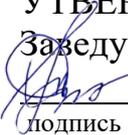


Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра: Автомобильные дороги и городские сооружения

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 В.В. Серватинский

подпись

« 29 » июня 2020 г.

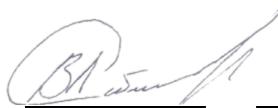
## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

08.03.01.0015 «Автомобильные дороги»

На тему: Проект производства работ по капитальному ремонту  
автомобильной дороги Дзержинское-Абан с изучением вопроса по  
использованию горелых пород

Руководитель



подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

В.Л. Сабинин

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

А.А. Чугуев

инициалы, фамилия

Красноярск 2020

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ

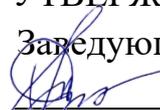
(институт)

Автомобильные дороги и городские сооружения

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 В.В.Серватинский

(подпись) (инициалы, фамилия)

« 06 » апреля 2020 г.

## ЗАДАНИЕ

### НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

в форме \_\_\_\_\_ бакалаврской работы \_\_\_\_\_

(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту (ке) Чугуеву Алексею Александровичу

(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа ДС16-11БП Направление (специальность) 08.03.01

(код)

Автомобильные дороги

(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы:

Проект производства работ по капитальному ремонту автомобильной дороги Дзержинское-Абан с изучением вопроса по использованию горелых пород.

Утверждена приказом по университету № 485/с от 22.01.2020 г.

Руководитель ВКР В.Л.Сабинин., канд.техн.наук, доцент кафедры АД и ГС ИСИ СФУ

Исходные данные для ВКР: Технологический проект по капитальному ремонту автомобильной дороги Абан-Дзержинское

Перечень разделов ВКР 1. Природные условия района проектирования. 2. Анализ существующей дороги. 3. Деталь. Возможность использования горелых пород в теле насыпи земляного полотна. 4. Особенности технологии процесса по возведению насыпи с использованием горелых пород. 5. Исследовать горелые породы на физико-механические характеристики. 6. Технология сооружения земляного полотна. 7. Определение производительности строительной техники и расчет сменных объёмов работ.

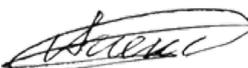
Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов Лист 1: Климатический график. Лист 2: План трассы. Лист 3: Продольный профиль. Лист 4: Поперечный профиль. Лист 5: Деталь проекта, физико-механические характеристики. Лист: 6 Деталь проекта. Лист 7: Технологическая схема. Лист 8: Календарный график.

Руководитель ВКР

  
(подпись)

В.Л.Сабинин  
(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

А.А. Чугуев

« 06 » апреля 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Природные условия района проектирования.....	5
1.1 Климат.....	5
1.2 Рельеф.....	7
1.3 Растительность и почвы.....	8
1.4 Гидрография и гидрология.....	8
1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов.....	9
1.6 Экономика района проектирования.....	9
1.7 Заключение по природным условиям.....	10
2 Обоснование технических нормативов дороги.....	10
2.1 Определение категории дороги и расчетной скорости движения автомобилей.....	10
2.2 Основные технические показатели автомобильной дороги.....	13
2.3 Трасса дороги.....	16
2.4 Краткая характеристика существующей дороги.....	17
2.5 Обоснование руководящих отметок .....	18
2.6 Подготовка территории ремонта.....	21
3 Деталь проекта.....	23
3.1 Горелые породы.....	23
3.2 Горелые породы в композиционных строительных материалах.....	24
3.3 Материалы с применением горелых пород.....	25
3.4 Использование горелых пород в дорожном строительстве.....	26
3.5 Использование горелых пород для устройства земляного полотна .....	27
4 Методика испытания горелых пород по ГОСТ 8267-93.....	31
4.1 Определение насыпной плотности для перевода количества пород из единиц массы в объемные.....	31
4.2 Определение средней плотности .....	32

4.3	Определение истинной плотности горелых пород пикнометрическим методом.....	33
4.4	Определение водопоглощения.....	34
4.5	Определение оптимальной влажности горелых пород.....	35
4.6	Физико-механические характеристики горелых пород.....	36
4.7	Заключение по испытанию образцов горелых пород.....	37
5.	Контроль качества уплотнения грунта методом замещения грунта (лунки) по ГОСТ 28514-90.....	38
5.1	Определение плотности песка.....	39
5.2	Проведение испытания.....	40
5.3	Обработка результатов.....	41
6	Основные разработки конструктивных и технологических решений земляного полотна из горелых пород.....	42
6.1	Уплотнение горелых пород в конструкциях земляного полотна.....	44
6.2	Рекомендации по строительству земляного полотна из горелых пород.....	45
6.3	Определение производительности строительной техники, выбор ведущих машин и расчет сменных объемов работ.....	48
6.4	Выбор рациональных комплектов машин.....	52
6.5	Технология строительства земляного полотна из горелых пород.....	54
6.6	Контроль качества работ по СП 78.13330.2012.....	56
7.	Правила охраны труда при строительстве, ремонте автомобильных дорог.....	54
7.1	Сооружение земляного полотна.....	59
	Заключение.....	66
	Список использованных источников.....	67
	Приложение А. Таблица 1. Состав отряда по возведению земляного полотна из горелых пород.....	69
	Приложение Б. Таблица 2. Ведомость объемов работ по возведению земляного полотна.....	70



## **Введение**

Автомобильные дороги – это комплекс искусственных сооружений, который должен обеспечивать беспрепятственный пропуск транспортных средств с расчетными скоростями и должным уровнем комфорта.

В данной выпускной квалификационной работе необходимо разработать проектные решения по капитальному ремонту автомобильной дороги Абан–Дзержинское, IV категории в Дзержинском районе Красноярского края.

Основной целью является изучение возможности использования горелых пород в возведении земляного полотна.

Такой вопрос был поднят, потому что в данном районе проектирования, преобладают, в основном, горелые породы и исходя из экономических соображений, было принято решение об исследовании горелых пород с последующим использованием в возведении земляного полотна.

При разработке учитывались данные из проектной организации по ремонту автомобильной дороги Абан-Дзержинское.

# 1. Природные условия района проектирования

## 1.1 Климат

Климатическая характеристика района изысканий приводится по данным метеорологической станции поселка Абан и СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. Дорожно-климатическая зона – 1. Климат района резко континентальный. Зима продолжительная, лето умеренно теплое. Осадки – преимущественно летние. Территория делится на южную лесостепную и северную таёжную зоны

Таблица 1.1 – Ведомость климатических показателей

Показатель		Величина
Абсолютная температура воздуха, °С	минимальная	-51
	максимальная	38
Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки вероятностью превышения, °С	0,98	-42
	0,92	-40
Преобладающее направление ветра за	Декабрь – февраль	3
	Июнь – август	3
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С	наиболее холодного месяца	10,4
	наиболее теплого месяца	12,9
Средняя месячная относительная влажность воздуха, %	наиболее холодного месяца	77
	наиболее теплого месяца	71
Количество осадков за, мм	ноябрь – март	62
	апрель – октябрь	113
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с		4,5
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с		0
Суточный максимум осадков, мм		82
Глубина промерзания, м		2,0
Высота снегового покрова обеспеченностью 5%, м		0,51

Район находится в восточной части Красноярского края. Площадь района — 9512 км<sup>2</sup>. Территория делится на южную лесостепную и северную таёжную зоны. С запада на восток район протянулся на 124 км, с севера на юг — на 120 км.

Таблица 1.2 – Среднемесячная температура воздуха

Месяц	I	I	II	V	V	I	II	III	X	X	I	II
Темп <sup>°</sup> С	20,2	18,7	10,3	0,7	8,6	16,0	18,8	15,6	8,8	0,4	-10,2	-18,6

Представленный график зимней «розы ветров» помогает выяснить снегозависимость дороги. Например, если угол между направлением трассы дороги и направление максимального повторения ветра более 30°, то дорожное покрытие, вероятнее всего, будет заноситься снегом. Данные графика летней «розы ветров» используются для выбора расположения асфальтобетонных заводов, санитарных узлов и т.д.

Данные для построения зимней розы ветров приведены в таблице 1.2. Данные приняты для поселка Абан в соответствии с ведомостью направлений и скоростей ветров. Зимняя роза ветров показана на рисунке 1.1.

Таблица 1.3 – Повторяемость и средняя скорость ветра по румбам (январь)

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	2	2	16	15	3	30	28	4
Скорость, м/с	1,2	1,2	2,3	2,1	1,6	7,3	5,6	2,1

Данные для построения летней розы ветров приведены в таблице 1.3. Данные приняты для города Абан в соответствии с ведомостью направлений и скоростей ветров. Летняя роза ветров показана на рисунке 1.2.

Таблица 1.4 – Повторяемость и средняя скорость ветра по румбам (июль)

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	7	9	19	11	4	15	26	9
Скорость, м/с	2,4	3	3	2,3	2,4	4,2	3,8	3,8

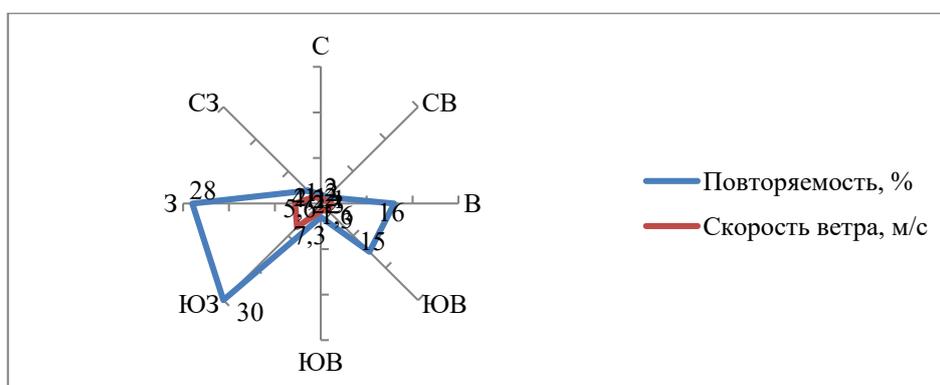


Рисунок 1.1 – Роза ветров (январь)

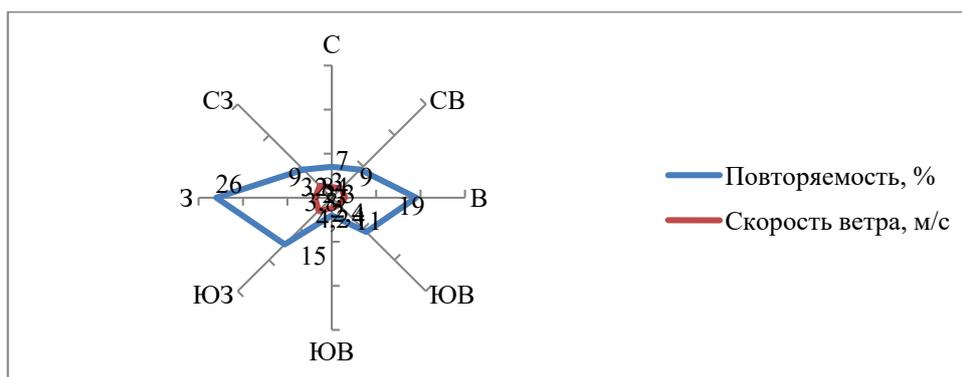


Рисунок 1.2 – Роза ветров (июль)

На рисунке 1.3 представлен упрощенный дорожно-климатический график

Упрощенный дорожно-климатический график

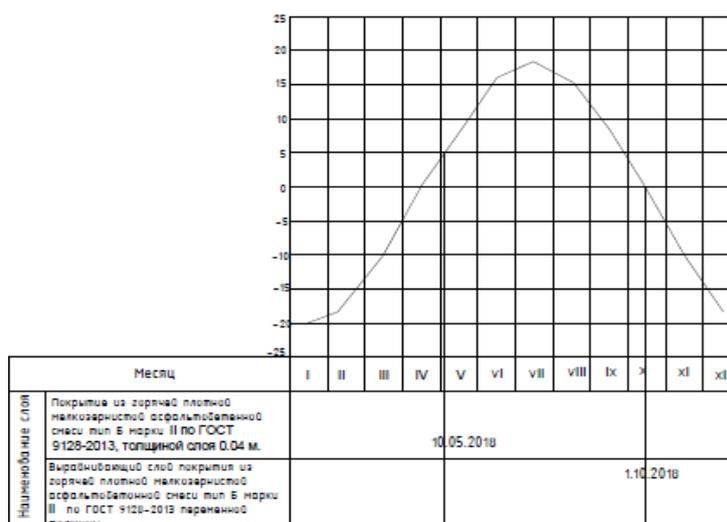


Рисунок 1.3

## 1.2 Рельеф

Территория Абанского района расположена в пределах Канско-Усольской пологоувалистой среднерасчлененной денудационно-аккумулятивной равнины Сибирской платформы. Высоты водоразделов колеблются от 330 до 400 м. В связи с асимметрией Канско-Усольского водораздела район подразделяется на 2 подрайона: северный и

южный. В целом, рельеф на территории района имеет мягкие очертания, не препятствующие механизации сельскохозяйственных работ.

### **1.3 Растительность и почва**

Согласно почвенно-геоморфологическому районированию Средней Сибири Абанский район расположен в Абан-Долгомостовском районе, Тасеево-Долгомостовском округе Среднесибирской провинции дерново-лесных, серых лесных и дерново-подзолистых длительно сезонно-мерзлотных почв. В северной части района наиболее распространенными почвами являются дерново-подзолистые, разной степени задернованности и оподзоленности. Залегают они, как правило, на водоразделах. В южной части преобладают серые лесные почвы и выщелоченные черноземы, встречаются и дерново-карбонатные почвы. В поймах рек и ручьев залегают пойменно-слоистые почвы. Обширную площадь занимают перегнойно-торфяно-болотные почвы.

### **1.4 Гидрография и гидрология**

Гидрографическая сеть представлена реками Бирюса и Абан. Поймы этих рек изобилуют многочисленными озёрами, старицами, рукавами и протоками. Река Бирюса (Она) основная артерия Абанской лесостепи. Сливаясь с рекой Чуной, образуют реку Тасеева, которая является одним из наиболее крупных притоков Ангары. Протекает в северной части района с юго-востока на северо-запад. Скорость течения 10 км/час, средняя ширина реки на территории района 250 м. Берега пологие, иногда заболоченные и частично поросшие кустарником. Берега р. Абан сильно извилисты, заболочены, скорость течения 3 км/час, ширина достигает 4 м. Берега р. Усолка заболоченные и сильно заросшие водно-болотной растительностью. Кроме названных рек имеется ряд небольших рек и ручьев. Замерзают реки в начале ноября, вскрываются в конце апреля - начале мая. Большинство рек имеют пороги, что затрудняет движение по ним.

Абанский район примечателен наличием замечательных целебных озёр: Святое, Плахино, Кривое, Пионерское, Медвежье, Гришино, Большое, Становое и т.д. Озеро Святое: Ширина озера – 310 м, длина – 380 м, глубина до 40 м. Вода в озере светлая, прозрачная, голубая. Озеро Плахино (Боровое): Площадь – 145,0 га. Максимальная мощность донных отложений – 5,0. Все водоёмы, находящиеся на территории района, являются хорошими местами обитания и гнездования водоплавающей, болотной дичи и расселения ондатры.

### **1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов**

Имеющиеся строительные материалы: песчаный и глинистый грунты пригодны для возведения земляного полотна.

### **1.6 Экономика района проектирования**

Территория района составляет 951 114 га, или 0,4% территории Красноярского края. С запада на восток район протянулся на 124 км, с севера на юг – на 120 км. Административным центром является рабочий посёлок Абан (расстояние до краевого центра 309 км).

Транспортная инфраструктура Абанского района представлена сетью автомобильных дорог краевого, муниципального значения и участком федеральной дороги.

Общая протяженность автомобильных дорог, пролегающих по территории Абанского района по состоянию на 1 января 2010 года составила - 910,27 километров, в т. ч:

•автомобильные дороги общего пользования краевого значения - 477,97 км, с усовершенствованным (16 %) и переходным (84 %) типами покрытия;

- автомобильные дороги общего пользования муниципального значения (межпоселенческие) – 128,1 км с переходным (29 %) и грунтовым (71 %) типами покрытия;

- улично-дорожная сеть, находящаяся в ведении муниципальных образований района - 266 км с усовершенствованным (27 %), гравийным (52 %) и грунтовым (21 %) типами покрытия;

- муниципальная улично-дорожная сеть, являющаяся продолжением автомобильных дорог общего пользования, и по которым осуществляется проезд транзитного транспорта - 19,1 км с усовершенствованным покрытием (75%) и гравийным (25%) типами покрытия.

Основная магистральная автомобильная дорога района, протяженностью -151,89 км представлена ответвлением от федеральной дороги в меридианном направлении: Канск-Абан-Богучаны.

Плотность автомобильных дорог общего пользования района на 1000 км<sup>2</sup> территории составляет – 95,61 км; на 1000 жителей – 36,19 км.

## **1.7 Заключение по природным условиям**

Природные условия района можно признать благоприятными. Способствует этому холмисто-равнинный рельеф местности, хорошие грунтовые условия. Отрицательным является только резко-континентальный климат.

## **2. Обоснование технических нормативов дороги**

### **2.1 Определение категории дороги и расчетной скорости движения автомобилей.**

Категория проектируемой дороги устанавливается по СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги». Её назначают по расчётной интенсивности движения, измеряемой в приведённых к легковому автомобилю единицах в сутки (прив. ед./сут). Расчётной интенсивностью является перспективная интенсивность движения, при этом

перспективный период равен 20 годам. За начальный год перспективного периода принимают год сдачи проекта в эксплуатацию. Данные об интенсивности получают с помощью экономических изысканий. В районах, где развитие экономики идёт опережающими дорожное строительство темпами, расчёт перспективной интенсивности движения проводится по степенной зависимости. [4]

При определении категории дороги сначала определяем перспективную интенсивность движения в транспортных единицах.

$$N = N_{исх} \left(1 + \frac{p}{100}\right)^t = 243 \cdot \left(1 + \frac{1,4}{100}\right)^{20} = 322 \text{ авт./сут} \quad (2.1)$$

где  $N_{исх}$  – исходная интенсивность движения, авт./сут;

$p$  – ежегодный прирост, %;

$t$  – перспективный период, равный 20 годам.

Далее, приводим данный поток транспортных средств к потоку, состоящему только из легковых автомобилей, с помощью специальных коэффициентов из табл. 2.1 (Таблица взята из СП 34.13330.2012, табл. 4.2). [3]

Таблица 2.1 – Коэффициенты приведения для различных транспортных средств

Тип транспортного средства	Грузоподъемность, т	Вместимость автобусов	Коэффициент приведения
Легковые автомобили, мотоциклы и микроавтобусы			1
Грузовые автомобили	До 2 включительно		1,3
	От 2 до 6		1,4
	От 6 до 8		1,6
	От 8 до 14		1,8
Автопоезда	До 12 включительно		1,8
	От 12 до 20		2,2
	От 20 до 30		2,7
	Свыше 30		3,2

Продолжение таблицы 2.1

Автобусы		малая	1,47
		средняя	2,5
		большая	3
Автобусы сочлененные и троллейбусы			4,6

Затем определяем исходную интенсивность каждого типа автомобиля:

$$N_1 = N \cdot \frac{p_{л}}{100} = 322 \cdot \frac{78.6}{100} = 253;$$

$$N_2 = N \cdot \frac{p_{до\ 2т}}{100} = 322 \cdot \frac{4.5}{100} = 19;$$

$$N_3 = N \cdot \frac{p_{2-6т}}{100} = 322 \cdot \frac{10}{100} = 46;$$

$$N_4 = N \cdot \frac{p_{6-8т}}{100} = 322 \cdot \frac{4}{100} = 21;$$

$$N_5 = N \cdot \frac{p_{8-14т}}{100} = 322 \cdot \frac{1.3}{100} = 8;$$

$$N_6 = N \cdot \frac{p_{автп\ до\ 12т}}{100} = 322 \cdot \frac{1.6}{100} = 5.3;$$

$$N_7 = N \cdot \frac{p_{автп\ 12-20т}}{100} = 0;$$

$$N_8 = N \cdot \frac{p_{автп\ 20-30т}}{100} = 0,$$

где  $p_{л}$ ,  $p_{до\ 2т}$ ,  $p_{6-8т}$ ,  $p_{8-14т}$ ,  $p_{авт.п\ до\ 12т}$ ,  $p_{авт.п\ 12-20т}$ ,  $p_{авт.п\ 20-30т}$  – процент автомобилей каждого типа (из задания на курсовое проектирование).

Далее, вычисляем исходную интенсивность движения, измеряемую в приведенных автомобилях.

$$N_{прив} = \sum_{m=1}^M N_m K_m \quad (2.2)$$

где  $K_m$  – коэффициент приведения для  $m$ -го транспортного средства соответственно;

$M$  – количество типов транспортных средств в потоке.

Таблица 2.2 – Расчёт интенсивности движения в табличной форме

$m$	Вид транспортного средства	% в потоке	$N_m$ , авт./сут	$K_m$	$N_m \cdot K_m$ , прив. ед./сут
1	Легковые	78,6	253	1	253
2	Грузовые с нагрузкой на ось: до 2 т	4,5	14.6	1,3	19

Продолжение таблицы 2.2

3	от 2 до 6 т	10	32.8	1,4	46
4	от 6 до 8 т	4	11.6	1,6	21
5	от 8 до 14 т	1,3	4,4	1,8	8
6	Автопоезда до 12 т	1,6	5,3	1,8	16
7	Автопоезда от 12 до 20 т	0	0	2,2	0
8	Автобусы большие	0	0	3,0	0
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>322</b>	-	<b>363</b>

В зависимости от полученного значения  $N_{расч}$  по табл. 2.3 (СП 34.13330.2012, табл. 4.1) назначают категорию дороги. [3]

Таблица 2.3 – Классификация автомобильных дорог по интенсивности движения

Класс дороги	Категория дороги	Расчётная интенсивность движения, прив. ед./сут
Автомагистраль	IA	Свыше 14000
Скоростная дорога	IB	Свыше 14000
	IV	
Дорога обычного типа	II	Свыше 6000 для федеральных дорог От 6000 до 14000 для других дорог
	III	Свыше 2000 до 6000
	IV	Свыше 200 до 2000
	V	До 200

## 2.2 Основные технические показатели автомобильной дороги

На следующем этапе необходимо заполнить таблицу «Основные технические показатели автомобильной дороги». Данные берут из СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» и ГОСТ Р 52399-2005. В таблицу заносим вычисленную расчётную перспективную интенсивность движения и категорию дороги. Расчётную скорость движения автомобилей принимают в зависимости от установленной категории дороги и рельефа местности по табл. 2.5 (СП 34.13330.2012, табл. 5.1). [3]

В табл. 2.4 заносим также расчётную скорость движения для трудных участков. К трудным участкам пересечённой местности относится рельеф, прорезанный часто чередующимися глубокими долинами с разницей отметок долины и водоразделов более 50 м на расстоянии не свыше 0,5 км с

боковыми глубокими балками и оврагами, с неустойчивыми склонами.

Показатели 6 – 12 назначаем по таблице 5.12 СП 34.13330.2012. Поперечные уклоны проезжей части (показатель 13) назначаем по табл. 5.16 СП 34.13330.2012 в зависимости от дорожно-климатической зоны и категории дороги. Проезжую часть предусматривают с двускатным поперечным профилем на прямолинейных участках и на кривых в плане радиусом 3000 м и более для дорог категории I и радиусом 2000 м и более – для дорог других категорий. Поперечные уклоны обочин (показатель 14) принимаем согласно п. 5.32 СП 34.13330.2012. [3]

Наименьшие радиусы кривых в плане и продольном профиле и наибольший продольный уклон (показатели 15 – 20) принимаем по табл. 5.3 СП 34.13330.2012 в зависимости от назначенной расчётной скорости движения автомобилей. Наименьшие радиусы выпуклых кривых, допускаемые на трудных участках, задаем по значению расчётной скорости движения для трудных участков из табл. 5.3 СП 34.13330.2012. Расчётные расстояния видимости в продольном профиле (показатель 21) также принимаем по табл. 5.9 СП 34.13330.2012. [3]

Таблица 2.4 – Основные технические показатели автомобильной дороги

Наименование показателя	Величина показателя
1 Категория дороги	IV
2 Перспективная интенсивность движения, авт./сут	322
3 Расчётная интенсивность движения, прив.ед./сут	363
4 Расчётная скорость движения, км/ч	80
5 Расчётная скорость движения на трудных участках, км/ч	60
6 Число полос движения, шт	2
7 Ширина полосы движения, м	3,0
8 Ширина проезжей части, м	6,0
9 Ширина обочин, м	2,0
10 Ширина краевой полосы, м	0,5
11 Ширина укрепленной части обочины, м	1,0
12 Ширина земляного полотна без ограждений, м	10

Продолжение таблицы 2.4

13 Поперечный уклон проезжей части и краевой полосы в зависимости от дорожно-климатической зоны (при асфальтобетонном покрытии), ‰	20
14 Поперечный уклон обочины за пределами краевой полосы, ‰	40
15 Наименьшие радиусы кривых в плане, м	300
16 Наибольший продольный уклон, ‰	60
17 Допускаемый наибольший продольный уклон на трудных участках, ‰	70
18 Наименьшие радиусы выпуклых кривых в продольном профиле, м	5000
19 Наименьшие радиусы выпуклых кривых, допускаемые на трудных участках, м	2500
20 Наименьшие радиусы вогнутых кривых продольного профиля, м	2000
21 Расчетных расстояния видимости в продольном профиле, м:	150
Для остановки	250
Для встречного автомобиля	600
При обгоне	

Таблица 2.5 – движения на дорогах Расчетные скорости

Категория дороги	Расчётная скорость при различных формах рельефа, км/ч		
	Основная	на трудных участках	в горной местности
Ia	150	120	80
Iб	120	100	60
Iв	100	80	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

Элементы поперечного профиля дороги показаны на рис. 2.2.

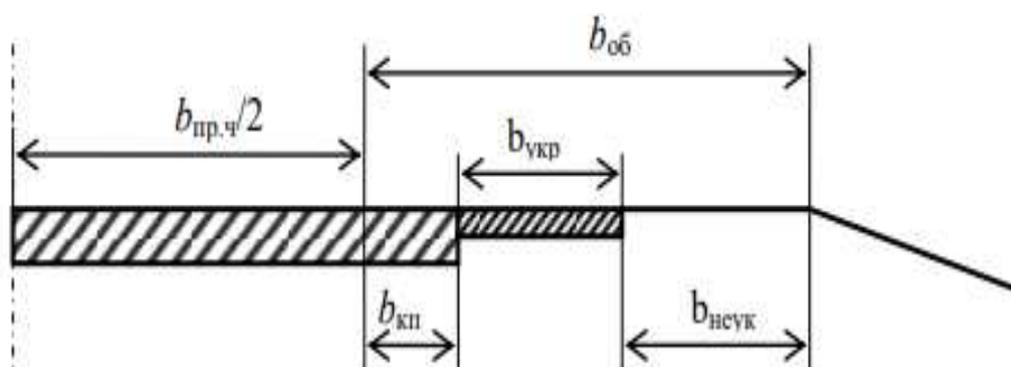


Рисунок 2.2 – Основные элементы поперечного профиля дороги

- проезжая часть ( $b_{пр.ч}$ ) – основной элемент дороги, предназначенный для непосредственного движения транспортных средств;

- обочина ( $b_{об}$ ) – полоса поверхности дороги, используемая для временной стоянки автомобилей;

- краевая полоса ( $b_{кп}$ ) – часть обочины, предназначенная для защиты от разрушения кромки проезжей части и допускающая регулярные заезды на неё транспортных средств (имеет дорожную одежду такой же прочности, что и проезжая часть);

- укрепленная часть обочины ( $b_{укр}$ ) – часть обочины, имеющая покрытие из каменного материала, обработанного вяжущим;

грунтовая часть обочины ( $b_{неукр}$ ) – часть обочины, не имеющая дорожной одежды.

### **2.3 Трасса дороги**

Участок автомобильной дороги «Абан–Дзержинское» 29 км.–34 км имеет стратегическое значение, связывая два соседних района Абанский и Дзержинский, соединяя между собой населенные пункты этих районов.

Начало трассы ПК0 принято на оси дороги Абан – Дзержинское, в конце существующего асфальтобетонного покрытия, в 180 метрах от окраины д. Ношино.

Количество углов поворота на участке с ПК50+50 по ПК95+36 – 14.

Величины углов поворота, применённые радиусы кривых, назначались из условия максимального приближения к оси существующей дороги с соблюдением требований СНиП 2.05.02-85\* для дорог IV технической категории.

Минимальный радиус кривых в плане -300 м.

Вся трасса проектируемой автодороги проходит по существующей автомобильной дороге.

Конец трассы ПК95+36,00 принят на оси существующей автодороги Абан – Дзержинское напротив стелы Абанский/Дзержинский районы.

Протяженность проектируемого участка 4,386 км.

Основное направление трассы северное, северо-западное.

## **2.4 Краткая характеристика существующей дороги**

Существующая автомобильная дорога проходит в основном в насыпи от 1,0 м до 1,3 м, в пониженных местах земляное полотно поднято до 3,5м.

Ширина существующего земляного полотна составляет 9 – 12м

Земляное полотно существующей дороги отсыпано суглинком тяжелым пылеватым с ПК50+50 по ПК81+50, глиной легкой пылеватой с ПК81+50 по ПК90+50, суглинком тяжелым пылеватым слабозаторфованным с ПК90+50 по ПК95+36.

Дорожная одежда – толщиной 0,10-0,20м из щебенистого грунта.

Радиусы кривых в плане существующей дороги не соответствуют предельно- допустимым нормам табл.10 СНиП 2.05.02-85\* для дорог IV технической категории.

ПК87+57 полуразрушены, требуют ремонта, укрепление откосов и русла отсутствуют.

На ПК 89+00 существующая круглая железобетонная труба Ø 1,00 м. Труба состоит из шести пятиметровых звеньев, состыкованных друг с другом. Стыки звеньев положены с зазором 3-5 см., ничем не заделаны к середине трубы наблюдается прогиб 10-15 см. Оголовки, открьлки и укрепление отсутствуют. На выходе, в результате перепуска трубой воды образовалась яма в диаметре 15 метров и глубиной до 3 метров.

С ПК 50+50,00 по ПК 56+30,00 справа по ходу трассы в 20-30 метрах от оси трассы с ПК 50+50 по ПК 77+00 справа по ходу трассы наблюдается проложенный в 20-30 метрах, проложен подземный кабель связи. Владелец кабеля «Восточный центр телекоммуникаций» находится в г. Канске на ул. Ленина 3/1.

На ПК 63+72,78 трасса пересекает линию электропередач 10 кв. 3 провода. Столбы ЛЭП деревянные с железобетонными пасынками.

## 2.5 Обоснование руководящих отметок

Для руководящей отметки необходима установка оптимальной высоты насыпи, обеспечивающая нормальные эксплуатационные условия земляного полотна. Оптимальная высота определяется следующими факторами:

- особенности дорожно-климатической зоны;
- категория дороги;
- вид грунта рабочего слоя;
- тип местности по характеру увлажнения и условиям снеготавления.

Руководящую отметку, для первого типа местности, должно обеспечиваться стоком для воды в зависимости из условий снеготавления дороги.

Условие снеготавления заключается в том, что отметка бровки насыпи должна быть не менее величины  $h_p$ , определяемой в соответствии с по формуле 2.3:

$$h_p = h_{сн} + \Delta h \quad (2.3)$$

$$h_p = 0,73 + 0,5 = 1,23,$$

где  $h_{сн}$  – расчётная толщина снегового покрова 5%-ой обеспеченности;  
 $\Delta h$  – возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова,  
зависящее от категории автомобильной дороги.

Величину  $\Delta h$  выбираем из табл. 2.6:

Таблица 2.6 - Возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова

Параметры	Возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова, м				
Категория	I	II	III	IV	V
$\Delta h$	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

Полученную отметку необходимо перевести в руководящую отметку для линии проектируемой поверхности дорожного покрытия по оси дороги. Тогда руководящая отметка вычисляется по формуле 2.4:

$$h_1 = h_p + i_{об} \cdot b_2 + i_{поп} \frac{b_1}{2} \quad (2.4)$$

где  $b_1$  – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и 2 краевых полос обочины);

$b_2$  – ширина обочины за вычетом краевой полосы;

$i_{об}$  – поперечный уклон неукрепленной части обочины;

$i_{поп}$  – поперечный уклон проезжей части и краевой полосы.

Для дороги 4-й категории  $b_1 = 7,0$  м;  $b_2 = 1,5$  м. Поперечные уклоны покрытия и обочин для асфальтобетонного покрытия  $i_{поп} = 20$  ‰, для обочин  $i_{об} = 40$  ‰. При высоте снегового покрова 5%-ой обеспеченности  $h_p = 1,23$  м руководящая отметка составит:

$$h_1 = 1,23 + 0,04 \cdot 1,5 + 0,02 \frac{7,0}{2} = 1,36 \text{ м}$$

Руководящая отметка для второго типа местности. Руководящую отметку для второго типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до поверхности земли или до уровня поверхностных вод. При этом считают, что поверхностный сток воды не обеспечен и вода стоит не более 30 суток.

При необеспеченном стоке воды от поверхности земли руководящая отметка для построения проектной линии продольного профиля по оси дороги определится по формуле 2.5:

$$h_{\text{п}} = h_{1,\text{н}} + i_{\text{поп}} \frac{b_1}{2} \quad (2.5)$$

где  $h_{1,\text{н}}$  – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над поверхностью земли;

$i_{\text{поп}}$  – поперечный уклон проезжей части;

$b_1$  – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и 2-х краевых полос обочины).

Значения  $h_{1,\text{н}}$  принимаются по табл. 2.7 в зависимости от дорожно-климатической зоны и грунта рабочего слоя.

Таблица 2.7 - Наименьшее возвышение поверхности покрытия в зависимости от грунта рабочего слоя и дорожно-климатической зоны

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в пределах дорожно-климатической зоны			
	II	III	IV	V
Песок мелкий, супесь легкая крупная, супесь легкая	1,1/0,9	0,9/0,7	0,75/0,5 5	0,5/0,3
Песок пылеватый, супесь пылеватая	1,5/1,2	1,2/1,0	1,1/0,8	0,8/0,5
Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глина	2,2/1,6	1,8/1,4	1,5/1,1	1,1/0,8
Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый	2,4/1,8	2,1/1,5	1,8/1,3	1,2/0,8

Так как район проектирования относится к III-й дорожно-климатической зоне и грунт земляного полотна – суглинок, то в соответствии с табл.2.7  $h_{1,\text{н}}=1,8$  м. При необеспеченном стоке кратковременно стоящих вод глубиной  $h_{\text{пв}}=0,0$  м руководящая отметка составит:

$$h_{\text{п}} = 1,8 + 0,02 \frac{7,0}{2} = 1,87 \text{ м.}$$

Руководящая отметка для третьего типа местности. Руководящую отметку для третьего типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до уровня грунтовых или поверхностных вод, стоящих более 30 суток. При необеспеченном стоке поверхностных вод, стоящих более 30 суток, руководящая отметка для построения проектной линии продольного профиля по оси дороги определяется по формуле 2.6

$$h_{III} = h_{2H} + h_{ПВ} + i_{поп} \frac{b_1}{2} \quad (2.6)$$

где  $h_{2H}$  – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем поверхностных вод;

$h_{ПВ}$  – толщина слоя воды над поверхностью земли;

$i_{поп}$  – поперечный уклон проезжей части;

$b_1$  – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и 2-х краевых полос обочины).

Так как район проектирования относится к III-й дорожно-климатической зоне и грунт земляного полотна – глина, то в соответствии с табл. 2.2  $h_{2H} = 1,8$  м. При высоко стоящих грунтовых водах с глубиной заложения их горизонта  $h_{ПВ} = 0,26$  м руководящую отметку для третьего типа местности по увлажнению, вычисляют по формуле (2.6). Для дороги IV-й категории она составит:

$$h_{III} = 1,8 + 0,26 + 0,02 \frac{7,0}{2} = 2,13 \text{ м.}$$

## 2.6 Подготовка территории ремонта

Проектируемый участок автомобильной дороги «Абан–Дзержинское» на участке 24–34 км имеет протяженность 9,536 км.

Автомобильная дорога проходит по землям:

Администрации Березовского сельсовета;

КХ «Виктория»; КХ «Дарья»; КХ «Любава».

Проложение трассы согласовано со всеми заинтересованными организациями и землепользователями. Площади земель, подлежащие изъятию в постоянное пользование на период эксплуатации дороги и временное пользование на период капитального ремонта, (дополнительный отвод посчитан за пределами полосы отвода кадастрового плана земельного участка от 08.12.2006г.№0/06-1142.), представлены на графике занимаемых земель.

В подготовительный период на трубах подлежащих ремонту производится разборка оголовков существующих железобетонных труб находящихся в аварийном состоянии, с транспортировкой их на место утилизации отходов – в ров расположенный в 500м севернее с.Березовка согласно справке об утилизации отходов, выданной 06.03.2008г Березовским сельсоветом. Железобетонные конструкции трубы находящие в удовлетворительном состоянии (на ПК89+00) после демонтажа должны увозиться на базу строительной организации для дальнейшего использования.

Также в подготовительный период производится разборка существующего кирпичного павильона с транспортировкой лома кирпича на место утилизации отходов – в ров расположенный в 500м севернее с.Березовка.

В подготовительный период устраиваются обьездные дорогина ПК88+50-ПК89+50. На ПК50+50-ПК52+70 обьездная дорога из скального грунта устраивается для строительства новой трубы из гофрированного металла отв. 2м на ПК50+70 и ремонта существующей железобетонной трубы отв.2x2,10x1,86 на ПК50+23.

Переустройства существующих коммуникаций ЛЭП,ЛС, кабеля связи не требуется, так как вертикальное расстояние от проводов в

местах пересечения и расстояние от бровки до опор соответствует нормам СП 34.13330.2012. [3]

Объёмы работ подготовительного периода приведены в сводной ведомости объёмов строительных работ в томе 1.

### **3. Деталь проекта**

#### **3.1 Горелые породы**

Горелая порода – пустая порода, которая содержит минимальное количество углистых примесей и минеральную глинисто-песчаную часть. К горелым породам относятся все разновидности природных обожженных глинисто-песчаных смесей, с разным количеством углистых примесей, которые могут быть не полностью выгоревшими.

Самым распространенным и дешевым сырьем считаются горелые породы.

К самому эффективному способу уменьшения негативных воздействий пород отвалов относится использование данных отвалов в качестве вторичного сырья. При вторичной обработке природных отвалов, которые состоят на 70-80% из алюмосиликатов, они могут в дальнейшем использоваться для производства строительных материалов.

Прогоревшая порода является ценным ресурсом при производстве строительных материалов. Химический состав прогоревшей породы позволяет заменить природные компоненты в исходных смесях. К примеру, при использовании породы можно использовать следующие варианты переработки прогоревшей породы:

- получение алюминия через выделение глинозема;
- изготовление кирпичей, строительных и мозаичных плит, ступеней, подоконников и других строительных материалов;
- получение заполнителя для бетонного раствора;

- использование, в качестве связующего материала используя смесь горелых пород, извести и доменных шлаков;

- дешевая основа безклинкерных цементов сверхтонкого помола;

- дешевый материал для строительства дорог.

Главной особенностью горелых пород является высокая микропористость, которая появляется в результате самообжига и высокая адсорбционная активность, поэтому использование их в качестве наполнителя является хорошим и эффективным решением для изготовления асфальта и других мастик.

Таким образом, комплексный подход позволил бы переформировать угольную отрасль на малоотходное производство. Кроме этого порода, которая добывается и накоплена в отвалах, может быть эффективно использована во многих других отраслях промышленности, сельском хозяйстве, строительстве.

### **3.2 Горелые породы в композиционных строительных материалах**

К литологическому составу пород, которые слагают отвалы шахт и обогатительных фабрик, определяется состав из вскрываемых угленосных свит. Это свиты  $C_2^3, C_2^4, C_2^5, C_2^6, C_2^7$  среднего карбоната. При разрезе данных свит начинают выделяться 4 типа углевмещающих пород. К данным типам относятся песчаники разного состава и зернистости, алевролиты и песчано-глинистые сланцы. Для формирования фактических соотношений литологических типов влияют многие факторы. Из-за особенностей вещественного состава и физико-химических свойств горных породных отвалов, появляется возможность рассмотреть данные углепромышленные отходы как источник вторичного минерального сырья. Однако, следует учитывать не только на длительность и относительную равномерность обжига, но и на степень обожженности, которую можно выявить по окраске породы от серо-стального до краснокирпичной.

В зависимости от окраски, можно определить наличие областей разной степени окисления окислов железа, титана и др. На месте породы, где имеет постоянный приток кислорода, идет полное выгорание углерода, который содержит окисные формы железа.

К основным минеральным разновидностям пород относятся пластогенные минералы и обожженный, частично остеклованный пелитовый материал. Данные разновидности являются основой цементирующей породы и определяют ее физико-химические особенности породы как сырья. Из-за железных примесей пирита и сидерита, порода приобретает оттенки оранжевого, красного и бурого цветов. Если углистая примесь находится в измененной форме она имеет строение, близкое к графиту.

Для реакционных способностей горелых пород определяют их химико-минералогический состав и наличие в них активной модификации окислов кремния, железа и алюминия.

### **3.3 Материалы с применением горелых пород**

Использование горелых пород при производстве строительных материалов весьма разнообразно. Оно находит широкое распространение при строительстве дорог и для устройства земельного полотна.

К горелым породам как материалу для насыпи дорог предъявляются следующие требования: плотность в куске – не менее 2 г/см<sup>3</sup>, водопоглощение – не более 5%, износ в полочном барабане – не более 35%, содержание пылевидных частиц – не более 3%.

После получения удовлетворительных физико-механических свойств горелая порода используется не только как для нижнего слоя насыпи, но и для верхнего насыпи, а так же для нижнего слоя покрытия.

К наиболее эффективному использованию горелой породы, является использования после обработки органическим вяжущим методом.

Горелая порода, обладает активностью по отношению к извести, и используется как гидравлическая добавка.

Высокая адсорбционная активность и сцепление с органическими вяжущими позволяют применять их в асфальтовых и полимерных композициях. Естественно обжигаемые в недрах земли или в терриконах угольных шахт горелые породы — аргиллиты, алевролиты и песчаники — имеют керамическую природу и могут применяться в производстве жаростойких бетонов и пористых заполнителей. Некоторые горелые породы имеют пониженную среднюю плотность, что позволяет использовать их в качестве заполнителей для легких растворов и бетонов.

Горелые породы содержат активный глинозем в виде радикалов дегидратированных глинистых минералов, а также активные кремнезем и железистые соединения. В отличие от шлаков и зол, они почти не содержат стекловидных компонентов. Дегидратация каолинита и других гидроалюмосиликатов, присутствующих в глинах, приводит к образованию продуктов, интенсивно взаимодействующих с гидроксидом кальция.

Активность дегидратированных глинистых минералов зависит от строения кристаллической решетки и убывает от каолинита к гидрослюдам. Для горелых пород, как и других силикатно-алюминатных материалов, она не полностью выражается поглощением оксида кальция. Наряду с гидравлической активностью, характеризуемой поглощением извести, горелые породы характеризуют величиной адсорбционной активности.

### **3.4 Использование горелых пород в дорожном строительстве**

Общим условием использования горелых пород в дорожном строительстве является соответствие прочности сооружаемых из них слоев насыпitem механическим и физико-механическим воздействиям, которые можно ожидать в данном слое. Для принятия решения об использовании

минеральных материалов из горелых пород необходимо предварительно провести комплексную оценку этого техногенного сырья. Методика комплексной оценки горелых пород включает три этапа:

– на первом этапе необходимо выполнить инженерно-геологическое изыскание пород для получения необходимой информации о характере залегания материалов, распределении влажности, плотности по глубине отвала, степени однородности, способе получения пород;

– на втором этапе осуществляют инженерно-геологическую оценку показателей физико-механических свойств пород и материалов из них, определенных в лаборатории; устанавливают возможность и условия их использования в земляном полотне;

– на третьем этапе с учетом полученных лабораторных данных выполняют технико-экономическое обоснование целесообразности использования тех или иных материалов из горелых пород в конкретных конструкциях автомобильной дороги. В случае положительного решения разрабатываются специальные рекомендации по конструкции земляного полотна из горелых пород и особенностям технологии их строительства.

За счет меньшей стоимости материалов из горелых пород и снижения трудоемкости при возведении слоев земляного полотна уменьшается общая стоимость работ строительства дорог.

### **3.5 Использование горелых пород для устройства земляного полотна**

Научно-технический прогресс, на современном этапе позволяет в большом количестве произвести утилизацию отходов производства путем замены первичного вида сырья и материалов, отходами и использовать их в строительстве, при этом получая высокий экономический эффект.

Примером такого использования вторичного сырья, является использование горелых пород при строительстве автомобильной дороги IV категории Дзержинское – Абан.

Горелые породы представлены осадочными породами, претерпевшими изменения при термическом воздействии. В отвале породная масса является многокомпонентной системой и представлена смесью углистых алевролитов, песчаников, известняков, соотношения между которыми изменяются в довольно широких пределах.

К вредным примесям относятся необожженные и мало-обожженные породы, несгоревшие частицы угля, мелочь (пыль), состав пород и их свойства нестабильны. Это один из главных сдерживающих факторов широкомасштабного использования горелых пород.

Создавать монолитную самоуплотняющуюся систему без введения связующего вещества могут материалы из горелых и перегоревших пород. В этом случае омоноличивание материала происходит за счет наличия в горелых и перегоревших породах активных компонентов, обладающих свободной энергией и способных проявлять вяжущие свойства. Немаловажную роль играет природа поверхностных центров отличающихся повышенным энергетическим потенциалом.

Для принятия решения об использовании горелых пород в конструкции земляного полотна дороги IV категории они должны быть подвергнуты определенной последовательности уровней оценки по различным критериям.

*Первый уровень – химический состав.* Химический состав пород представлен в основном оксидами кремния, алюминия, железа. Содержание кислотных оксидов составляет более 70 %, и породы можно характеризовать как кремнисто-глиноземистые. По модулю основности, учитывающему соотношение кислотных и основных оксидов, породы

относятся к кислым. По значению глинисто-железистого модуля исследуемые породы принадлежат группе активных и высокоактивных аргиллитов

*Второй уровень* – минералого-петрографическая характеристика. По литологическому составу породной массы отвалы относятся к песчанисто-глинистым (содержание песчаников составляет до 30%). Состав глинистой фракции – гидрослюдистый с примесью каолинита и хлорита. Глины в угольных пластах настолько уплотнились под влиянием горного давления, что утратили свою пластичность.

*Третий уровень* – *реакционная способность*. Горелые породы способны проявлять физико-химическую и скрытую гидравлическую активность. В минеральной части горелых пород содержатся в значительном количестве глинистые, железистые и кремнеземистые гидравлические компоненты, наличие которых связано с нарушением кристаллической решетки глинистых минералов при обжиге пород и возникновением у продуктов обжига некоторого энергетического потенциала.

*Четвертый уровень* – физико-механические свойства. Породные массы в отвале характеризуются значительным диапазоном изменения плотности, прочности, водопоглощения, гранулометрии. Прочность пород в отвале изменяется в пределах: от 10 до 100 МПа, водопоглощение не превышает 4,0%, истинная плотность составляет 2,65–2,68 г/см<sup>3</sup>, насыпная плотность – 1140–1470 кг/м<sup>3</sup>. Морозостойкость породы не менее 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания. При испытании породы на истираемость потеря массы составляет от 21,6–24,5 %, что соответствует марке по истираемости И1.

*Пятый уровень* – объем образования. Запасы породных масс данных отвалов достаточно велики (более 800 тыс. м<sup>3</sup>), и скопления их в отвалах можно рассматривать как техногенные месторождения.

*Шестой уровень* – технико-экономические показатели. При выборе технологических решений по возведению земляного полотна из горелых пород необходимо учитывать:

- возможность замены дефицитного традиционного сырья;
- максимальное вовлечение в производство работ по возведению земляного полотна горелых пород;
- высокие показатели физико-механических и эксплуатационно-технических свойств земляного полотна, изготовленного из пород исследуемых отвалов;
- невысокую стоимость горелых пород;
- небольшой радиус перевозок горелых пород к месту потребления, наличие транспортных коммуникаций.

Проведенная оценка породных масс изучаемого отвала по всем указанным выше критериям позволяет рассматривать их как потенциальную сырьевую базу для стройиндустрии. Качество строительных материалов на основе техногенного сырья должно также определяться показателями однородности. По показателям физико-механических свойств и состава породы исследуемые отвалы неоднородны. Это нужно учитывать при подготовке пород, направленной на усреднение техногенного сырья по гранулометрическому составу, физико-механическим свойствам.

Испытание физико-механических свойств горелой породы как грунта для земляного полотна, проводилось в соответствии с действующими нормативными документами на грунты для земляного полотна, а также технических условий на материалы из горелых пород, в которых изложены требования, учитывающие специфические свойства пород ГОСТ-8267. Результаты исследований физико-механических свойств материалов из горелых пород исследуемых отвалов приводятся в табл. 1–3. Полученные показатели качества горелых пород отвалов соответствуют требованиям, предъявляемым к грунтам, используемым для возведения земляного полотна. [10]

Породу транспортируют к месту сооружения полотна, укладывают послойно. Наибольшая допустимая крупность кусков породы из отвала не должна превышать 70 мм. Отсыпанный слой разравнивается бульдозером. Породу увлажняют до оптимальной степени. После планировки поверхности породу уплотняют средними или тяжелыми катками с металлическими вальцами. Породы хорошо уплотняются. Наиболее эффективно при уплотнении таких пород применять виброкатки в сочетании с тяжелыми катками на пневматических шинах при 2–4 проходах по одному следу. При уплотнении катками часть породы разрушается с образованием мелкозема (фракции менее 2 мм). Это играет положительную роль в обеспечении плотной упаковки породы в теле насыпи. Кроме того, горелые породы имеют одну особенность. Мелкодисперсная фракция горелых и перегоревших пород обладает пуццолановыми свойствами, т. е. способна проявлять скрытую физико-химическую и гидравлическую активность.

#### **4. Методика испытания горелых пород по ГОСТ 8267**

##### **4.1 Определение насыпной плотности для перевода количества пород из единиц массы в объемные**

Для определения насыпной плотности горелых пород, нам понадобятся:

Весы;

Мерный цилиндр объемом 10л.

##### **Метод испытания**

Сначала взвешиваем цилиндр, далее в этот цилиндр с высоты 10см засыпаем породу, прежде просеянную через 20 мм сито, до образования конуса, который снимаем линейкой до образования ровной поверхности вровень с краями цилиндра, далее взвешиваем сосуд. [10]

### **Обработка результатов испытания**

После проведения испытания мы определяем насыпную плотность, зная массу сосуда и массу сосуда с породами по формуле 4.1:

$$\rho_{\text{н}} = \frac{m_1 - m}{V} \quad (4.1)$$

где  $m_1$  – масса мерного сосуда, кг;

$m$  – масса мерного сосуда с грунтом, кг;

$V$  – объем мерного сосуда, м<sup>3</sup>.

### **4.2 Определение средней плотности**

Среднюю плотность породы мы определяем путем отбора пяти образцов размером от 40 до 70 мм. произвольной формы, каждый кусок очищаем от пыли и грязи, и высушиваем до постоянной массы.

Далее, высушенные образцы взвешиваем в воздушно сухом состоянии и насыщаем их водой, погружая их в сосуд с водой комнатной температуры на 2ч., так что бы уровень воды был на 20 мм. выше образцов.

Насыщенные водой образцы вынимаем, удаляем влагу с из поверхности салфеткой и сразу взвешиваем на настольных гирных, а затем на гидростатических весах, помещая пробу в сетчатый стакан, погруженный в воду.

### **Обработка результатов испытания**

Среднюю плотность образцов горелой породы определяют по формуле 4.2.

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m}{m_1 - m_2} \rho_{\text{в}} \quad (4.2)$$

где  $m$  – масса образца в сухом состоянии;

$m_1$  – масса образца в насыщенном водой состоянии на воздухе;

$m_2$  – масса образца в насыщенном водой состоянии в воде;

$\rho_{\text{в}}$  – плотность воды, принимаемая равной 1 г/см<sup>3</sup>.

### **4.3 Определение истинной плотности горелых пород пикнометрическим методом.**

Истинную плотность горелой породы определяем путем измерения массы единицы объема измельченного и высушенного материала.

Для этого нам понадобится:

Пикнометр вместимостью 100 мл. по ГОСТ 22524;

Весы настольные лабораторные по ГОСТ 24104;

Стаканчик для взвешивания по ГОСТ 25336;

Ступка фарфоровая;

Шкаф сушильный

#### **Порядок подготовки к испытанию:**

Для определения истинной плотности горелой породы мы дробим образцы до крупности менее 1.25 мм. подготовленную пробу измельчаем до порошкообразного состояния в фарфоровой ступке и отвешиваем две навески массой 10 г. каждая.

#### **Порядок проведения испытания**

Каждую навеску высыпает в чистый и сухой пикнометр, и заливаем дистиллированную воду в пикнометр, что бы он был заполнен не более чем на половину своего объема. Далее, пикнометр в слегка наклоненном положении ставим на песчаную баню и кипятим в течении 15-20 минут для удаления пузырьков воздуха. После удаления воздуха, пикнометр обтираем и доливаем воду до метки и взвешиваем. Затем из пикнометра удаляем содержимое, доливаем воду до метки и взвешиваем.

#### **Обработка результатов**

Истинную плотность  $\rho$  г/см<sup>3</sup> определяем по формуле 4.3:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m\rho_{\text{в}}}{m+m_1-m_2} \quad (4.3)$$

где  $m$  – масса навески порошка в высушенном состоянии, г;  
 $m_1$  – масса пикнометра с водой;  
 $m_2$  – масса пикнометра с навеской и водой;  
 $\rho_{\text{в}}$  – плотность воды, принимаемая равной  $1 \text{ г/см}^3$ .

#### 4.4 Определение водопоглощения

Водопоглощение определяем путем сравнения массы образцов в насыщенном водой состоянии и после высушивания их до постоянной массы.

##### Порядок проведения испытания

Для определения водопоглощения горелой породы мы отбираем пять образцов размером от 40 до 70 мм. произвольной формы, каждый кусок очищаем от пыли и грязи, и высушиваем до постоянной массы.

Далее, высушенные образцы взвешиваем по одному в воздушно сухом состоянии и насыщаем их водой, погружая их в сосуд с водой комнатной температуры на 48ч., так что бы уровень воды был на 20 мм. выше образцов.

Насыщенные водой образцы вынимаем, удаляем влагу с из поверхности салфеткой и сразу взвешиваем каждый образец на настольных гирных весах.

##### Обработка результатов испытания

Водопоглощение  $W_{\text{погл}}$ , % по массе, определяем по формуле 4.4:

$$W_{\text{погл}} = \frac{m_1 - m}{m} 100 \quad (4.4)$$

где  $m$  – масса образца в сухом состоянии, г;  
 $m_1$  – масса образца в насыщенном водой состоянии, г.

##### Вывод:

Так как в данном случае особые горелые породы, то и подход к ним будет особым.

Во время испытаний я обнаружил такую особенность, особенность в том, что образцы исследуемых пород, во время проведения испытания на водопоглощение, воду набирают всего за несколько часов, я это подтвердил графиком, в котором мы видим, как за определенные промежутки времени происходит набор воды в камни, рис. 4.1.

Таким образом, можно сделать вывод, что для ускоренно метода определения водопоглощения горелых пород, достаточно 2-4 часов.

#### **4.5 Определение оптимальной влажности горелых пород**

##### **Подготовка к проведению испытания**

Перед испытанием, я, смешал свои образцы, раздробил, далее просеял навеску через сито диаметром 5мм. и крупные частицы перетер в фарфоровой ступке и еще раз просеял через сито диаметром 1.25 мм.

Отвешиваем навеску 300 г.

##### **Проведение испытания**

Испытание проводим, постепенно увлажняя пробу. При первом испытании увлажнил грунт на 10%, при последующем испытании увеличивал влажность на 2%.

После каждого испытания взвешиваем цилиндрическую часть прибора с грунтом для определения плотности и отбираем пробу в бюкс для определения влажности, испытание нужно прекратить, когда масса цилиндрической части прибора с пробой не начнет терять вес.

##### **Обработка результатов**

По полученным в результате испытаний значениям плотности и влажности грунта, вычисляем значение плотности сухого грунта  $\rho_{di}$  г/см<sup>3</sup> по формуле 4.5:

$$\rho_{di} = \frac{\rho_i}{1+0,01W_i} \quad (4.5)$$

где  $\rho_i$  – плотность грунта, г/см<sup>3</sup>;

$W_i$  – влажность грунта при очередном испытании, %.

#### 4.6 Физико-механические характеристики горелых пород

Испытания горелых пород производились по ГОСТ 8267 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Все данные, полученные в ходе испытаний приведены в таблице 4.1. [10]

Таблица 4.1

Показатели	Значения показателей	
	$\rho_{ист}$ г/см <sup>3</sup>	2,35
$\rho_{насып}$ г/см <sup>3</sup>	1,22	1,31
$\rho_{ср}$ г/см <sup>3</sup>	1,69	2,17
Водопоглощение, %	1,16	15,26
Плотность сухого грунта при стандартном уплотнении, г/см <sup>3</sup>	1,35	
Оптимальная влажность при стандартном уплотнении, %	17,23	
Дробимость%	7,8	

Строим таблицу 4.2 для сравнения плотности и водопоглощения образцов.

Таблица 4.2

№ образца	Значения показателей							
	$\rho_{ср-2ч.}$	$W-2ч.$ %	$\rho_{ср-4ч.}$	$W-4ч.$ %	$\rho_{ср-8ч.}$	$W-8ч.$ %	$\rho_{ср-24ч.}$	$W-24ч.$ %
1	1,699	14,55	1,694	14,75	1,687	14,89	1,68	15,26
2	1,81	10,41	1,81	10,67	1,81	10,98	1,81	10,83
3	1,82	10,2	1,824	10,37	1,822	10,46	1,82	10,77
4	1,998	6,22	2,002	6,47	2,00	6,56	1,996	6,95
5	2,155	1,04	2,165	1,092	2,18	1,1	2,19	1,16

По данным из таблицы 4.2, строим график зависимости набора воды за единицу времени (Рис.4.1).

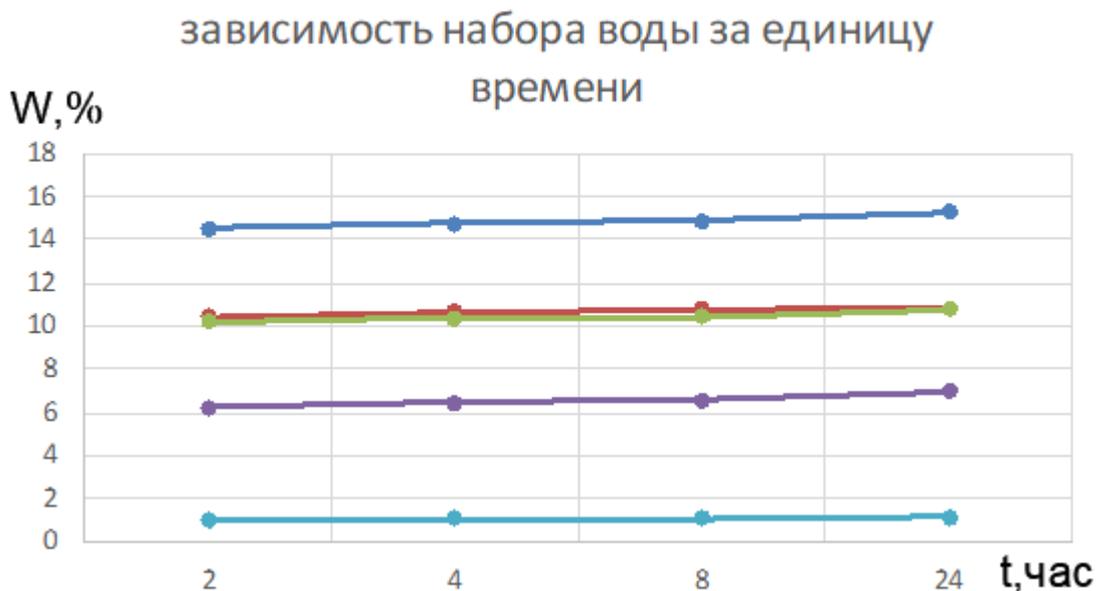


Рис 4.1-зависимость

На графике зависимости видно, что горелые породы набирают в себя воду в первые 2-4 часа, поэтому можно сделать заключение, по этому поводу. То есть, для оперативного испытания горелых пород, не обязательно выдерживать их в воде 2 суток, так как они поглощают в себя воду в первые 4 часа.

#### 4.7 Заключение по испытанию образцов горелых пород

Испытание физико-механических свойств горелых пород как грунта для земляного полотна, приводятся в таблице 4.1-4.2.

Полученные показатели качества горелых пород соответствуют требованиям, предъявляемым к грунтам по ГОСТ 8267-93, используемым для возведения земляного полотна. [10]

Для устройства земляного полотна автомобильной дороги IV категории из горелых пород, максимальная крупность кусков дробленой породы должна быть не более 70 мм. схема конструкции земляного полотна приведена на рисунке 4.2.

Породы фракции менее 2 мм. играют положительную роль в обеспечении уплотнения в теле насыпи. Кроме того, горелые породы имеют такую

особенность. Мелкодисперсная фракция горелых пород имеет связующие свойства, то есть способна проявлять скрытую, физико-химическую и гидравлическую активность.

Технология устройства земляного полотна из горелых пород аналогична послойному возведению насыпи из традиционного используемого грунта, но с особым подходом. Максимальную плотность и оптимальную влажность определять по методу стандартного уплотнения

Породу транспортируют к месту сооружения полотна, укладывают послойно. Наибольшая допустимая крупность кусков породы из отвала не должна превышать 70 мм. Отсыпанный слой разравнивается бульдозером. Породу увлажняют до оптимальной степени. После планировки поверхности породу уплотняют средними или тяжелыми катками с металлическими вальцами. Отвальные породы хорошо уплотняются. Наиболее эффективно при уплотнении таких пород применять виброкатки в сочетании с тяжелыми катками на пневматических шинах при 2-4 проходах по одному следу. При уплотнении катками часть породы разрушается с образованием мелкодисперсной фракции

Благодаря этому с течением времени происходит самоупрочнение породного массива, что создает дополнительную прочность и устойчивость насыпи из шахтных пород.

## **5. Контроль качества уплотнения грунта методом замещения грунта(лунки) по ГОСТ 28514**

Определить плотность грунта можно с помощью пескозагрузочного аппарата.

Для этого испытания нам понадобится пескозагрузочный аппарат с загрузочной камерой и задвижкой для перекрытия с диаметром отверстия задвижки для перекрытия  $15 \pm 5$  мм. Нижняя часть пескобака и загрузочная камера должны иметь угол наклона к оси  $30 \pm 5^\circ$ .

Схема аппарата приведена на рисунок 5.1.

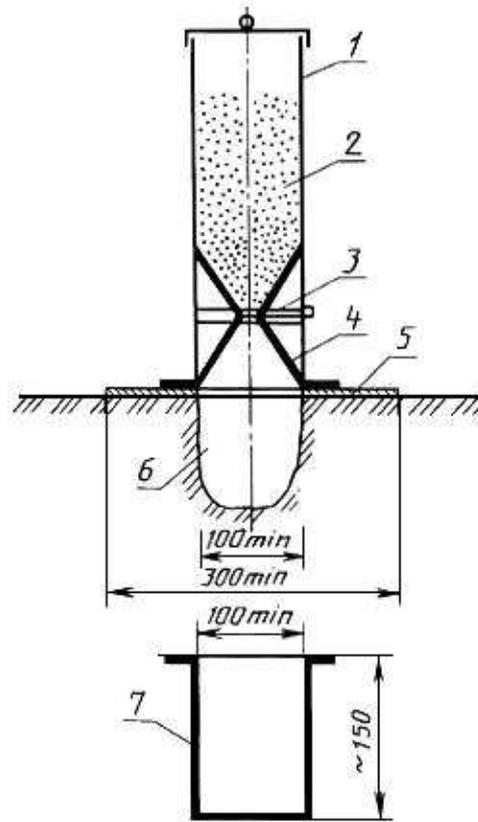


Рисунок 5.1

1 - пескобак; 2 - песок; 3 - задвижка; 4 - загрузочная камера;  
5 - лист основания; 6 - лунка; 7 - калибровочный сосуд.

В качестве заполнителя применяют сыпучий сухой песок, предварительно пропущен через сито диаметром не более 2 мм. и не менее 0,2 мм.[11]

### 5.1 Определение плотности песка

Помещаем, на горизонтальной плоской поверхности, лист основания.

Далее наполняем пескобак песком, определив его массу, после чего, открыв задвижку, песок высыпаем на горизонтальную поверхность. Затем аппарат снимаем с листа основания и снова определяем его массу.

По формуле 5.1 определяем массу песка, высыпанного из пескобака в загрузочную камеру

$$m_2 = m_1 - m_1^t \quad (5.1)$$

где  $m_1$  - масса пескозагрузочного аппарата, наполненного песком, г;  
 $m_1^t$  - масса пескозагрузочного аппарата после наполнения загрузочной камеры, г.

Затем определяем массу пескозагрузочного аппарата, снова наполненного песком ( $m_1$ ), и помещаем аппарат на лист основания, а лист основания на отверстие калибровочного сосуда.

Затем высыпаем песок, открыв задвижку, когда песок прекратит двигаться, закрываем задвижку и снимаем аппарат, измерив его массу ( $m_3$ ).

Определяем по формуле 5.2, значение массы песка ( $m_0$ ), наполняющего калибровочный сосуд

$$m_0 = m_1 - (m_2 + m_3) \quad (5.2)$$

где  $m_1$  - масса пескозагрузочного аппарата, наполненного песком, г;  
 $m_2$  - масса песка, высыпанного из пескобака в загрузочную камеру конической формы, г;  
 $m_3$  - масса пескозагрузочного аппарата после наполнения калибровочного сосуда, г.

Значение плотности наполняющего песка определяют по формуле 5.3:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} \quad (5.3)$$

где  $m_0$  - масса песка, необходимая для наполнения калибровочного сосуда, г;  
 $V_0$  - объем калибровочного сосуда, см<sup>3</sup>.

## 5.2 Проведение испытания

Поверхность испытываемого слоя разравниваем по размеру листа основания, на эту поверхность кладем лист основания и закрепляем, что бы он

не двигался. Под круглым отверстием листа выкапываем лунку с вертикальными стенками, глубиной соответствующей минимальному объему пропы.

Извлеченный из лунки грунт, собираем и взвешиваем ( $m$ ).

Наполненный песком пескозагрузочный аппарат массой  $m_1$  помещаем на лист основания, расположенный над лункой, открываем задвижку, высыпая песок в лунку. Когда движение песка прекратится, закрываем лунку, снимаем аппарат и измеряем его массу ( $m_4$ ).

Значение массы песка, наполняющего лунку ( $m_5$ ), в граммах, определяем по формуле 5.4:

$$m_5 = m_1 - (m_2 + m_4) \quad (5.4)$$

где  $m_1$  - масса пескозагрузочного аппарата, наполненного песком, г;

$m_2$  - масса песка, высыпанного из пескобака в загрузочную камеру конической формы, г;

$m_4$  - масса пескозагрузочного аппарата после наполнения калибровочного сосуда, г.

### 5.3 Обработка результатов

Значение плотности испытываемого грунта определяют в граммах на кубический сантиметр по формуле 5.5:

$$\rho = \frac{m}{m_5} \cdot \overline{\rho_0} \quad (5.5)$$

где  $m$  - масса испытываемого грунта, удаленного из лунки, г;

$m_5$  - масса песка, наполняющего лунку, г;

$\overline{\rho_0}$  - средняя плотность наполняющего песка.

## **6. Основные разработки конструктивных и технологических решений земляного полотна из горелых пород**

Основными эксплуатационными показателями земляного полотна являются: прочность, устойчивость, стабильность конструкции.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования пород, позволили выделить основные элементы, влияющие на эти показатели и определяющие качество конструкции. По способу связи между собой элементы объединяются в последовательно простую структуру, в которой выходные параметры одного элемента являются входными последующего. Качество дорожной конструкции определяется построением элементов и соотношением между входными параметрами. Например, компонентно-вещественный состав горелых пород, определяет конструкцию земляного полотна, содержание мелкозема, влажность уплотнения, характер структуры, что в свою очередь обуславливает технологические приемы. Местоположение слоя определяется видом пород и уровнем воздействий. Характер производства работ особенно в направлении специфичности пород (однородность уплотняемого слоя в плане, по глубине и т.п.) также оказывает существенное влияние на эксплуатационные свойства дорожной конструкции.

Целенаправленно регулируя значения входных параметров их соотношения и комбинации можно получить заданное значение выходных параметров, т.е. получить конструкцию с требуемыми параметрами. Это положение легло в основу разработки конструктивных и технологических приемов сооружения земляного полотна и горелых пород.

Залегающие в отвалах породы не всегда обладают удовлетворительными свойствами, отвечающими целям сооружения земляного

полотна. Поэтому при сооружении насыпей необходимо предусматривать комплекс операций, направленных на улучшение свойств и состава.

Из совокупности технологических приемов применительно к целям сооружения насыпей их горелых пород, можно выделить физико-технические мероприятия улучшения структурно-агрегатного состава и физико-химические мероприятия улучшения компонентно-вещественных свойств.

Физико-технические мероприятия можно разделить на приемы повышения однородности состава и приемы достижения оптимальных структурно-фазовых характеристик. К приемам повышения однородности относятся: перемешивание породы, селективная выборка из характерных зон отвала, фракционирование по крупности, классификация по прочности. К приемам достижения оптимальных структурно-фазовых характеристик относится: механическое разрушение до требуемых значений гранулометрического состава, избирательное разрушение слабопрочных, неводостойких составляющих, введение в состав гранулометрических добавок и уплотнение. Из-за высокой стоимости и относительно небольшого достигаемого эффекта следует признать нецелесообразным для сооружения земляного полотна фракционирование породы и классификация по прочности.

Комплексное использование вышеперечисленных приемов на всем этапе сооружения земляного полотна, от разработки породы до уплотнения слоя, позволило разработать высокоэффективные технологические схемы производства работ в конструкции.

Особую группу образуют мероприятия физико-химического улучшения свойств, основанные на использовании потенциальной гидравлической активности обожженной части пород в сочетании с

неорганическими вяжущими и щелочесодержащими добавками. Из технико-экономических соображений эти мероприятия целесообразно осуществлять только в верхней части земляного полотна, подвергающейся интенсивным воздействиям, и рассматривать полученные слои как расчетные.

Гидравлическая активность горелых пород обусловлена наличием в них нескольких активных компонентов в виде радикалов дегидратированных глинообразующих минералов и некоторого количества активной модификации глинозема, кремнезема в виде растворимой кремнекислоты, железистого компонента в виде растворимых окиси и закиси-окиси железа, образующихся при самообжиге.

### **6.1 Уплотнение горелых пород в конструкциях земляного полотна**

Уплотнение в технологическом процессе сооружения земляного полотна самая ответственная операция, определяющая все эксплуатационные характеристики конструкции. Разработанная теория уплотнения дисперсных и крупнообломочных грунтов не может быть непосредственно применена к уплотнению горелых пород без дополнительных технологий, поскольку параметры этого процесса индивидуальны для различных материалов и условий уплотнения.

Структура исследуемых материалов близка к структуре крупнообломочных грунтов, поэтому выводы теории уплотнения с учетом специфических особенностей могут быть применены к уплотнению слоев из горелых пород. В соответствии с этой теорией при уплотняющем воздействии происходит отжатие из контактных зон мелкозема, его уплотнение, разрушение обломочных частиц и их переориентация. Эти процессы происходят параллельно и их соотношение определяется составом, состоянием и прочностью частиц горелых пород.

Перед началом уплотнения, породы размещивают грейдером для достижения однородности материала и тем самым распределяют грунт до нужной отметки. Уплотнение начиналось через 2-4 часа после увлажнения.

## **6.2 Рекомендации по строительству земляного полотна из горелых пород**

Основные требования к горелым породам в конструкции насыпи является достижение стабильных состояний состава и структурно-фазовых характеристик.

При использовании горелых пород и горелопородных смесей из конструктивных мероприятий целесообразным являются: планировка откосов растительным грунтом, посев на откосах многолетних трав, укрепление обочин, применение в верхнем слое насыпи горелой породы с показателем гидрофильности 13, укрепление верхней части насыпи (0,15-0,25 м) из горелых пород неорганическими вяжущими или комплексными добавками на основе отходов промышленности.

При строительстве насыпей из слабообожженных и необожженных пород, кроме достижения требуемых характеристик плотности, влажности, состава, обязательным условием является изоляция от природно-климатического воздействия. Изоляцию ядра насыпи целесообразно устраивать их суглинистых грунтов. Возможно также применение минеральных смесей, обработанных органическим вяжущим.

Мероприятия по изоляции неводостойких пород в насыпи назначаются дифференцированно в зависимости от свойств породы, уровня воздействий, объекта строительства. При применении слабообожженных пород с показателем гидрофильности  $A < 45$  на дорогах III-V категорий изоляция устраивается в верхней части обочинах, а откосы покрываются растительным грунтом.

Изоляция слабообожженных и не обожженных пород не осуществляется, если при уплотнении будут достигнуты бескаркасная структура и плотность входящего в состав породы мелкозема, близкая к плотности этого мелкозема при стандартном уплотнении.

Зонный характер расположения обожженной породы позволяет организовать селективную разработку отвала, в связи с чем возникает возможность применения комбинированных конструкций, в которых свойства разных видов пород использовались наилучшим образом, т.е. реализовался принцип дифференциального применения породы. В этих конструкциях ядро насыпи отсыпается из необожженной породы, а верхняя и откосные части отсыпаются из горелой породы или горелопородной смеси.

Верхнюю часть изолирующе-переходных слоев из горелых пород, горелопородных смесей, целесообразно укреплять на толщину 0,15-0,25 м и рассматривать эти слои как расчетные.

С целью термоизоляции уменьшения конденсации влаги в верхней части насыпи целесообразно устройство теплоизолирующих слоев из горелых пород каркасной структуры и малым содержанием мелкозема.

Работы по сооружению земляного полотна следует производить с учетом природных условий, конструкции, а также видов применяемой породы, который определяет последовательность выполнения технологических операций. Комплекс технологических операций следует осуществлять в направлениях достижения требуемых однородности, состава и степени уплотнения.

Уплотнение следует осуществлять в два этапа – предварительное разрушение неводостойких составляющих до рекомендуемого содержания мелкозема и собственно уплотнение.

С целью максимального разрушения неводостойких составляющих, а также достижения лучшей однородности состава, технология работ должна по возможности предусматривать цикл перемешивания и перемещения породы. С этой целью рекомендуется применять тяжелые машины и механизмы, обеспечивающие дробление породы на всех этапах строительства.

Для достижения требуемой однородности уплотняемого слоя и повышения эффективности размельчения, дробление целесообразно осуществлять одновременно с рыхлением. Для дробления целесообразно применять тяжелые кулачковые катки при 3-6 проходах по одному следу. После каждого или нескольких циклов дробления-рыхления следует предусматривать дополнительное увлажнение на величину потерь испарения или осуществлять предварительное переувлажнение породы с учетом дробимости и испарения.

На втором этапе уплотнение осуществляется с помощью тяжелых катков на пневматических шинах высокого давления 0,60-0,75 Мпа, при 10-12 проходах по одному следу.

Для уплотнения горелых пород и горелопородных смесей целесообразно применение вибрационных катков при 3-4 проходах по одному следу.

С целью сокращения времени между увлажнением и уплотнением, более точного дозирования и сокращения потерь воды, увлажнение целесообразно осуществлять после погрузки пород, в кузов автосамосвалов из специально устроенного накопительного бункера. Увлажнение можно также осуществлять по обычной технологии за 2-3 часа до уплотнения.

Глинистые и суглинистые грунты, используемые в качестве изолирующих слоев, укладывают и уплотняют одновременно с шахтной

отвальной породой. По мере возведения каждой ступени ядра насыпи со стороны откосов досыпают слой глинистого грунта такой же толщины на 0,5 м превышающий геометрические размеры насыпи. При отделке насыпи излишки грунта срезаются. При использовании в качестве изолирующих слоев горелых пород и горелопородных смесей они отсыпаются по краям, а центральная часть, а центральная часть отсыпается из неводостойких пород.

При строительстве земляного полотна из горелых пород, кроме контроля геометрических элементов, отметок предусматривается контроль состава, однородности слоя и степени уплотнения. При назначении способа оценки степени уплотнения учитывают характер структуры пород.

### **6.3 Определение производительности строительной техники, выбор ведущих машин и расчет сменных объемов работ**

Определение объемов земляных работ.

Технологическую карту разрабатываем на основе исходных данных. Земляное полотно будет возводиться для IV категории дороги, соответственно отталкиваемся от следующих данных:

- Ширина земляного полотна: 10 м;
- Ширина дна кювета в выемке: 0,4 м;
- Глубина кювета в выемке: 1,2 м;
- Заложение внутреннего откоса в выемке: 3;
- Уплотнение откоса высокой насыпи: 0,25;
- Толщина дорожной одежды: 0,55;
- Ширина дорожной одежды: 7 м;
- Толщина растительного слоя: 0,1 м;
- Коэффициент уплотнения грунта насыпи: 0,98.
- Протяженность автомобильной дороги 4,386 км или 4386 метров.

Следовательно, ширина земляного полотна будет равна 10 метрам.

Все данные о последовательности технологических процессов, расчёт объема работ и производительности машин приведены в приложении А, Б.

Производительность строительной техники определяется с учетом средней дальности транспортировки грунта и числа проходов техники по одному следу. Производительность техники, не упоминаемой в указанных выше источниках, определяют расчетом.

При определении производительности техники, зависящей от дальности возки грунта (бульдозеры, скреперы, автосамосвалы), в расчетах используют средние дальности транспортировки грунта.

Среднюю дальность транспортировки грунта можно определить по формуле 6.2

$$L_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i \cdot l_i)}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (6.2)$$

где  $Q_i$  - объем грунта, перемещаемого на данный участок, м<sup>3</sup>;

$l$  - дальность транспортировки грунта на данный участок, м.

В качестве ведущей принимаем машину (комплект машин) выполняющую основной объем работ и, как правило, наиболее дорогостоящую. Не рекомендуется в качестве ведущих принимать вспомогательные машины (катки, бульдозеры, выполняющие операции по разравниванию грунта (автомобили- самосвалы и т.д.) или машины, имеющие большую производительность (авто- | грейдеры и т.п.).

Выбор ведущих и комплектующих машин для возведения земляного полотна производится на основе технико-экономического сравнения вариантов в зависимости от дальности перемещения грунта. Ориентировочно можно считать, что при дальности перемещения грунта до 75 - 100 м экономически выгодно использовать бульдозер. При дальности перемещения от 75 -

100 м до 300 - 400 м - прицепной скрепер. На дальностях от 300 - 400 до 800 - 1000 м - самоходный скрепер. При большей дальности транспортировки грунта целесообразно использовать автосамосвалы (с экскаватором). Точные значения границ выгоды использования той или иной техники по дальности транспортирования грунта можно установить только расчетом. Полученные результаты будут зависеть от единичной мощности применяемой техники, емкости кузова (ковша), состава комплектующих машин, количества и перечня выполняемых операций и т.д.

В соответствии с принятым сменным объемом работ можно определить длину сменной захватки, м, по формуле 6.3

$$l_{захв} = P_{см.вед.маш.}, \quad (6.3)$$

где  $P_{см.вед.маш.}$  - сменная производительность ведущей машины;

$$P_{см.вед.маш.} = \frac{P}{Q_{уч}}$$

где  $P$  - производительность ведущей машины;

$Q_{уч}$  - объем работ на этом участке (или сумма объемов работ на участках).

Сменная производительность грузового автомобиля  $\Pi$ , т в смену, определяется по формуле 6.4

$$\Pi = \frac{T_c \cdot q \cdot \kappa_z \cdot \kappa_v}{2 \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_{np}}, \quad (6.4)$$

где  $T_c$  - продолжительность смены, ч;

$q$  - грузоподъемность автомобиля, т;

$\kappa_z$  - коэффициент использования грузоподъемности, равный отношению загрузки автомобиля к полной грузоподъемности;

$k_v$  - коэффициент использования времени;

$l_{cp}$  - среднее расстояние транспортировки груза, км;

$V_{cp}$  - среднетехническая скорость движения автомобиля, км/ч;

$t_{пр}$  - продолжительность простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, ч.

При транспортировке сыпучих и навалочных грузов, таких как щебень, гравий, песок, асфальтобетонные и цементобетонные смеси и подобные материалы, коэффициент использования грузоподъемности  $k_r=1$ .

Коэффициент использования времени  $k_v$  принимают равным 0,8-0,9.

Расчетная среднетехническая скорость движения автомобиля  $V_{cp}$  зависит от его марки, грузоподъемности, технического состояния, а также дальности транспортирования груза, типа покрытия дороги, его состояния и принимается по таблице 6.2

Таблица 6.2 - Расчетная среднетехническая скорость движения автомобиля

Дальность транспортирования, км	Автомобили грузоподъемностью, т		
	До 5	До 10	Свыше 10
Дороги с усовершенствованным и щебеночным типом покрытия			
До 1	25	20	15-20
До 5	30	25	20-25
До 10	30-40	25-35	30-40
Свыше 10	40-45	35-45	35-45
Дороги грунтовые (в сухое время)			
До 1	20	20	15-20
До 5	30	25	25
До 10	30	25	25
Свыше 10	30	25	25

Нормы продолжительности простоя автосамосвала под погрузкой - разгрузкой сыпучих материалов приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Нормы продолжительности простоя автосамосвала под погрузкой - разгрузкой

Грузоподъемность автомобиля, т	Продолжительность простоя, мин		
	При погрузке экскаватором с ковшом емкостью, м <sup>3</sup>		При разгрузке
	До 1	Свыше 1	
4-7	3-4	2-3	4-5
7-10	3-5	2-3	5-6
10-16	4-8	2-5	5-7

Производительность ( $\Pi$ ) бульдозеров, скреперов, экскаваторов и другой строительной техники (кроме автосамосвалов, автокранов и т.п.) можно определить по ЕНиР 2 - 1 (ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы), по формуле 6.5

$$\Pi = \frac{T \cdot E}{H_{вр}}, \quad (6.5)$$

где  $T$  - продолжительность рабочей смены, 8 ч;

$E$  - объем работ по ЕНиР;

$H_{вр}$  - норма времени на выполнение данной работы.

#### 6.4 Выбор рациональных комплектов машин

По принятой технологии производства и установленному сменному объему работ следует составить технологическую последовательность процессов и рассчитать потребные ресурсы.

Предлагается создавать комплексные машинно-дорожные отряды по возведению земляного полотна, включая выполнение подготовительных работ, возведение насыпей и их планировку. Однако следует иметь в виду, что создание таких комплексных отрядов не всегда целесообразно.

Технологическая последовательность процессов составляется отдельно для каждого машинно-дорожного отряда. При выполнении расчетов учитывают данные задания, результаты выбора ведущей машины и длины захват-

ки. Следует стремиться к получению максимально возможных коэффициентов загрузки машин, подбирая технику по производительности.

В приложении А приведен состава отряда по возведению земляного полотна из привозного грунта, разрабатываемого экскаватором с перемещением автосамосвалами.

Производительность бульдозера Mitsuber MB160R:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,6} = 1333,3 \text{ м}^3/\text{см}$$

Производительность экскаватора Hitachi ZX 850-3:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,45} = 1777,8 \text{ м}^3/\text{см}$$

Производительность автосамосвала КаМАЗ 65201

$$П = \frac{8 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 0,85}{\frac{2}{35} + 0,8} = 156,32 \text{ м}^3/\text{см}$$

Производительность бульдозера Mitsuber MB160R:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,46} = 1739,13 \text{ м}^3/\text{см}$$

Производительность поливомоечной машины КДМ-316:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,39} = 2051,3 \text{ м}^3/\text{см}$$

Производительность кулачкового катка PD-40 17т:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,48} = 1666,66 \text{ м}^3/\text{см}$$

Производительность катка Mitsuber MR161H:

$$П = \frac{8 \cdot 100}{0,45} = 1777,77 \text{ м}^3/\text{см}$$

Далее определяем длину захватки

Длина первой захватки (ведущая машина бульдозер Mitsuber MB160R)

$$L_1 = \frac{1333,3}{24805,4} \cdot 4900 = 263,4$$

Длина второй захватки (ведущая машина экскаватор Hitachi ZX 850-3)

$$L_2 = \frac{1777,8}{141326,3} \cdot 4900 = 61,64$$

Длина третьей захватки (ведущая машина бульдозер Mitsuber MB160R)

$$L_3 = \frac{1739,13}{141326,3} \cdot 4900 = 60,3$$

Длина четвертой захватки (ведущая машина бульдозер Mitsuber MB160R)

$$L_3 = \frac{1739,13}{141326,3} \cdot 4900 = 60,3$$

Состав отряда по возведению земляного полотна с использованием горелых пород представлен в Приложении А.

### **6.5 Технология строительства земляного полотна из горелых пород**

В отвалах горелых пород содержится до 85% кусков, не требующих предварительного дробления.

Практически необходима лишь его сортировка.

В связи с этим при строительстве дорожных насыпей нужно соблюдать следующую очередность технологических операций:

- укладку в нижний слой насыпи толщиной 30 см (плотном состоянии) гигантского горелого щебня крупностью 70—120 мм;

- дробление тремя—пятью проходами кулачковыми или решетчатыми (по одному следу) до наибольшего размера пород 70 мм; в процессе дробления, породы, водополивочной машиной равномерно поливают водой, в зависимости от погодных условий местности из расчета 3—5 л/м<sup>2</sup>;

- любым катком, но лучше самоходным комбинированного действия массой 16 т уплотняют с обязательной равномерной поливкой водой в три-четыре приема с общим расходом в летний период года не менее 15—16 л/м<sup>2</sup>;

- распределение автогрейдером более мелкого щебня размером 10—20 мм на толщину слоя не менее  $D$  (где  $D$  — максимальный размер горелок; снова уплотняют тем же катком с поливкой водой (СНиП III.40.78).[17]

В случае высокой пористости верхней части дорожных оснований дополнительно рассыпают заранее заготовленную шлаковую мелочь толщиной слоя до 2 см и четырьмя-пятью проходами катка заполняют поры между отдельными более крупными щебенками.

В отвалах нередко имеются бой шамотного кирпича, включения металла и отдельные спекшиеся глыбы объемом в 1—2 м<sup>3</sup>. В связи с этим для дробления требуются копры, в чем нет необходимости при разработке доменных шлаков. Но теперь на многих металлургических заводах в отвалах дробят шлак с получением фракционного шлакового щебня размером до 70 мм. Из него и устраивают основания по принципу заклинки толщиной, установленной расчетом. Распределенный слой шлакового щебня фракции 40—70 мм прикатывают четырьмя—шестью проходами дорожного самоходного вибрационного катка с гладкими вальцами массой 6—8 т. Затем распределяют слоем в одну щебенку каменную мелочь крупностью 5—10 мм. И в дальнейшем уплотняют дорожным самоходным катком комбинированного действия массой 16 т, или самоходным катком пневмоколесным массой не менее 20 т. с поливкой водой.

Потребное число проходов составляет не менее 20 (также из расчета по одному следу).

Коэффициент уплотнения щебеночного слоя из горелых пород, устроенного по данному принципу, должен составлять 1,47, коэффициент вариации 0,15—0,20. В случае их устройства по принципу оптимальных смесей значение изменяется в пределах 0,22—0,27. Но меньшие значения коэффициента  $C_p$  справедливы лишь при отличном качестве работ.

Состав отряда по возведению земляного полотна из горелых пород приведен в приложении А, таблица 1.

### **6.6 Контроль качества работ по СП 78.13330.2012**

Перед началом строительства сооружения земляного полотна должно быть проверено соответствие принятых в проекте и действительных показателей состава и состояния (влажность, плотность) грунтов в карьерах, резервах, выемках, естественных основаниях.

При наличии в зоне работ склонов и откосов круче 1:3, а также слабых грунтов следует проверять нивелированием отсутствие осадок и сдвигов земляного полотна в период строительства.

При операционном контроле качества сооружения земляного полотна следует проверять:

- правильность размещения осевой линии поверхности земляного полотна в плане и высотные отметки;
- толщину снимаемого плодородного слоя грунта;
- плотность грунта в основании земляного полотна;
- влажность используемого грунта;
- толщину отсыпаемых слоев;

- однородность грунта в слоях насыпи;
- плотность грунта в слоях насыпи;
- ровность поверхности;
- поперечный профиль земляного полотна (расстояние между осью и бровкой, поперечный уклон, крутизну откосов);

При операционном контроле качества земляных работ в зимних условиях дополнительно следует контролировать размер и содержание мерзлых комьев, а также качество очистки поверхности от снега и льда.

При операционном контроле качества сооружения земляного полотна на болотах дополнительно следует контролировать: полноту выторфовывания, режим отсыпки, величину осадки, геометрические размеры вертикальных прорезей, дрена и коэффициент фильтрации песка в них.

Проверку правильности размещения оси земляного полотна, высотных отметок, поперечных профилей земляного полотна, обочин, водоотводных и дренажных сооружений и толщин слоев следует проводить не реже чем через 100 м (в трех точках на поперечнике), как правило, в местах размещения знаков рабочей разбивки с помощью геодезических инструментов и шаблонов.

Плотность грунта следует контролировать в каждом технологическом слое по оси земляного полотна и на расстоянии 1,5-2,0 м от бровки, а при ширине слоя более 20 м - также в промежутках между ними.

Контроль плотности грунта необходимо проводить на каждой сменной захватке работы уплотняющих машин, но не реже чем через 200 м при высоте насыпи до 3 м и не реже чем через 50 м при высоте насыпи более 3 м.

Контроль плотности верхнего слоя следует проводить не реже чем через 50 м.

Дополнительный контроль плотности необходимо проводить в каждом слое засыпки пазух труб, над трубами, в конусах и в местах сопряжения с мостами.

Контроль плотности следует проводить на глубине, равной  $1/3$  толщины уплотняемого слоя, но не менее 8 см.

Отклонения от требуемого значения коэффициента уплотнения в сторону уменьшения допускаются не более чем в 10% определений от их общего числа и не более чем на 0,04.

Глубину промерзания слоя при сезонном оттаивании грунта следует проверять по кернам (шурфам) не реже чем через 100 м. Сохранность растительного слоя определяют визуально.

Контроль влажности используемого грунта следует проводить, как правило, в месте его получения (в резерве, карьере) не реже одного раза в смену и обязательно при выпадении осадков.

Плотность и влажность грунта следует определять по ГОСТ 5180. Для операционного контроля допускается использовать ускоренные и полевые экспресс-методы и приборы.[18]

Однородность грунта следует контролировать визуально. При изменении однородности грунта его тип, вид и разновидность следует определять по ГОСТ 25100.[19]

Для земляного полотна ровность поверхности оценивают по соответствию высотных отметок требованиям проекта и визуальной оценкой его

состояния. Высотные отметки определяют нивелированием с шагом не реже чем через 50 м по оси и бровкам.

Поверхность основания земляного полотна и промежуточных слоев насыпи в период строительства не должна иметь местных углублений, в которых может застаиваться вода.

Соответствие состава песка, используемого для вертикальных дрен, проектным требованиям следует определять в карьере один раз в смену.

Определение физико-механических свойств грунта (максимальной плотности и оптимальной влажности, числа пластичности и т.д.) необходимо определять один раз в месяц и при изменении внешнего вида используемого грунта.

## **7. Правила охраны труда при строительстве, ремонте автомобильных дорог**

### **7.1 Сооружение земляного полотна**

Земляные работы при сооружении земляного полотна производятся в соответствии с утвержденными ППР и ПОС, а также инструкциями, составленными с учетом требований СНиП 3.06.03-85 и СНиП III-4-80.

При ведении скальных, земляных и других видов работ, связанных с устройством (реконструкцией) земляного полотна (выторфовывание, рыхление грунта и т.п.), взрывным способом следует соблюдать требования “Единых правил безопасности при взрывных работах”.

При применении средств гидромеханизации надлежит руководствоваться “Правилами безопасности и производственной санитарии при производстве земляных работ способом гидромеханизации” (утверждены Минтрансстроем СССР, 1969 г.).

Движение автомобилей-самосвалов задним ходом к месту погрузки и выгрузки грунта разрешается на расстояние не более 50 м и должно сопровождаться звуковым сигналом.

При выгрузке грунта из автомобиля-самосвала на насыпь расстояние от оси его заднего колеса до бровки естественного откоса насыпи должно быть не менее 2 м, а расстояние от бровки до внешнего колеса машины, движущейся по насыпи, - не менее 1 м.

Очищать поднятые кузова автомобилей-самосвалов следует скребками или лопатой с удлиненной рукояткой, обеспечивающей нахождение рабочего в безопасной зоне.

При разгрузке грунта рабочие должны находиться со стороны водителя машины в его зоне видимости, но не ближе 5 м к зоне отсыпки грунта.

Разрешается зимняя разработка всех грунтов (за исключением сухого песчаного) на глубину промерзания без крепления; при дальнейшем углублении необходимо укреплять часть выемки, постоянно контролируя ее состояние. Сухие песчаные грунты следует разрабатывать независимо от глубины промерзания только с применением крепления.

Котлованы и траншеи, разработанные зимой с наступлением оттепели, а также после длительных атмосферных осадков вновь укрепляют.

Для спуска и подъема рабочих в котлованы и широкие траншеи следует устанавливать лестницы-стремянки шириной не менее 0,75 м с перилами, а для спуска и подъема рабочих в узкие траншеи - приставные лестницы согласно ГОСТ 12.2.012-75. Запрещается спуск рабочих в траншеи и подъем из них по распоркам креплений.

Разрабатывать траншеи в водонасыщенных грунтах разрешается после их замораживания отдельными секциями, оставляя между ними перемычки из мерзлого грунта толщиной не менее 0,5 м.

Крутизну откосов котлованов и траншей в переувлажненных глинистых грунтах следует уменьшать до величины естественного откоса. Об этом составляется соответствующий акт производителем работ или масте-

ром. Запрещается разрабатывать без крепления переувлажненные песчаные, лессовидные и насыпные грунты.

Производство работ в котлованах и траншеях с откосами (без крепления) согласно табл. 4 СНиП III-4-80 допускается при условии принятия необходимых мер против его обрушения: предварительного осмотра производителем работ или мастером перед началом каждой смены состояния грунта и его искусственного обрушения в местах, где обнаружены “kozyрки” и трещины у бровок и на откосах котлованов и траншей; осушения грунта выемки при возникновении опасности обвала; уменьшения крутизны откоса на участках, где производство работ в выемке является неотложным; запрещения движения любых транспортных средств и машин в пределах призмы обрушения; размещения разработанного и извлеченного из котлованов, траншей грунта на расстояние не менее 0,5 м от их бровки.

При появлении трещин следует принимать меры против внезапного обрушения грунта, заблаговременно удалив рабочих из опасных мест.

Вертикальные стенки котлованов и траншей глубиной до 3 м следует крепить в соответствии с требованиями табл.7.1.

Таблица 7.1

Грунтовые условия	Глубина траншеи, м	Тип крепежного щита
Грунты естественной влажности при отсутствии грунтовых вод или их незначительном притоке	До 3	С просветами
Грунты песчаные и другие грунты повышенной влажности	Независимо от глубины	Сплошной

Примечание. При сильном притоке грунтовых вод и возможном выносе частиц грунта применяется шпунтовое ограждение.

Крепление котлованов и траншей глубиной до 3 м должно быть выполнено из инвентарных щитов по типовым проектам.

При отсутствии инвентарных и типовых деталей для крепления котлованов и траншей глубиной до 3 м необходимо: для крепления грунтов естественной влажности (кроме песчаных) применять доски толщиной не менее 4 см, а грунтов песчаных и повышенной влажности - не менее 5 см, закла-

дывая их за вертикальные стойки по мере углубления вплотную к грунту и укрепляя распорками; устанавливая стойки крепления не реже чем через 1,5 м; размещать распорки креплений на расстоянии одна от другой по вертикали не более 1 м; под концами распорок (сверху и снизу) прибивать бобышки; выпускать верхние доски креплений над бровками выемок не менее чем на 15 см; усиливать крепление (распорки), на которые опираются полки, предназначенные для переброски грунта, и ограждать их бортовыми досками высотой не менее 15 см.

При глубине котлованов и траншей 3-5 м устанавливается сплошное горизонтальное крепление, при глубине более 5 м способ крепления определяется проектом.

Разборку дощатого крепления котлованов и траншей следует вести только снизу вверх по мере обратной засыпки грунта или возведения фундамента. Одновременно разрешается удалять не более трех досок по высоте, а в сыпучих или неустойчивых грунтах - только по одной. По мере удаления досок следует переставлять распорки; отслужившие доски можно вынимать лишь после установки новых. Разборка креплений должна осуществляться под наблюдением руководителя работ.

Разрабатывать выемки в водонасыщенных грунтах следует по индивидуальным проектам, предусматривающим безопасные способы производства работ (искусственные водоотводы, шпунтовое крепление и др.).

В местах, где разборка креплений может вызвать повреждение смежных сооружений, а также в сыпучих и водонасыщенных грунтах крепление следует частично или полностью оставлять в грунте.

Стенки котлованов и траншей, разрабатываемых землеройными машинами, надо крепить готовыми щитами. Допуск рабочих в незакрепленную выемку запрещается.

Разработку котлованов и траншей землеройными машинами без устройства креплений необходимо вести с откосами согласно СНиП III-4-80. При разработке выемок с уступами ширина последних зависит от глуби-

ны выемок и технической характеристики землеройной машины, но должна составлять не менее 2,5 м.

Запрещаются установка и движение построечного транспорта, прокладка рельсовых путей, размещение лебедок в пределах призмы обрушения грунта незакрепленной выемки. Установка и движение построечного транспорта в пределах призмы обрушения грунта у закрепленных выемок допускаются только после предварительной проверки расчетом прочности крепления с учетом величины и динамичности нагрузки.

Перед началом работ на оползневых склонах следует установить реперные створы для наблюдения за величиной и скоростью оползневых деформаций. В случае обнаружения подвижек оползня все работы на оползневом склоне должны быть прекращены.

Угол наклона ленты транспортера грейдер-элеватора к горизонту не должен превышать  $26^\circ$ . Если при этом грунт скатывается вниз, то величину угла следует уменьшить. В этом случае машинист обязан дать предупреждающий сигнал.

При погрузке грунта на транспортные средства верхний край ленты необходимо поднять на высоту, обеспечивающую подъезд транспортных средств под транспортер. Зазор между верхней головкой транспортера и уровнем бортов транспортных средств должен быть не менее 0,5 м.

Запрещается работа грейдер-элеватора:

- при неисправном механизме для очистки ленты и звуковом сигнале;
- в дождливую погоду (кроме работы на песчаных грунтах);
- при отсутствии необходимого освещения;
- при наличии людей в кузове транспортных средств.

Для сохранения устойчивости грейдер-элеватора в процессе работы и для предотвращения его опрокидывания необходимо: перед увеличением вылета транспортера предварительно выдвинуть до отказа правое заднее колесо, что требуется также и при работе на местности с уклоном более  $8^\circ$ ;

регулировать заглубление дискового плуга, чтобы не допустить перегрузки транспортера; производить работу грейдер-элеватором на первой и второй скоростях трактора; вести работы на участках с уклоном (продольным и поперечным), не превышающим  $12^\circ$ .

Во время транспортирования грейдер-элеватора в пределах объекта следует: заглушить двигатель грейдер-элеватора; поднять до предела транспортер и плужную балку; ограничить скорость трактора первой и второй передачами (включение третьей запрещается).

При перевозке грейдер-элеватора по дороге с большими поперечными уклонами, а также при повороте в конце захватки во время работы необходимо принимать следующие меры против его опрокидывания: установить минимальный вылет транспортера; выдвинуть заднее колесо до отказа; ограничить скорость трактора первой передачей; уложить при необходимости (для большей устойчивости) на плужную балку дополнительный груз.

Уплотнение краев высокой насыпи необходимо осуществлять с подготовленного уплотненного участка (на расстоянии 2 м от бровки), а затем сместить проходы катка на  $1/3$  его ширины в сторону бровки до расстояния, равного 0,5 м (от бровки насыпи).

При изменении направления движения катков всех типов необходимо подавать предупредительный звуковой сигнал.

При уплотнении грунта трамбуемыми машинами (с падающими плитами) около бровок насыпи, а также рыхлого грунта нельзя допускать, чтобы нижний конец удлинительных штанг выходил за пределы улавливателей трамбуемых плит.

Запрещается уплотнять грунт машинами с падающими плитами на участках с уклонами более  $7^\circ$  и сбрасывать плиты в углубления более 0,5 м от уровня стоянки трактора.

При уплотнении грунта трамбуемыми плитами, смонтированными на экскаваторах или тракторах, необходимо соблюдать следующие требования: обеспечить отсутствие людей в радиусе 5 м от действующей трамбуемой

плиты; переместить экскаватор (или трактор) с места прежней стоянки по уплотненному слою грунта.

Перемещение, установка и работа машин вблизи выемок с неукрепленными откосами разрешаются при соблюдении требований СНиП III-4-80.

## Заключение

Мною были проанализированные климатические условия места проекта производства работ и материально-технические условия производства работ. Мною были взяты пробы горелых пород с карьера, затем я разделил их на группы по степени обжига и определил физико-механические свойства образцов, по полученным данным сделал заключение возможности использования особых грунтов в теле насыпи автомобильной дороги. Мною, также, были изучены технологические особенности по возведению земляного полотна с использованием горелых пород, дал рекомендации по технологии распределения и уплотнения особых горелых пород при возведении земляного полотна. Так же были рассчитаны объемы работ по возведению земляного полотна и подобраны строительные отряды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

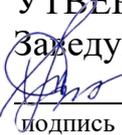
1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* / Мин-во региональные развития Российской Федерации. – М., 2013. – 109 с.
2. Данные метеостанций по интенсивности и скоростям ветра.
3. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\* / Мин-во региональные развития Российской Федерации. – М., 2013. – 139 с.
4. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 / Мин-во региональные развития Российской Федерации. – М., ФАУ «ФЦС», 2013. – 110 с.
- 5.Евгеньев И.Е. Указания по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на болотах. – М.: 1963. – 30 с.
6. Жуков В.И. Проектирование автомобильных дорог в сложных условиях: Конспект лекций –Красноярск: ИАС, 2007. –95 с.
- 7.СП 35.13330.2011 возведение земляного полотна. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84 / Мин-во региональные развития Российской Федерации. – М., 2011. – 338 с.
8. ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. Введ. 01.05.2006 Москва: Стандартинформ, 2006. 3 с.
9. ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог. – Москва: Стандартинформ, 2006. 8 с.
10. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. – 21 с.
11. ГОСТ 28514-90 Строительная геотехника. Определение плотности грунтов методом замещения объема.Введ 01.05.1990.
12. Сиденко В.В. Батраков О.Т. Леушин А.И. Технология строительства автомобильных дорог. Часть II. 1970 г.

13. Шестоперов С.В. Дорожно-строительные 1976 г.
14. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. Справочная энциклопедия дорожника Том 1. Строительство и реконструкция автомобильных дорог.
15. СП 78.13330.2012 контроль качества работ. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с Изменением N 1)
16. СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Строительные нормы и правила. Зарегистрирован Росстандартом в качестве СП 45.13330.2010.
17. СНиП III-3-81 Часть III. Правила производства и приемки работ. Глава 3. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения (с Изменениями N 1-3). Дата введения 01.01.1982.
18. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Дата введения 01.07.1985.
19. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация (с Поправками). Дата введения 01.01.2013.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра: Автомобильные дороги и городские сооружения

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 В.В. Серватинский

подпись

«29» июня 2020 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**08.03.01 «Строительство»**

**08.03.01.0015 «Автомобильные дороги»**

На тему: Проект производства работ по капитальному ремонту  
автомобильной дороги Дзержинское-Абан с изучением вопроса по  
использованию горелых пород

Руководитель



подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

В.Л. Сабинин

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

А.А. Чугуев

инициалы, фамилия

Красноярск 2020