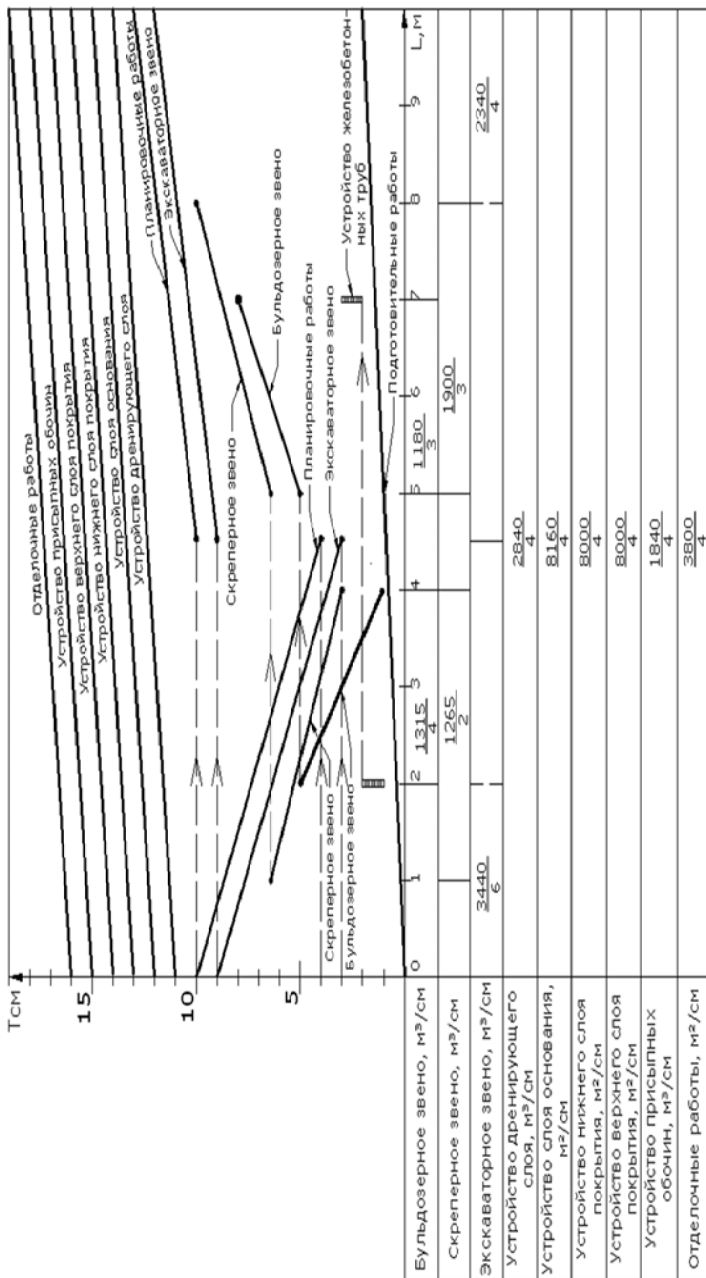


Рис. 7.1. Линейный график производства дорожно-строительных работ

8. ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧАСТКА ДОРОГИ

Зимнее содержание автомобильных дорог имеет большое значение в деятельности эксплуатационных организаций. Для организации надежной работы автомобильного транспорта в зимний период необходимо определить объемы снегоприноса, выявить снегозаносимые участки и предусмотреть мероприятия по защите дороги от снежных заносов [13].

8.1. Способы обеспечения незаносимости земляного полотна снегом

Главными мерами, обеспечивающими незаносимость земляного полотна снегом, являются подъем насыпи до определенной отметки и придание поперечному профилю низким насыпям и неглубоким выемкам обтекаемого для снежно-ветрового потока очертания. Возвышение насыпи над расчетным уровнем снежного покрова определяют исходя из условия повышения скорости снежно-ветрового потока до значения, обеспечивающего перенос снега через дорожное полотно без образования отложений (рис. 8.1).

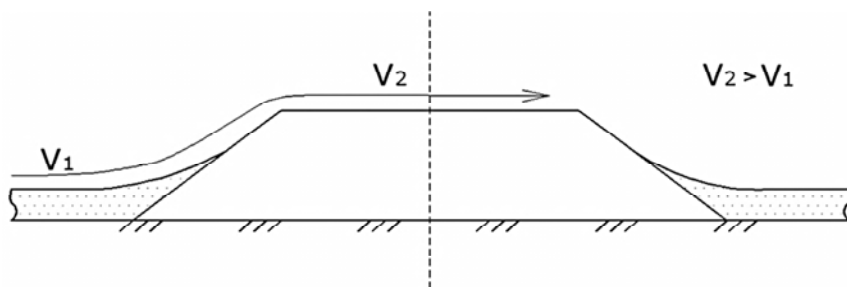


Рис. 8.1. Повышение скорости снежно-ветрового потока над насыпью

Для соблюдения этого условия высоту насыпи назначают больше высоты снегозаносимой насыпи (рис. 8.2), которую определяют по формуле

$$h_n = h_{сн} + \Delta h,$$

где h_n – высота незаносимой снегом насыпи, м;

$h_{сн}$ – расчетная высота снежного покрова, м;

Δh – возвышение над снежным покровом, обеспечивающее незааносимость насыпи, м; принимают равным 1,2; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4 м, для автомобильных дорог соответственно I, II, III, IV, V технических категорий.

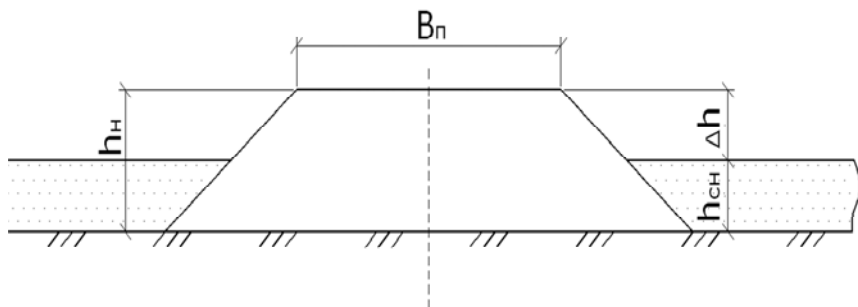


Рис. 8.2. Определение высоты незааносимой снегом насыпи

Высоту незааносимой снегом насыпи и высоту снежного покрова можно принять по табл. 8.1.

Таблица 8.1

Высота снежного покрова и незааносимой снегом насыпи

Районы снеганосимости дорог		Расчетная высота снежного покрова h_c , м	Высота незааносимой снегом насыпи h_n по категориям дорог, м				
Обозначение	Часть территории Беларуси		I	II	III	IV	V
I	Северо-восточная	0,6	1,8	1,3	1,2	1,1	1,0
II	Центральная	0,5	1,7	1,2	1,1	1,0	0,9
III	Южная и Западная	0,4	1,6	1,1	1,0	0,9	0,8
IV	Юго-западная	0,3	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7

Все выемки, особенно глубиной до 2 м, заносятся снегом в первую очередь из-за резкого снижения скорости снежно-ветрового потока над участком понижения рельефа местности (рис. 8.3).

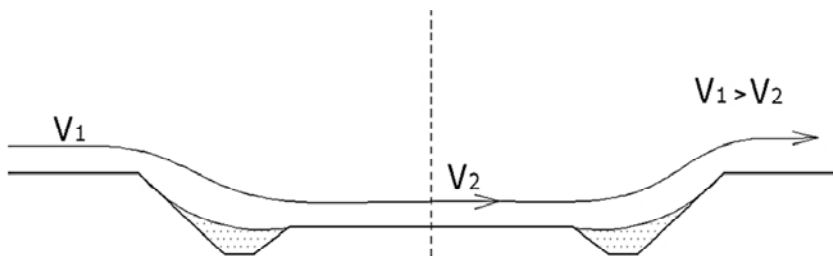


Рис. 8.3. Снижение скорости снежно-ветрового потока в выемке

Уменьшить снегозаносимость выемок за счет элементов поперечного профиля земляного полотна возможно путем раскрытия выемок глубиной до 2 м с устройством пологих откосов заложением 1 : 6–1 : 8. При этом пологие откосы выемок можно использовать для выращивания сельскохозяйственных культур.

Снегозаносимость выемок глубиной более 2 м можно снизить путем увеличения заложения откосов с 1 : 1,5 до 1 : 3 или устройства дополнительных аккумуляционных полок.

8.2. Определение объемов снегоприноса

Для планирования работ по зимнему содержанию необходимо знать местоположение участков автомобильных дорог, которые могут быть занесены снегом, а также предполагаемый объем снега, принесенный за время метели к дороге. Количество снега, принесимого метелями в течение зимы к сторонам автомобильной дороги, называют объемом снегоприноса. Измеряют объем снегоприноса в м^3 на 1 м длины дороги ($\text{м}^3/\text{м}$) [14].

Территория Республики Беларусь разделена на четыре района, различающихся по условиям снегоприноса (рис. 8.4).

Для определения объемов снегоприноса необходимо определить район расположения автомобильной дороги, ее направление (азимут или румб) и угол между направлением дороги и румбом направления метелей.

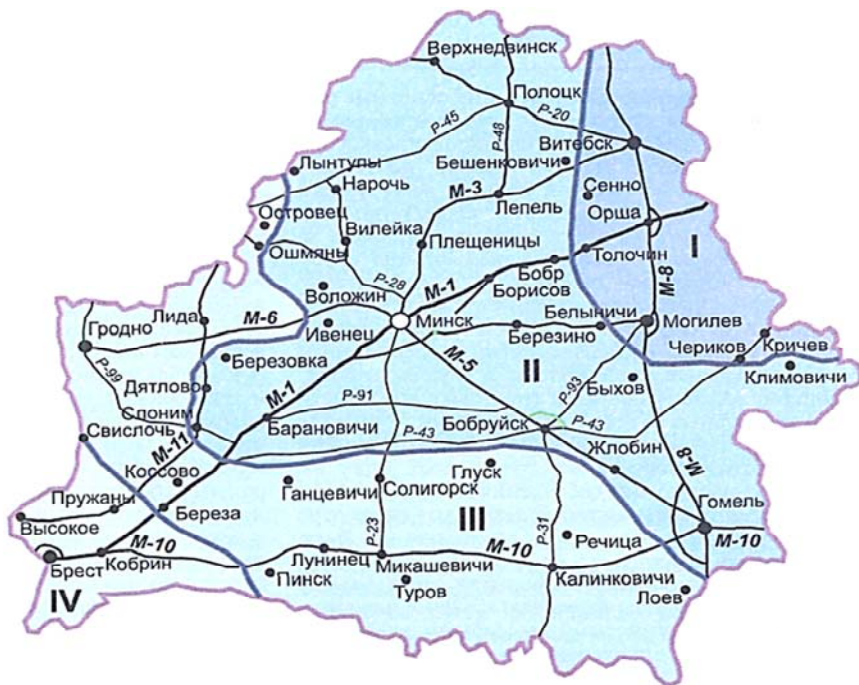


Рис. 8.4. Районирование территории Республики Беларусь по условиям снегоприноса на автомобильных дорогах:
 I–IV – районы по условиям снегоприноса;
 - - - - - границы районов;
 ————— автомобильные дороги

Для определения объемов снегоприноса накладывают розу ветров на направление оси рассматриваемого участка автомобильной дороги. Затем определяют величины углов, которые образуют румбы направлений метелей с осью участка с каждой стороны дороги. За господствующее принимают такое направление, у которого угол с осью дороги имеет большее значение (рис. 8.5).

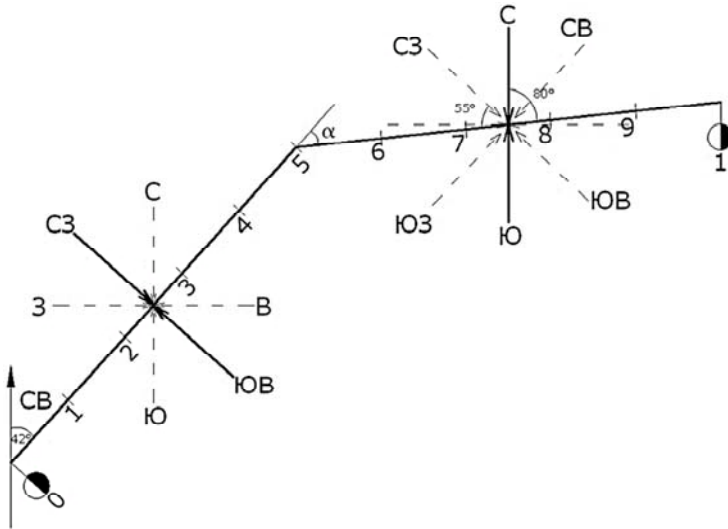


Рис. 8.5. Схема участка автомобильной дороги

Для господствующего направления отдельно слева и справа от дороги по табл. 8.2 принимают максимальные объемы снегоприноса (Q_{\max}), по табл. 8.3 – средние из максимальных ($Q_{\text{ср}}$) и средние объемы снегоприноса за одну метель (Q_M). Аналогично определяют объемы снегоприноса на других участках автомобильной дороги после угла поворота.

Таблица 8.2

Максимальные объемы снегоприноса

Районы снегозаносимости дорог		Максимальные объемы снегоприноса за расчетный период к сторонам автомобильных дорог Q_{\max} , м ³ /пог. м*							
Обо- зна- чение	Часть территории Беларуси	северной	северо- восточной	восточной	юго- восточной	южной	юго- западной	западной	северо- западной
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Северо- восточная	90	120	150	135	120	105	90	75
II	Центральная	70	80	100	100	90	70	70	60

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
III	Западная	70	70	75	70	55	55	60	60
	Южная	45	55	75	70	55	45	45	45
IV	Юго-западная	40	45	50	45	35	35	40	40
* Далее по тексту м ³ /м.									

Таблица 8.3

Средние из максимальных объемов снегоприноса

Районы снегозаносимости дорог		Средние из максимальных объемов снегоприноса за расчетный период к сторонам автомобильных дорог $Q_{ср}$, м ³ /м								Объемы снегоприноса за одну метель $Q_{м}$, м ³ /м
Обозначение	Часть территории Беларуси	северной	северо-восточной	восточной	юго-восточной	южной	юго-западной	западной	северо-западной	
I	Северо-восточная	38	51	64	58	51	45	38	32	18
II	Центральная	30	35	44	44	39	30	30	27	12
III	Западная	28	28	31	28	22	22	25	25	10
	Южная	24	28	40	36	28	24	24	24	11
IV	Юго-западная	19	19	21	19	15	15	17	17	8

8.3. Определение границ снегозаносимых участков

Дорожная служба обязана в процессе эксплуатации дороги выявлять снегозаносимые участки, устанавливать причины снежных заносов, разрабатывать и осуществлять меры, уменьшающие или полностью устраняющие заносимость снегом.

На дорогах, проходящих по открытой местности, участки, подлежащие ограждению, определяют с учетом признаков заносимости, указанных в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Категории снеготранспорта земляного полотна

Категории снеготранспорта земляного полотна	Характеристика элементов поперечного профиля земляного полотна и снеготранспорта снегозащиты	Очередность создания снегозащиты
I Сильно-заносимые	Выемки глубиной до 2 м. Постоянные средства защиты, снеготранспортность которых меньше объема снегоприноса за одну метель Q_M	В первую очередь
II Средне-заносимые	Нулевые места и насыпи, высота которых меньше расчетной высоты снежного покрова h_c . Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы выемок, снеготранспортность которых больше Q_M , но меньше среднего объема снегоприноса Q_{cp}	Во вторую очередь
III Слабо-заносимые	Насыпи высотой больше h_c , но меньше высоты незаносимой снегом насыпи h_n . Нулевые места и выемки, разделанные под насыпь. Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы выемок, снеготранспортность которых больше Q_{cp} , но меньше максимального объема снегоприноса Q_{max} . Насыпи с металлическими барьерными ограждениями, в том числе снеготранспортные	В третью очередь
IV Незаносимые	Насыпи, высота которых больше h_n . Постоянные средства снегозащиты и подветренные откосы глубоких выемок, снеготранспортность которых больше Q_{max} , Участки дорог, проходящих через сплошные лесные массивы	Защиту не предусматривают

Зная средние объемы снегоприноса за одну метель Q_M , средние из максимальных объемы снегоприноса Q_{cp} и максимальные объемы снегоприноса Q_{max} , вычисляют минимальные значения глубины выемок, по величине которых определяют категории по заносимости снегом:

$$h_B^M = \sqrt{(Q_M/K)}; \quad h_B^{CP} = \sqrt{(Q_{CP}/K)};$$

$$h_B^{\max} = \sqrt{(Q_{\max}/K)},$$

где h_B^M , h_B^{CP} , h_B^{\max} – соответственно минимальные значения глубины выемок при объемах снегоприноса Q_M , Q_{CP} , Q_{\max} ;

K – коэффициент, зависящий от заложения откосов выемки; при заложении откоса выемки 1 : 1,5 $K = 0,9$; при 1 : 3 $K = 1,2$.

Анализируя сокращенный продольный профиль (рис. 8.6) с учетом данных, приведенных в табл. 8.4, вычисляют местоположение и категорию по снеготранспортируемости участков автомобильной дороги по следующей методике.

1. Определяют местоположение окончания четвертой категории по снеготранспортируемости (незатратные) на первом участке автомобильной дороги с низкой насыпью:

$$X_{K4} = \frac{h_{H2} - h_H}{h_{H2} - h_{H3}} \cdot 100,$$

где h_{H2} , h_{H3} – высота насыпи на ПК2 и ПК3, м;

h_H – высота незатратной снегом насыпи, м.

2. Определяют местоположение начала четвертой категории по снеготранспортируемости (незатратные) на втором участке автомобильной дороги с низкой насыпью:

$$X_{H4} = \frac{h_H - h_{H6}}{h_{H7} - h_{H6}} \cdot 100.$$

Проверка:

$$X_{H4} = 100 - \frac{h_{H7} - h_H}{h_{H7} - h_{H6}} \cdot 100,$$

где h_{H6} , h_{H7} – высота насыпи на ПК6 и ПК7, м;

h_H – высота незатратной снегом насыпи, м.

Протяженность незаносимого снегом участка автомобильной дороги (четвертая категория по снегозаносимости) от км 0+000 до км 0+283 равна 283 м и от км 0+624 до км 1+000 – 376 м; всего 659 м.

3. Определяют местоположение окончания третьей категории по снегозаносимости (слабозаносимые) на первом участке автомобильной дороги с выемкой:

$$X_{к3} = \frac{h_{н3} - h_{сн}}{h_{н3} + h_{в4}} \cdot 100,$$

где $h_{н3}$ – высота насыпи на ПК3, м;

$h_{сн}$ – высота снежного покрова, м;

$h_{в4}$ – глубина выемки на ПК4, м.

4. Определяют местоположение начала третьей категории по снегозаносимости на втором участке (слабозаносимые) автомобильной дороги с выемкой:

$$X_{н3} = \frac{h_{в5} + h_{сн}}{h_{в5} + h_{н6}} \cdot 100.$$

Проверка:

$$X_{н3} = 100 - \frac{h_{н6} - h_{сн}}{h_{н6} + h_{в5}} \cdot 100,$$

где $h_{н6}$ – высота насыпи на ПК6, м;

$h_{сн}$ – высота снежного покрова, м;

$h_{в5}$ – глубина выемки на ПК5, м.

Протяженность участка автомобильной дороги третьей категории по снегозаносимости (слабозаносимые) от км 0+283 до км 0+307 равна 24 м и от км 0+597 до км 0+624 – 27 м; всего 51 м.

5. Определяют местоположение окончания второй категории по снегозаносимости (среднезаносимые) на первом участке автомобильной дороги с выемкой:

$$X_{к2} = \frac{h_{н3}}{h_{н3} + h_{в4}} \cdot 100.$$

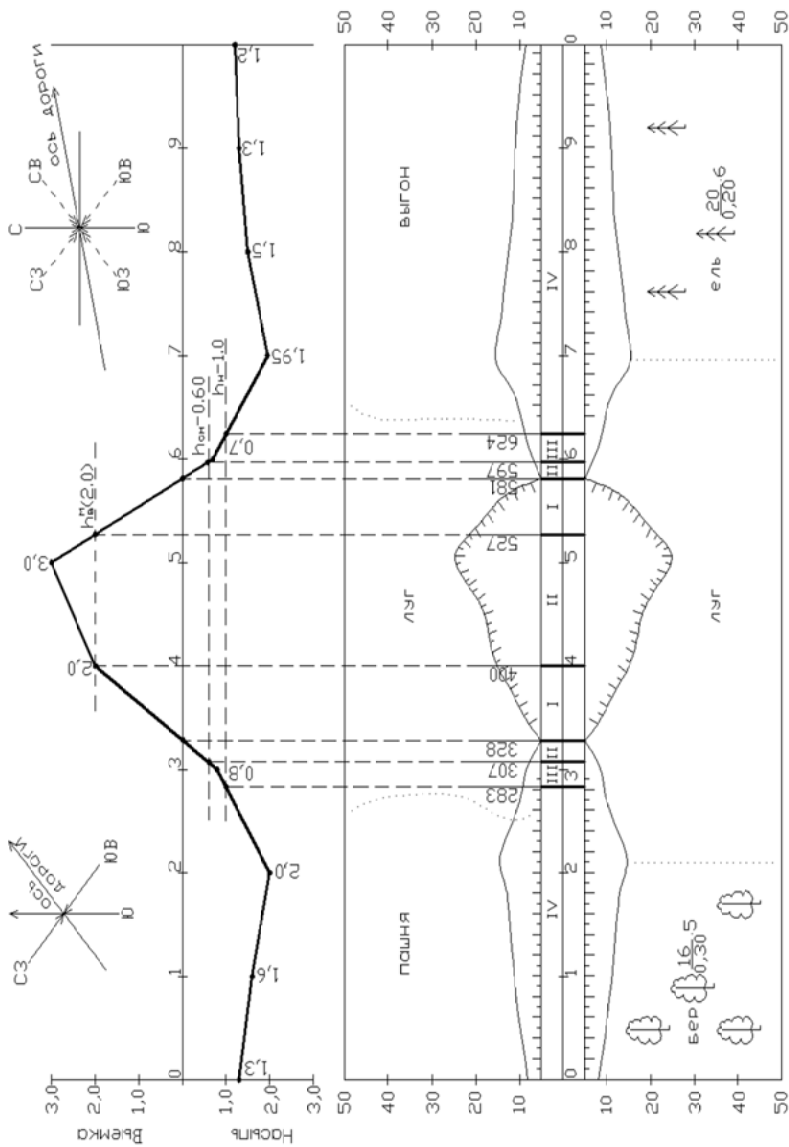


Рис. 8.6. Схема определения заносимых снегом участков автомобильной дороги во время метелей

6. Определяют местоположение начала второй категории по снеготаносимости (среднетаносимые) на втором участке автомобильной дороги с выемкой:

$$X_{H2} = \frac{h_{B5}}{h_{B5} + h_{H6}} \cdot 100.$$

Проверка:

$$X_{H2} = 100 - \frac{h_{H6}}{h_{H6} + h_{B5}} \cdot 100.$$

Протяженность участка автомобильной дороги второй категории по снеготаносимости (среднетаносимые) от км 0+307 до км 0+328 равна 21 м и от км 0+581 до км 0+597 – 16 м; всего 37 м.

7. Определяют местоположение окончания первой категории по снеготаносимости (сильнотаносимые) на первом участке автомобильной дороги в выемке:

$$X_{K1}^B = \frac{h_{H3} + h_B^M(2, 0)}{h_{H3} + h_{B4}} \cdot 100,$$

где h_B^M – глубина выемки от снеготаноса Q_M за одну метель; согласно ТКП 100–2011 можно принять равным 2,0 м.

8. Определяют местоположение начала первой категории по снеготаносимости (сильнотаносимые) на втором участке автомобильной дороги в выемке:

$$X_{H1}^B = \frac{h_{B5} - h_B^M(2, 0)}{h_{B5} + h_{H6}} \cdot 100.$$

Протяженность участка автомобильной дороги первой категории по снеготаносимости (сильнотаносимые) от км 0+328 до км 0+400 равна 72 м и от км 0+527 до км 0+581 – 54 м; всего 126 м.

Протяженность участка автомобильной дороги второй категории по снеготаносимости в выемке от км 0+400 до км 0+527 равна 127 м.

Местоположение снеготранспортируемых участков записывают в табл. 8.5.

Таблица 8.5

Протяженность и категории снеготранспортируемости участков

№ п/п	Местоположение снеготранспортируемого участка				Категория снеготранспортируемости		Ширина снего-сборного бассейна	Объем снегоприноса			Примечание
	Сторона дороги	Начало	Окончание	Протяженность	Насыпь	Выемка		Q_m	Q_{cp}	Q_{max}	
1	Правая	0+283	0+307	24	III		1,5	12	44	100	От h_n до $h_{сн}$
2	Левая	0+283	0+307	24	III		1,5	12	27	60	От h_n до $h_{сн}$
3	Правая	0+307	0+328	21	II		1,5	12	44	100	$h_n < h_{сн}$
4	Левая	0+307	0+328	21	II		1,5	12	27	60	$h_n < h_{сн}$
5	Правая	0+383	0+400	17		I	1,5	12	44	100	$h_b < (2,0)h_b^M$
6	Левая	0+383	0+400	17		I	1,5	12	27	60	$h_b < (2,0)h_b^M$

Итого: правая сторона:

I категория – ___ м,
 II категория – ___ м,
 III категория – ___ м,
 Всего _____ м.

левая сторона:

I категория – ___ м,
 II категория – ___ м,
 III категория – ___ м,
 Всего _____ м.

8.4. Разработка мероприятий по защите дорог от снежных заносов

Защита дорог от снежных заносов производится на снеготранспортируемых участках с целью предупреждения отложений снега на проезжей части автомобильных дорог. Специальные устройства могут быть постоянные и временные. К постоянным относят средства защиты, которые устраивают на весь срок службы. К ним относят снегозащитные насаждения (рис. 8.7) [15].



Рис. 8.7. Снегозадерживающие посадки вдоль дорог

Средства защиты, которые ежегодно устраивают в конце осени или в начале зимы, называют временными. К временным средствам защиты относят переносные решетчатые щиты, полимерные сетки, снежные траншеи.

Наиболее надежным, экономичным и долговечным видом постоянной защиты являются снегозащитные лесонасаждения.

При небольших объемах снегоприноса применяют одно- или двухрядные посадки деревьев или кустарника высотой 2–4 м. Располагают снегозащитные посадки на расстоянии не менее десяти высот насаждений от бровки земляного полотна.

Основными параметрами снегозадерживающих насаждений являются высота и удаление насаждений от дороги (рис. 8.8).



Рис. 8.8. Однорядная посадка снегозадерживающих насаждений

Требуемую высоту насаждений определяют по формуле

$$h_{\text{тр}} = 0,32\sqrt{Q_{\text{max}}} + h_{\text{сн}},$$

где Q_{max} – максимальный объем снегоприноса, м³/м;

$h_{\text{сн}}$ – высота снежного покрова, м.

Снегоемкость однорядных снегозадерживающих насаждений определяют по формуле

$$W_{\text{н1}} = 7h^2, \text{ м}^3/\text{м},$$

где h – высота насаждений, м.

Число рядов снегозадерживающих насаждений можно определить по формуле

$$n = \frac{Q_{\text{max}}}{W_{\text{ж.и}}},$$

где Q_{max} – максимальный объем снегоприноса, м³/м.

Снегоемкость двухрядных снегозадерживающих насаждений увеличивается за счет наполнения снега между рядами (рис. 8.9).

$$W_{\text{мж.и}} = 7h^2 + 0,8hb,$$

где b – расстояние между рядами насаждений.

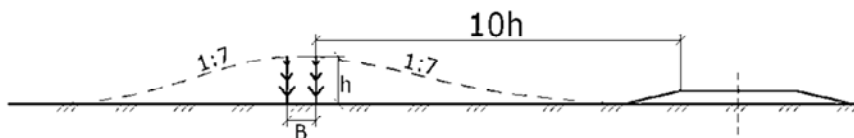


Рис. 8.9. Двухрядные снегозадерживающие насаждения

Надежность снегозащитных устройств определяют по формуле

$$N = (W/Q_{\text{max}}) \cdot 100 \%,$$

где W – снегоемкость устройств, м³/м.

При $N > 100 \%$ участок дороги гарантирован от образования снежных заносов.

При недостаточной снегоемкости постоянных снегозащитных устройств их усиливают временной защитой.

Снегозадерживающие насаждения создают из деревьев или кустарника одной породы. В еловых насаждениях в противопожарных целях через каждые 100–200 м устанавливают переемы из лиственных пород длиной не менее 10 м. Расстояние между деревьями в ряду принимается равным 1 м, а между рядами – 3 м. Длину снегозадерживающих устройств принимают на 30 м больше длины заносимых снегом участков автомобильной дороги.

Учитывая, что снегозадерживающие насаждения (рис. 8.10) вступают в работу через 5–6 лет, снегозаносимые участки следует оградить на этот период временными снегозадерживающими устройствами.



Рис. 8.10. Снегозадерживающие посадки из ели

Наиболее часто для защиты дорог от снежных заносов используют переносные решетчатые щиты или полимерные сетки. Они могут использоваться в качестве самостоятельного средства защиты от снежных заносов и как средство усиления лесопосадок [15].

Переносные щиты применяют на участках, где снегозащитные насаждения еще не вступили в работу. В климатических условиях Беларуси необходимо применять щиты из деревянных планок с общей просветностью от 50 до 60 % и просветностью нижней части от 60 до 70 % (рис. 8.11, табл. 8.6)

Прозветность определяют как отношение площади проветров к общей площади щита.

Таблица 8.6

Параметры решетчатых щитов

Тип щита	Высота, м	Прозветность, %			Скорость ветра, при которой можно применять щиты, м/с	Объем снегоприноса, при котором целесообразно применять щиты, м ³ /м
		общая	нижней части	верхней части		
1	2,0	50	60	40	>20	>100
2	1,5	50	60	40	>20	<100
3	2,0	60	70	50	≤20	>100
4	1,5	60	70	50	≤20	<100

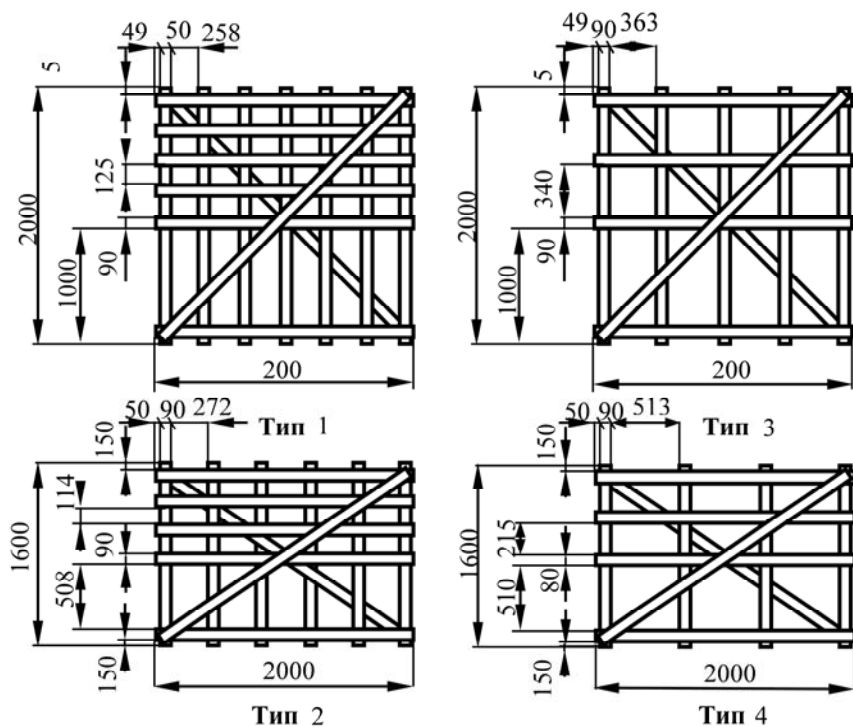


Рис. 8.11. Переносные решетчатые щиты

Для обеспечения требуемой прочности вертикальные планки изготавливают из древесины толщиной 15–16 мм, а горизонтальные и диагональные – 12–13 мм и шириной 90–95 мм

Схема отложения снега у щитов с различной просветностью приведена на рис. 8.12.

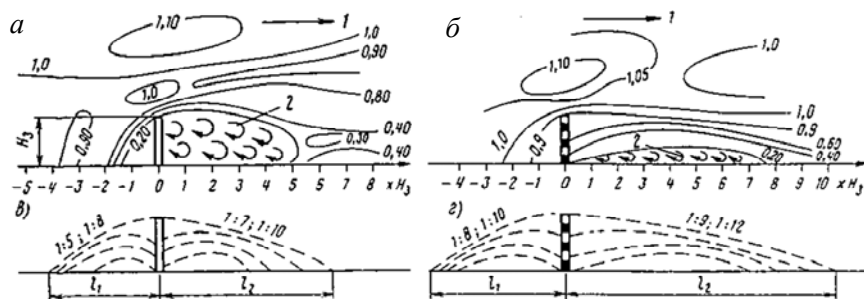


Рис. 8.12. Отложение снега у щитов с различной просветностью:
а – сплошных; б – решетчатых [16]

Колья устанавливают до замерзания грунта в предварительно просверленное отверстие глубиной 0,5 м с помощью ямобура, монтируемого на тракторе МТЗ-80/82. Расстояние между кольями 1,9 м. После установки кольев ямки засыпают грунтом и уплотняют. Колья можно устанавливать и другими способами.

Для предохранения щитов от примерзания к грунту их следует прикреплять к кольям таким образом, чтобы между грунтом и их нижней частью оставался просвет 5 см (рис. 8.13).



Рис. 8.13. Установка решетчатых щитов

В отдельных случаях (при наличии посевов озимых культур и т. п.) допускается установка щитов без кольев наклонно друг к другу прочно связывая верхние концы (рис. 8.14). Щиты скрепляют за верхние планки с перехлестом их на 10 см. Начальные (конечные) элементы крайних щитов крепятся к кольям.

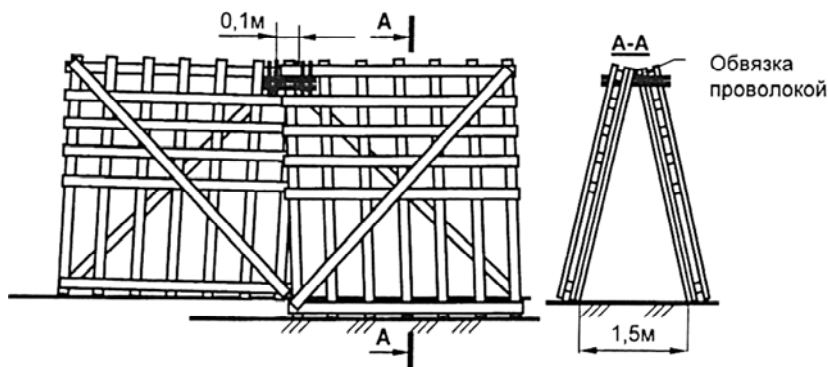


Рис. 8.14. Установка решетчатых щитов наклонно друг к другу

Снегозащита из щитов должна иметь в плане вид прямой или плавной кривой линии, без изломов и резких изгибов. Щиты по возможности следует ставить по верху возвышений на местности.

В местностях со слабоинтенсивными метелями (при объемах снегоприноса менее $50 \text{ м}^3/\text{п. м}$) допускается устраивать щитовые линии с разрывами шириной, равной расстоянию между кольями (1,9 м), и не чаще чем через каждые три щита (рис. 8.15).



Рис. 8.15. Установка решетчатых щитов с разрывом

Снегоемкость однорядных щитов определяют по формуле

$$W_{щ} = 9h_{щ}^2, \text{ м}^3/\text{м},$$

где $h_{щ}$ – высота щитов, м.

Переносные решетчатые щиты устанавливают параллельно оси автомобильной дороги. Ближайший ряд щитов должен быть расположен на расстоянии $15\text{--}20 h_{щ}$ от бровки земляного полотна (рис. 8.16).

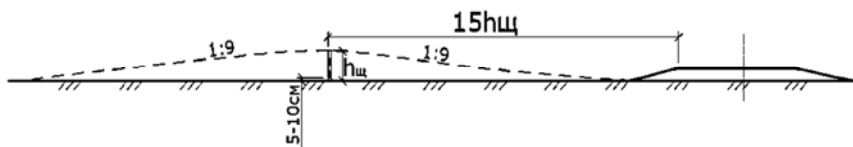


Рис. 8.16. Схема установки переносных решетчатых щитов

При объемах снегоприноса до $75 \text{ м}^3/\text{м}$ допускается применение снегозадерживающих преград, устраиваемых из синтетических сеток (рис. 8.17). Размер ячеек синтетических сеток должен быть $50 \times 50 \text{ мм}$. Высота синтетических сеток составляет $1,7 \text{ м}$. Материалы, из которых изготовлены сетки, должны обеспечивать их работу без деформаций и разрушений при температурах до минус $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Опорные кольца круглого сечения диаметром $60\text{--}80 \text{ мм}$ или квадратного сечения с размером сторон $60\text{--}80 \text{ мм}$ и высотой $2,4\text{--}2,6 \text{ м}$ устанавливают с шагом 2 м . Установку опорных колец рекомендуется производить в осенний период до замерзания грунта. К опорным кольям сетка крепится стяжными хомутами в количестве четырех штук на каждый кол. Верхний и нижний хомуты устанавливают на расстоянии 5 см от краев сетки, два оставшихся – на расстоянии 50 см от них. Перед креплением сетки к каждому из колец производится натяжение сетки.

Полимерный шпагат закрепляют узлом на первом опорном коле участка, протягивают на расстоянии $7\text{--}13 \text{ см}$ от верха сетки с продеванием в ячейки сетки с интервалом $30\text{--}40 \text{ см}$, натягивают, оборачивая вокруг каждого опорного кола и закрепляют узлом на последнем опорном коле.

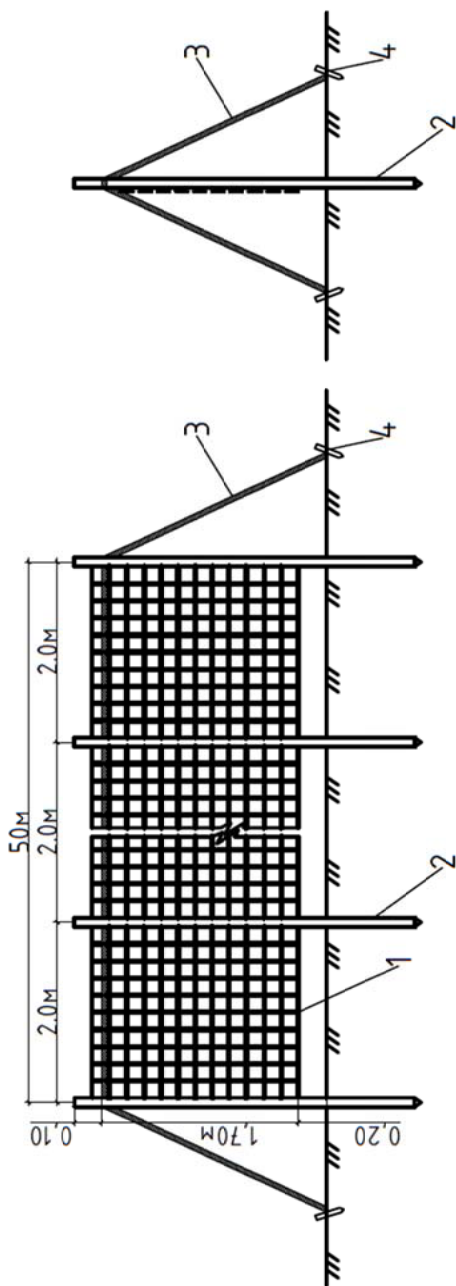


Рис. 8.17. Схема установки снегозадерживающих устройств из полимерной сетки:
 1 – полимерная сетка; 2 – опорные колья; 3 – растяжки из полимерного шпагата; 4 – анкерные колья

При установке сетки необходимо произвести установку растяжек на крайних кольях участка с целью надежной фиксации и натяжения сетки. Растяжки устраивают из полимерного шпагата и крепят к анкерным кольям, которые забивают в землю с помощью кувалды. Протяженность участка – не более 50 м.

Снегозащита из сеток должна иметь в плане вид прямой или плавной кривой линии, без изломов и резких изгибов, нижняя часть сеток располагается на высоте 20 ± 5 см над уровнем земли. Сетки по возможности следует ставить по верху возвышений на местности.

В местностях со слабоинтенсивными метелями (при объемах снегоприноса менее $50 \text{ м}^3/\text{п. м}$) допускается устраивать преграды из сеток с разрывами шириной равной 2 м и не чаще чем через 6 м.

Расстояние установки преград из сеток от бровки земляного полотна следует принимать 15–20 их высотам.

При расчете надежности временных устройств принимают средние из максимальных объемы снегоприноса ($Q_{\text{ср}}$).

Если средний объем снегоприноса окажется больше снегоемкости щитовой защиты, то следует принимать комбинированную защиту, например, использовать для защиты дорог от сложных заносов переносные щиты и снежные траншеи (рис. 8.18).

Дополнительный объем снега Q_1 , который следует задержать, определяют по формуле

$$Q_1 = Q_{\text{ср}} - W_{\text{щ.}}$$

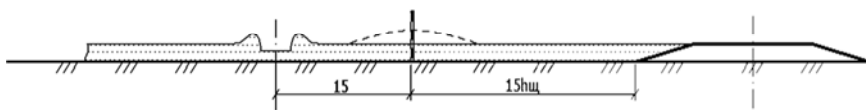


Рис. 8.18. Комбинированная защита от снежных заносов

Снежные траншеи следует устраивать при высоте снежного покрова более 20 см. Оптимальное расстояние между осями траншей, устраиваемых бульдозерами, составляет 12–15 м, а двухотвальными плужными снегоочистителями – 20 м. Одновременно необходимо устраивать не менее трех траншей. Снежные траншеи также можно устраивать фронтальными погрузчиками, автогрейдерами и другими механизмами.

Первую со стороны дороги траншею при отсутствии других средств снегозащиты размещают не ближе 25 м от бровки земляного полотна. Если траншеи служат дополнительным средством снегозащиты постоянных или временных преград, то первую траншею устраивают со стороны поля по вершине собранного снежного вала, если его высота не превышает 1 м, или рядом с валом при высоте снежного покрова 30–40 см.

После заполнения траншей снегом до половины глубины производят их восстановление по старому следу (рис. 8.19).



Рис. 8.19. Восстановление снежных траншей после метели

Толщина снега по дну траншей должна быть не менее 5 см для исключения повреждения посевов озимых. При толщине снежных отложений 1–1,5 м устраивают новые в промежутках между занесенными снегом траншеями или параллельно им (рис. 8.20).

При удалении действующих траншей на 50–60 м от бровки земляного полотна дополнительно устраивают две резервные траншеи на расстоянии 5–10 и 15–20 м от бровки земляного полотна.

Снегоемкость однорядной траншеи определяют по формуле

$$W_T = 10h_{\text{сн}}^2 + Bh_{\text{сн}},$$

где $h_{\text{сн}}$ – толщина снежного покрова, м;

B – ширина траншеи, м.

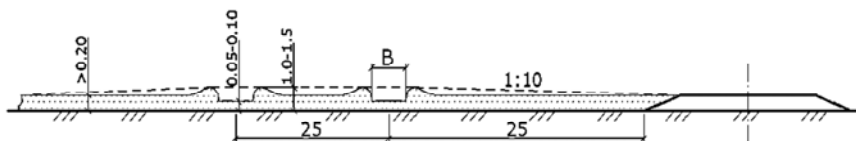


Рис. 8.20. Схема устройства снежных траншей

Снегоемкость многорядных траншей определяют по формуле

$$W_{Т.М} = 0,5(Bh_{сн} + L\sqrt{Bh_{сн}}),$$

где L – расстояние между траншеями, м.

Необходимое число траншей для защиты дорог от снежных заносов определяют по формуле

$$n_T = \frac{Q_{ср}}{W_{Т.М}}.$$

Анализируя каждый снегозаносимый участок, определяют максимальные объемы снегоприноса слева и справа от автомобильной дороги, ширину и необходимое удаление лесопосадок от бровки земляного полотна.

На основании полученных данных строят линейный график проектируемых снегозащитных насаждений в масштабе 1 : 5000 по горизонтали и 1 : 1000 по вертикали (рис. 8.21).

Места размещения снегозадерживающих насаждений, установки переносных решетчатых щитов, количество и расположение снежных траншей указывают на рис. 8.21, используя условные обозначения [14].

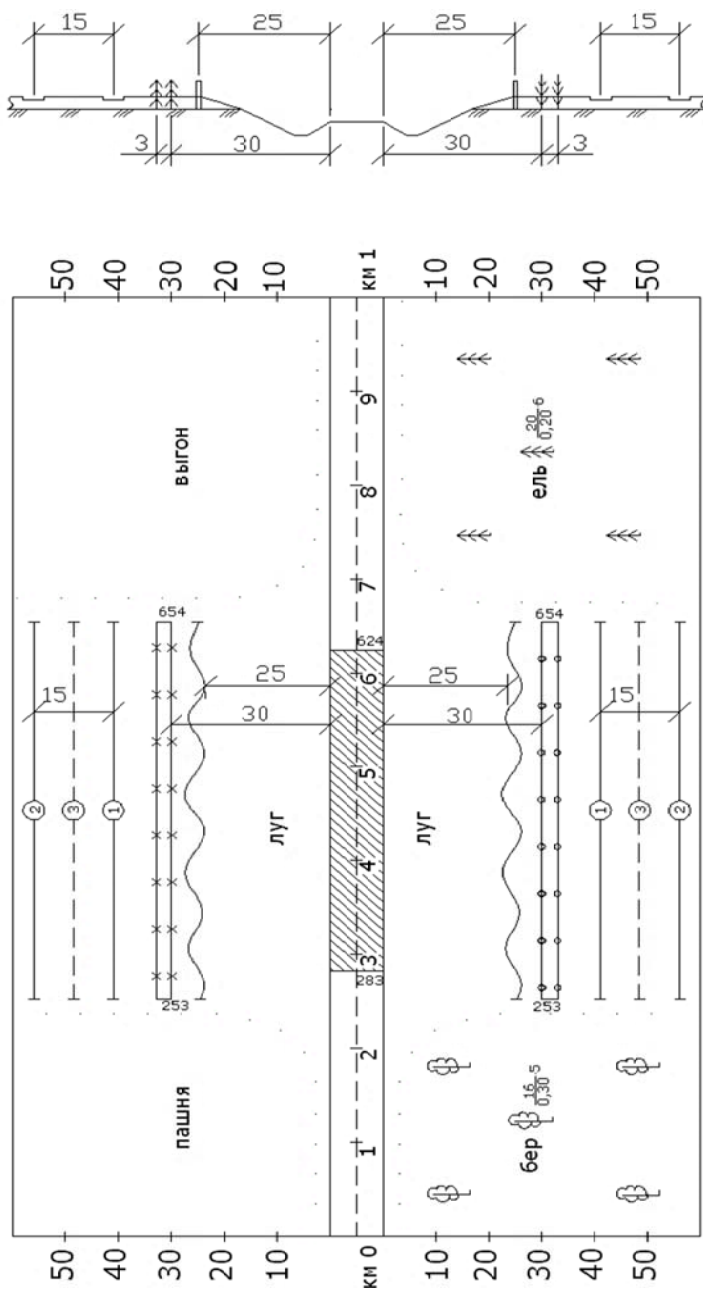













Рис. 8.21. Линейный график размещения снегозадерживающих устройств

Условные обозначения для линейного графика зимнего содержания автомобильных дорог

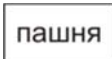




Категории снеготранспорта:

-  – I категория – сильнозаносимый участок;
-  – II категория – среднезаносимый участок;
-  – III категория – слаботранспортабельный участок;
-  – IV категория – незаносимый участок.

Снегозадерживающие насаждения:

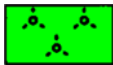
-  – еловые изгороди;
-  – древесно-кустарниковые полосы;
-  – хвойно-лиственные полосы;
-  – полоса зарослей кустарника шириной до 100 м (ЗК);
-  – полоса лиственного леса шириной до 100 м (ПЛЛ);
-  – полоса хвойного леса шириной до 100 м (ПХЛ);
-  – полоса хвойно-лиственного леса шириной до 100 м (ПХЛЛ).

Боковая ситуация:

-  – пашня;
-  – выгон (пастбище);
-  – луг;
-  – сад;
-  – населенный пункт;



– лес;



– кустарник;



– декоративные насаждения.

Временные средства снегозащиты:



– временные снегозадерживающие преграды из планочных щитов;



– снежные траншеи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении необходимо указать, какие были приняты технологические решения в результате проведенных расчетов при разработке проекта организации строительства и содержания участка автомобильной дороги. Привести данные о составе отдельных звеньев по выполнению подготовительных работ, сооружению водопропускных труб, возведению земляного полотна с применением ведущих механизмов, таких как бульдозер, скрепер, экскаватор, устройству отдельных слоев дорожной одежды. На основании анализа календарного графика производства работ указать начало и конец производства дорожно-строительных работ. Определить объемы снегоприноса слева и справа автомобильной дороги. Указать протяженность и категории снегозаносимых участков. Привести данные о видах снегозадерживающих устройств и местах их установки. Объем заключения должен быть 1–3 страницы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вербило, И. Н. Организация работ по строительству и эксплуатации дорог : учебно-методическое пособие для студентов специальности Т.19.03.00 «Строительство дорог и транспортных объектов» специализации «Мосты и транспортные тоннели» / И. Н. Вербило, Л. Р. Мытько. – Минск: БГПА, 2000. – 43 с.

2. Нормы продолжительности строительства объектов транспорта и транспортной инфраструктуры : ТКП 45-1.03-213–2010 (02250). – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 48 с.

3. Яцевич, И. К. Методические указания по выполнению курсового проекта «Основы проектирование автомобильных дорог» для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / И. К. Яцевич, Е. И. Кононова. – Минск: БНТУ, 2010. – 97 с.

4. Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства : ТКП 313-2011 (02191). – Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2011. – 200 с.

5. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 1. Земляные работы. Книга 1 : НРР 8.03.101–2017. – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2017. – 468 с.

6. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 1. Земляные работы. Книга 2 : НРР 8.03.101–2017. – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2017. – 426 с.

7. Мосты и трубы. Правила устройства : ТКП 45-3.03-192–2010 (02250). – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 68 с.

8. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 30. Мосты и трубы : НРР 8.03.130–2017. – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2017. – 403 с.

9. Яцевич, И. К. Проект пересечения водотока : методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Специальные вопросы проектирования автомобильных дорог и аэродромов» для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / И. К. Яцевич, Е. И. Кононова. – Минск: БНТУ, 2014. – 137 с.

10. Автомобильные дороги. Правила устройства : ТКП 059–2012 (02191). – Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2012. – 92 с.

11. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 27. Автомобильные дороги : НРР 8.03.127–2017. – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2017. – 402 с.

12. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 70. Автомобильные дороги и искусственные сооружения на них : НРР 8.03.370–2017. – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2017. – 318 с.

13. Зимнее содержание автомобильных дорог : учебно-методическое пособие для студентов специальности Т.19.03.00 «Строительство дорог и транспортных объектов» специализации Т.19.03.01 «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» / Л. Р. Мытько [и др.]. – Минск: БГПА, 1996. – 50 с.

14. Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог : ТКП 100–2018 / М-во транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 78 с.

15. Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения : ТКП 337–2017 / РУП «Белдорнии». – Минск, 2017. – 112 с.

16. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г. В. Бялобжевский [и др.]; под ред. А. К. Дюнина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1983. – 197 с.

17. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения : учебник для вузов / А. П. Васильев, В. М. Сиденко; под ред. А. П. Васильева. – Москва: Транспорт, 1990. – 304 с.

18. Методические рекомендации по организации курсового проектирования и требования к оформлению курсовых проектов для студентов специальностей 1-70 03 01 «Автомобильные дороги», 1-27 01 01-03 «Экономика и организация производства (автомобильное хозяйство)». – Минск, 2016. – 18 с.

Учебное издание

МЫТЬКО Леонид Романович

АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ

Пособие

для студентов специальности

1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены»

Редактор *Т. В. Грищенкова*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 22.02.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 5,45. Тираж 100. Заказ 411.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.