Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Самарский государственный технический университет»

*Филатова А.В., Дормидонтова Т.В.,
Вильдероттер Е.С., Селиверстов В.С.*

**Изучение процессов и работ
при капитальном ремонте
автомобильной дороги
в Самарской области**

монография

*Рекомендовано каф. Автомобильные дороги и геодезическое
сопровождение строительства АСИ СамГТУ
(протокол № 1 от 31 августа 2016 г.)*

ISBN 978-5-4480-0060-7

9 785448 000607

**Тамбов
2016**

ukonf.com/mon

Филатова А.В., Дормидонтова Т.В., Вильдероттер Е.С., Селиверстов В.С.

Изучение процессов и работ при капитальном ремонте автомобильной дороги в Самарской области: монография. М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «СамГТУ». Тамбов-Самара: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2016. 70 с.

ISBN 978-5-4480-0060-7

DOI: 10.17117/mon.2016.08.01

<https://ukonf.com/doc/mon.2016.08.01.pdf>

РИНЦ: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26796966>

Рецензенты:

Попов В.П., д.т.н., проф. СамГТУ, г. Самара

Иванов Б.Г., д.т.н., проф. СамГТУ, г. Самара

Информация об авторах:

Филатова А.В., к.ф.н., доц. СамГТУ, г. Самара

Дормидонтова Т.В., к.т.н., доц. СамГТУ, г. Самара

Вильдероттер Е.С., к.ф.-м.наук, магистрант СамГТУ, г. Самара

Селиверстов В.С., магистрант СамГТУ, г. Самара

В монографии отражены наиболее передовые исследования в области строительства и реконструкции автомобильных дорог Самарской области. Всесторонне изучены процессы и работа, проводимые при капитальном ремонте, с учетом местных погодных-климатических условий и проведена оценка необходимых материально-технических ресурсов, а также проведен анализ производственной базы и учет возможности применения новых технологий.

Монография будет полезна для студентов технических ВУЗов, инженеров и технических работников сферы автомобильного транспорта.

Информация о монографии предоставлена в систему Российского индекса научного цитирования – **РИНЦ** по договору № 856-08/2013К.

Электронная версия опубликована в **Электронной библиотеке** (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС 77-57716) и находится в свободном доступе на сайте: **ukonf.com/mon**

Монография. Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 4,38. Тираж 500 экз.

Издательство ООО «Консалтинговая компания Юком»

Адрес редакции: Россия, 392000, г. Тамбов, а/я 44

E-mail: mon@ukonf.com

© 2016, Филатова А.В., Дормидонтова Т.В.,
Вильдероттер Е.С., Селиверстов В.С.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
Раздел 1. Характеристика природно-климатических условий района строительства	6
1.1. Климатическая характеристика района строительства	6
1.2. Инженерно-геологические условия	8
1.3. Определение продолжительности строительства	12
Раздел 2. Основной расчет технических ресурсов. Укомплектование строительных бригад	15
2.1 Расчет материально-технических ресурсов	15
2.2. Укомплектование строительных бригад и расчет автотранспорта для строительных работ	26
2.3. Построение и расчет календарного плана организации строительства автомобильной дороги	31
Раздел 3. Основы применения и технология виброрезонансного разрушения цементобетонного покрытия.....	34
3.1. История и характеристика виброразрушенного бетона	34
3.2. Устройства дренажа. Преимущества и оборудования для виброразрушения.....	39
3.3. Экономическая эффективность	45
Раздел 4. Производственное предприятие. Основы расчета запасов ДСМ. Схемы работ.....	47
4.1. Основные расчеты запасов и схемы работ	47
4.2. Основные положения и расчеты приготовления горячих асфальтобетонных смесей	50
4.3. Контроль качества работ	51
4.4. Охрана труда и техника безопасности	56
4.5. Охрана окружающей среды	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	69

ПРЕДИСЛОВИЕ

Самарская область имеет развитую сеть автомобильных дорог. По состоянию на 01.01.2016 протяженность дорог общего пользования составила 33,29 тыс. км, из них протяженность дорог федерального значения – 693,5 км, регионального – 7 096 км, местного – 23 331 км, ведомственных автодорог – 2168,9 км. 98% автомобильных дорог федерального значения и 99,9% автодорог регионального значения имеют твердое покрытие.

В оперативном управлении министерства транспорта и автомобильных дорог Самарской области находятся 449 инженерно-мостовых сооружений общей протяженностью 24 118,16 пм.

Дороги играют важнейшую роль в экономике государства, во многом определяют быт и культуру общества.

В целях обеспечения круглогодичного, бесперебойного, безопасного движения автомобилей с соответствующими скоростями и нагрузками вопросам ремонта и содержания, автомобильных дорог уделяется особое внимание.

Вся система дорожной отрасли Самарской области построена и сориентирована на то, чтобы обеспечить сохранность, повысить надежность и продлить срок службы автомобильных дорог путем своевременного и качественного выполнения работ по их ремонту и содержанию.

Ремонт автомобильных дорог относится к одному из основных видов деятельности дорожных организаций, которая неразрывно связана с большим объемом работ, рассредоточенных по всей территории области. Рабочие и ИТР каждой дорожно-строительной организации вынуждены ежедневно совершать переезды на большие расстояния и производить линейные работы на десятках километров.

Сложность производства дорожно-строительных работ усугубляется зависимостью их технологии от погодных и климатических условий.

В этих сложных, непрерывно меняющихся условиях выполнение больших объемов механизированных дорожно-строительных работ с обеспечением целесообразного использования наличных парков современных высокопроизводительных машин может быть успешным только при тщательной и комплексной разработке организации всех видов работ.

Важнейшей организационной задачей является рациональное использование всех выделенных строительству ресурсов. Организационные решения должны обеспечить:

- высокую производительность труда и наиболее эффективное использование основных производственных фондов в течение всего периода строительства;

- минимальную стоимость строительных работ (снижение себестоимости работ);

- выполнение работ в заданные сроки (или сокращение их) при минимальном количестве рабочих, средств механизации и транспорта.

К организационным мероприятиям относится также создание рациональной системы технического контроля. От его действенности зависит в значительной степени качество построенной дороги, ее долговечность и степень надежности.

В общем комплексе организации работ первостепенное значение имеет разработка и осуществление экономически и технически целесообразной системы материально-технического снабжения.

Раздел 1. Характеристика природно-климатических условий района строительства

1.1. Климатическая характеристика района строительства

Участок автомобильной дороги Самара –Бугуруслан (рисунок 1.1) входит во второй дорожно-климатический район Республики Беларусь – центральный.

Рис. 1.1. Ситуационный генеральный план участка автомобильной дороги Самара-Бугуруслан

Устойчивый снеговой покров образуется во второй декаде декабря. Высота снегового покрова составляет 25-30 см, наибольшая декадная высота снегового покрова при 5% обеспеченности составляет 50-55 см.

Устойчивый снеговой покров сходит в последней декаде февраля. Средняя из наибольших глубин промерзания под снежным покровом составляет 45-50 см, при отсутствии снегового покрова – 80-85 см. Максимальная глубина промерзания за многолетний период времени при отсутствии снегового покрова составляет 135-140 см. Зимой преобладающими направлениями ветра являются южное и юго-восточное, летом – западное и северо-западное [1].

Более подробно характеристика климата представлена в таблицах 1.1-1.5.

Таблица 1.1. Средняя температура воздуха по месяцам

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Годовая
Температура	-6,9	-6,4	-2,2	5,3	12,6	16,0	17,8	16,2	11,6	5,6	0	-4,5	5,4

Таблица 1.2. Даты перехода температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °C

Температура, °C	0	5	10	15
Дата	28.03	14.04	01.05	4.06
	18.11	18.10	24.09	25.08

Первые заморозки в воздухе 03.10;
Последние заморозки в воздухе 03.05.

Таблица 1.3. Среднемесячное количество осадков по месяцам

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Осадки, мм	42	40	40	48	61	81	90	83	59	50	53	49

Дата установления устойчивого снегового покрова 12.12
Дата разрушения устойчивого снегового покрова 24.03
Величина снегового покрова за зиму: средняя 27 мм,
максимальная 62 мм, минимальная 8 мм.

Таблица 1.4. Число дней с осадками более 5 мм

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число дней	2	2	2	3	4	5	5	5	4	3	3	2

Таблица 1.5. Направление господствующих ветров

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Направление ветра	ю	юв	з	юв,сз	сз	сз	з	з	з	з	юв	ю

Рис. 1.2. График дорожно-климатических характеристик

По приведенным выше данным строится дорожно-климатический график (рисунок 1.2).

На графике приводятся периоды распутиц, которые определяются на основании климатических характеристик.

Дату начала весенней распутицы определяют по формуле 1.1

$$Z_{н.в}=T+5/\alpha, \quad (1.1)$$

где T – дата перехода температуры воздуха весной через 0°C ;

5 – размороженный слой грунта, с которого начинается распутица, см;

α – климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта, равен для РБ $2,5$ см/сутки.

Дату конца весенней распутицы определяют по формуле 1.2

$$Z_{к.в}=Z_{н.в}+(0,7\cdot h)/\alpha, \quad (1.2)$$

где h – среднемаксимальная глубина промерзания почвы, см;

Таким образом:

$$Z_{н.в}=28.03+5/2,5=30.03$$

$$Z_{к.в}=30.03+(0,7\cdot 65)/2,5=17.04$$

Дата начала осенней распутицы определяется по среднесуточной температуре воздуха в пределах от $+3$ до $+5^{\circ}\text{C}$, а дата окончания – к дате перехода через 0°C в осенний период. Таким образом:

$$Z_{н.о}=18.10$$

$$Z_{к.о}=18.11$$

1.2. Инженерно-геологические условия

Проектируемая дорога находится в Самарской области и относится к дорогам территориального значения.

Район строительства расположен в III₁ дорожно-климатической зоне с умеренными климатическими условиями для дорожного строительства, по степени сложности инженерно-геологических условий относится к II категории.

Климат района характеризуется как резко континентальный с жарким летом и холодной зимой.

Самарская область находится в поясе континентального климата умеренных широт с характерными вторжениями арктического и тропического воздуха. Особенностью климата является засушливость, высокая континентальность и большая изменчивость от года к году, особенно по количеству выпавших осадков.

Среднегодовая температура воздуха $+5,2^{\circ}\text{C}$ (таблица 1.1). На плато Самарской Луки средняя многолетняя годовая температура почти на $0,5^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в долине Волги. Средняя месячная температура воздуха изменяется от $+20,1$ до $+20,9$ градуса по Цельсию в июле, от $-10,9^{\circ}\text{C}$ до $-13,8^{\circ}\text{C}$ в январе. Максимальное значение температур $+40,4^{\circ}\text{C}$, минимальное $-43,0^{\circ}\text{C}$.

Климатическими особенностями различных частей области обусловлено ландшафтно-климатическое зонирование. В области выделяют две ландшафтно-климатические зоны: умеренного увлажнения (лесостепная),

занимающая северные ее районы до широты г. Самары по реке Самаре, и недостаточного увлажнения (степная) – южная. Район реконструкции расположен в III дорожно-климатической зоне с умеренными климатическими условиями для дорожного строительства.

Среднее число годовых осадков составляет 567 мм (таблица 1.2). Неравномерность поступления осадков приводит к довольно частой повторяемости засух и периодов затяжных осадков. Засухи наиболее часты во второй и третьей декадах мая и первой декаде июня, затяжные осадки – чаще всего в январе и первой и второй декадах февраля, а также во второй половине октября – первой декаде ноября.

Первый снежный покров в долине Волги образуется в среднем 30 октября, а устойчивый – 21 ноября, разрушается 11 апреля, а полный сход снега завершается к 15 апреля. На плато Самарской Луки устойчивый снежный покров формируется в среднем на 15 дней раньше, чем в долине Волги, а разрушается в среднем на 5 дней позднее.

Характерной особенностью климата рассматриваемой территории является активный ветровой режим в течение всего года. В летнее время (июль) преобладающее направление ветров западное, в зимнее – южное и юго-восточное (таблица 1.3).

Средняя температура самого холодного месяца – января составляет по данным метеостанции г. Тольятти – 12,3°C. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, рассчитанная по формуле 2 СНиП 2.02.01-83* составляет для глин и суглинков 160 см.

Таблица 1.1. Среднемесячная и годовая температура воздуха

Наименование	Месяцы												Среднегодовая температура
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Среднемесячная температура воздуха (°C)	-11,1	-10,4	-4,1	6,9	14,8	19,4	20,9	18,6	12,9	5,1	-2,9	-8,2	5,2
Абсолютный максимум температуры воздуха (°C)	4,2	6,8	16,6	31,1	34,4	38,4	40,4	39,9	33,8	26,0	14,6	7,3	40,4
Абсолютный минимум температуры воздуха (°C)	-43	-36,9	-31,4	-20,9	-4,9	-0,4	4,8	2,3	-3,4	-15,7	-28,1	-41,3	-43,0

Таблица 1.2. Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

Месяцы												Холодный период	Теплый период	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
47	41	31	40	36	60	58	53	46	51	51	53	XI-III 223	IV-X 344	567

Число дней со снежным покровом – 161

Появление снежного покрова (сред, дата) – 16-X

Образование устойчивого снежного покрова (сред, дата) – 7-XI

Разрушение устойчивого снежного покрова – 16-IV

Сход снежного покрова – 20-IV

Таблица 1.3. Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/сек

Месяцы												Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3,4	3,3	3,1	3,2	2,9	2,7	2,5	2,4	2,7	3,1	3,3	3,3	3,0

Таблица 1.4. Число дней с туманом

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год	Теплый период 4-9	Холодный период 10-3
4	4	6	3	0,4	0,5	0,6	0,9	2	4	9	7	41	7	34

Рис. 1.1. Дорожно-климатический график

Таблица 1.5. Число дней с метелью

Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Год
0,6	2	3	4	3	2	0,3	15

Таблица 1.6. Повторяемость направлений ветра, %

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	10	3	15	16	12	17	17	9	3
Июль	19	10	15	8	4	10	19	15	3

Дорожно-климатический график необходим для определения сроков выполнения дорожно-строительных работ, в зависимости от их вида и способов производства (рисунок 1.1). Данные для построения графика выбираем из СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» таблица 3, в зависимости от района строительства.

«Роза ветров» строится на основании данных СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» (рисунки 1.2, 1.3).

Рис. 1.2. Зимняя роза ветров

Рис. 1.3. Летняя роза ветров

«Роза ветров» предназначена для определения направления господствующих ветров в районе строительства автомобильной дороги. Она строится по данным повторяемости направлений ветра в процентах с ориентацией по сторонам света.

Таблица 1.7. Классификация дорожных работ по допускаемой температуре их производства

Группа работ	Наименование работ	Среднесуточная допускаемая температура воздуха, 0С
0	Расчистка дорожной полосы, сосредоточенные земляные работы, разработка скального грунта, устройство слоёв оснований одежды из щебня, гравия, шлака и других каменных материалов, работы с применением сборного железобетона. Работы по строительству мостов, труб и сооружений дорожной или автотранспортной служб	Ниже 0
I	Линейные земляные работы, отделка и укрепление земляного полотна, устройство слоёв дорожной одежды из каменных материалов (щебня, гравия, шлака) и песка, устройство ограждений, разметка проезжей части	Не ниже 0
II	Устройство слоёв дорожной одежды из грунтов, укрепленных вяжущими или улучшенными скелетными добавками, из грунтов, обработанных неорганическими вяжущими смешением на дороге. Устройство слоёв одежды из шлакобетона, асфальтобетона, цементобетона, чёрного щебня и смесей, изготовленных в установках	Не ниже +5 весной и +10 осенью
III	Устройство слоёв одежды из каменных материалов, укрепленных органическими вяжущими смешением на дороге и грунтощебня, укрепленного органическими вяжущими	Не ниже +10
IV	Устройство поверхностных обработок с применением органических вяжущих	Не ниже +15

Территория входит в лесостепную зону, которая на значительной площади занята лесами и сельскохозяйственными землями на месте луговых степей и остепненных лугов.

Основной почвенный фонд Красноярского района составляют черноземы: выщелоченные и типичные в лесостепной и обыкновенные в степной части района.

1.3. Определение продолжительности строительства

Продолжительность и сроки строительства, а также задел в строительстве новых, расширении и реконструкции действующих объектов, не нашедших отражения в СНиП 1.04.03-85, определяются в разделе "Основные строительные решения и организация строительства" ТЭО или ТЭР в

соответствии с "Указаниями о порядке разработки и утверждения технико-экономических обоснований строительства по крупным и сложным предприятиям и сооружениям (а при необходимости и по другим объектам)", утвержденными постановлением Госплана СССР и Госстроя СССР от 24 апреля 1985 г. № 95/60 и "Указаниями о порядке разработки и утверждения технико-экономических расчетов, обосновывающих хозяйственную необходимость и экономическую целесообразность строительства предприятий, зданий и сооружений", утвержденными постановлением Госплана СССР и Госстроя СССР от 16 мая 1985 г. №116/68.

В том случае, если ТЭО (ТЭР) не разрабатываются или в них отсутствует указанный раздел и намечены только директивные сроки строительства объекта, продолжительность строительства предприятий, зданий и сооружений определяется ПОС. Согласно СНиП 3.01.01-85 "Организация строительного производства" и Изменений к ним, утвержденных постановлением Госстроя СССР от 11 декабря 1986 г., в состав ПОС включается календарный план строительства, на основании которого составляется календарный график производства строительно-монтажных работ (линейный, сетевой) для объектов строительства, осуществляемых по типовым и многократно повторяющимся проектам.

В случае отсутствия исходных данных для определения продолжительности строительства объекта необходимо использовать исходные данные, разработанные для объектов-аналогов той же или близких по назначению отраслей промышленности, имеющих сходные объемно-планировочные и конструктивные решения, примерно равную сметную стоимость строительно-монтажных работ. В соответствии с исходными данными проектируемого объекта строительства и его особенностями выделяются объекты и работы подготовительного и основного периодов строительства.

Подготовительный период исчисляется от начала работ на строительной площадке до начала работ по возведению зданий и сооружений основного и вспомогательного производственного назначения и включает организационно-подготовительные мероприятия, внеплощадочные и внутриплощадочные работы.

Число смен полезной работы устанавливается на основании климатических условий с учетом выходных и праздничных дней, дней простоев машин по непредвиденным причинам и на проведение технического осмотра и ремонта, неблагоприятных дней по метеоусловиям [3].

Количество рабочих дней по каждому отдельному месяцу определяется по формуле 1.3:

$$D_p = D_k - (D + D_2 + D_n + D_{\text{рем}}), \quad (1.3)$$

где D_p – число рабочих дней в месяце;

D_k – число календарных дней в месяце;

D – количество дождливых дней с учётом праздничных и выходных дней за этот период, определяется по формуле 1.4:

$$D = D_1 \cdot (1 - D_2 / D_k), \quad (1.4)$$

где D_1 – количество дождливых дней, принимается:

для 1 кв.=0,6 или по 0, 2 на месяц;

для 2 кв.=3,9 или по 1, 3 на месяц;

для 3 кв.=4,7 или по 1, 6 на месяц;

для 4 кв.=1,8 или по 0, 6 на месяц;

D_2 – количество праздничных и выходных дней в месяце;

D_n – количество дней простоев машин по непредвиденным причинам, принимается равным 3% от календарного времени, за вычетом праздничных и выходных дней;

$D_{рем}$ – затраты на проведение техобслуживания и ремонта, определяются по формуле 1.5:

$$D_{рем} = (D_k - D_n) \cdot K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_{ч} / (1 + K_{см} \cdot T_{см} \cdot P_{ч}) \quad (1.5)$$

где $D_n = D_1 + D_2 + D_n$, т. е. сумма дней перерывов в работе по всем причинам, кроме технического осмотра и ремонта;

$K_{см}$ – коэффициент сменности (принимается равным единице).

$P_{ч}$ – количество дней нахождения машин в ремонте, приходящееся на 1ч работы машин, принимается 0, 0138.

$T_{см}$ – продолжительность смены, 8ч.

Количество рабочих смен в месяце определяется по формуле 1.6:

$$D_{р.с} = D_p \cdot K_{см} \quad (1.6)$$

Результаты расчёта приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6. Расчет количества рабочих смен

Месяц	D_k	D_n	D_1	D_2	D	D_n	$K_{см}$	$D_{рем}$	D_p	$D_{р.с}$
Январь	31	0,66	0,2	9	0,14	9,86	1	2,10	19,10	19,10
Февраль	28	0,60	0,2	8	0,14	8,80	1	1,91	17,35	17,35
Март	31	0,66	0,2	9	0,14	9,86	1	2,10	19,10	19,10
Апрель	30	0,60	1,3	10	0,87	11,90	2	3,27	15,26	30,52
Май	31	0,63	1,3	10	0,88	11,93	2	3,45	16,04	32,08
Июнь	30	0,66	1,3	8	0,95	9,96	2	3,62	16,76	33,52
Июль	31	0,63	1,6	10	1,08	12,23	2	3,39	15,89	31,78
Август	31	0,69	1,6	8	1,19	10,29	2	3,75	17,38	34,75
Сентябрь	30	0,63	1,6	9	1,12	11,23	2	3,39	15,86	31,71
Октябрь	31	0,66	0,6	9	0,43	10,26	1	2,06	18,85	18,85
Ноябрь	30	0,63	0,6	9	0,42	10,23	1	1,97	17,98	17,98
Декабрь	31	0,60	0,6	11	0,39	12,20	1	1,87	17,14	17,14

Суммарное количество рабочих смен – 304

Раздел 2. Основной расчет технических ресурсов. Укомплектование строительных бригад

2.1 Расчет материально-технических ресурсов

В подготовительный период выполняются следующие работы:

- 1) Восстановление осей трассы;
- 2) Разбивка осей съездов, переходно-скоростных полос;
- 3) Разборка дорожных знаков, сигнальных столбиков;
- 4) Устройство и благоустройство площадок под стройгородок и для складирования грунта;
- 5) Рубка кустарника средней густоты;
- 6) Благоустройство существующей полосы отвода.

В процессе разборки существующих устройств, годные изделия от разборки перевозятся на базу на среднее расстояние 10-15 км; негодные на полигон на среднее расстояние 10-15 км.

Положение оси дороги на местности устанавливается и закрепляется в процессе изыскательских работ. Однако со временем проведения изысканий до начала работ проходит время, в течение которого могут измениться условия использования земельных угодий, иногда бывают повреждены отдельные знаки, указывающие положения трассы и т.п. [4].

Восстановление трассы состоит в нанесении на местности основных осей сооружения, а также развитию (сгущении точек) опорной сети с восстановлением и закреплением всех точек и осей как земляного полотна, так и всех дорожных сооружений. Схема закрепления оси дороги представлена на рисунке 2.1.

а – на криволинейном участке трассы; б – на прямом участке; 1 – граница полосы отвода; 2 – пикеты (точка и сторожок с надписью); 3 – выносные столбики с отметками; 4 – выносные колья; 5 – четные пикеты (точки со сторожками)

Рис. 2.1. Схема закрепления оси дороги

После восстановления осей трассы, съездов и переходно-скоростных полос приступают к расчистке полосы отвода от кустарника и удалению растительного слоя (рисунок 2.2).

1, 2, 3, 4... – последовательность зарезания грунта

Рис. 2.2. Схема срезки растительного грунта

Удаление плодородного слоя с откосов основной дороги производится в объеме 4240 м³, с разделительной полосы 2281 м³, при устройстве площадок под стройгородок на ПК 206 – 200 м³, для складирования грунта на ПК 179+69 – 50 м³, на ПК 156+44 – 390 м³.

Снятый плодородный грунт в объеме 7161 м³ сохраняется и используется на укрепительных работах, для устройства берм под дорожные знаки, на рекультивацию площадок под стройгородок и для складирования грунта. Работы по удалению растительного слоя производят с помощью бульдозера и экскаватора-планировщика.

Следующим этапом выполняются работы по разбивке земляных сооружений. Работы по разбивке выполняют в два этапа. На первом этапе на поперечниках осуществляют детальную разбивку земляного полотна (рисунки 2.3, 2.4). Перенесению на местность подлежат проекции бровок, границы земляных откосов насыпей, выемок, резервов и водоотводных сооружений. В полученных точках плановой разбивки устанавливают вышки-визирки или другие знаки, на которые геометрическим нивелированием передают высотные элементы разбиваемого полотна. Вторым этапом геодезических работ является закрепление детальной разбивки створными выносками за границей полосы отвода с целью возможности последующего восстановления точек детальной разбивки в случае их утраты на местности.

Рис. 2.3. Нанесение автогрейдером борозды границы подошвы насыпи

1 – откосное лекало с уровнем;
2 – веха; 3 – шаблон; 4 – колья

Рис. 2.4. Схема разбивки выемки

При сооружении земляного полотна выполняются следующие виды работ [5]:

- разработка грунта в выемках с использованием его для возведения насыпи;
- подвоз грунта для устройства присыпных обочин;
- устройство кюветов с использованием грунта для возведения насыпи;
- послойное разравнивание и уплотнение грунта;
- планировка поверхности земляного полотна для устройства дорожной одежды с присыпными обочинами;
- уплотнение поверхности земляного полотна;
- перемещение растительного грунта на откосы земляного полотна.

Срезка существующей насыпи осуществляется бульдозером. Выемка разрабатывается экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м³. Грунт при устройстве кюветов разрабатывается экскаватором с ковшом вместимостью 0,25 м³.

Существующее земляное полотно шириной 28,5 м находится в удовлетворительном состоянии, откосы задернованы и имеют крутизну 1:2 – 1:4. При небольшой высоте насыпи (средняя до 2,0 м) существующие параметры и состояние земполотна обеспечивают безопасность движения без переустройства и дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности движения.

Так как продольный профиль запроектирован из условий максимального использования существующей дороги и сооружений на ней, земполотно предусмотрено оставить без изменения, за исключением участка на ПК183+40 – ПК 188+63, где производится поднятие земляного полотна и на ПК 193+75 – ПК 195+57, где производится его срезка в целях сглаживания продольного профиля. Поперечные профили земполотна представлены на рисунке 2.5.

Для обеспечения поверхностного водоотвода с проезжей части и предохранения обочин и откосов земляного полотна от размыва проектом предусмотрено устройство прикромочных лотков из асфальтобетона, водосбросных лотков по откосам из разрезных асбестоцементных труб диаметром 0,5 м с гасителями у подошвы насыпи из монолитного бетона. Существующие дождеприемные колодцы, находящиеся в удовлетворительном состоянии, подлежат ремонту.

Рис. 2.5. Поперечные профили земляного полотна

Таблица 2.1. Ведомость объемов подготовительных работ и работ по возведению земляного полотна

Наименование вида работ	Единица измерения	Количество
1	2	3
Подготовительные работы		
1. Восстановление трассы на местности I категории сложности	км	8,62
2. Разбивка осей автобусных остановок, ПСП на местности I категории	км	2,02
3. Разборка существующего цементобетонного покрытия	100 м ³	6,55
1	2	3
4. Расчистка от кустарника и мелколесья средней густоты	1 га	2,3
5. Снятие плодородного слоя экскаватором-планировщиком	м ³	4240
6. Снятие плодородного слоя бульдозером с перемещением до 20 м	м ³	2921
Земляное полотно		
1. Разработка грунта II группы бульдозером с перемещением до 50 м в насыпь	м ³	589
2. Разработка грунта II группы бульдозером с перемещением до 50 м с погрузкой и транспортировкой до 1 км	м ³	1514
3. То же до 2 км	м ³	601
4. Разработка грунта I группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,25 м ³ в насыпь	м ³	773
5. Разработка грунта I группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,25 м ³ с погрузкой и транспортировкой до 1 км	м ³	512
6. То же до 2 км	м ³	661
7. То же до 3 км	м ³	525
8. То же до 4 км	м ³	540
9. То же до 5 км	м ³	531
10. Разработка грунта I группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м ³ от срезки насыпи с погрузкой и транспорти ровкой до 1 км	м ³	357
11. Разработка грунта II группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м ³ из кювета в штабель на ПК 179+69 с погрузкой и транспорти ровкой до 2 км	м ³	506
12. Разработка грунта II группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м ³ из выемки с погрузкой и транспорти ровкой до 1 км	м ³	726

Наименование вида работ	Единица измерения	Количество
1	2	3
13. Разработка грунта II группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м ³ из штабеля на ПК 179+69 с погрузкой и транспортировкой до 1 км	м ³	228
14. То же до 2 км	м ³	278
15. Разработка грунта I группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м ³ из карьера с погрузкой и транспортировкой до 11 км	м ³	6030
16. То же до 12 км	м ³	4810
17. Уплотнение грунта пневмокатами за 6 проходов по одному следу при толщине слоя 0,30 м без поливки водой	м ³	12450
18. То же, с поливкой водой	м ³	6225
19. Планировка верха земполотна автогрейдером (грунт II группы)	м ³	11988
20. Планировка обочин автогрейдером (грунт II группы)	м ³	5289
21. Планировка откосов насыпей автогрейдером (грунт I группы)	м ³	37871
22. Планировка откосов выемок автогрейдером (грунт I группы)	м ³	14103
23. Планировка дна кюветов автогрейдером (грунт II группы)	м ³	5951
24. Планировка разделительной полосы автогрейдером (грунт I группы)	м ³	30236
25. Разравнивание плодородного грунта на откосах автогрейдером толщиной 0,08 м	м ²	51974
26. Разравнивание плодородного грунта на площадках под строительный городок и для складирования грунта автогрейдером толщиной 0,12 м	м ²	5319
27. Погрузка плодородного грунта из куч экскаватором емкостью ковша 0,65 м ³ с транспортировкой до 5 км на разделительную полосу	м ³	2281
28. Разравнивание плодородного грунта на разделительной полосе автогрейдером толщиной 0,07 м	м ²	30236
29. Укрепление посевом трав по плодородному слою	м ²	88161

Таблица 2.2. Сводная ведомость земляных работ

Профильный объем земляных работ, м ³	Насыпь	9412
	Присыпная обочина	3647
	Выемка	726
	Срезка	3661
	Кювет	3448
	Досыпка разделительной полосы	4233
Насыпь с $K_{упл}=1,08$, м ³		10165
Досыпка разделит. полосы с $K_{упл}=1,08$, м ³		4571
Присыпная обочина с $K_{упл}=1,08$, м ³		3939
Распределение земляных масс, м ³	Из выемки	726
	От срезки	3661
	Из кювета	2942
	Из штабеля ПК 179+69	506
	Из карьера «Заславль»	10840
В отвал, м ³	Плодородный грунт с откосов	4240
	Плодородный грунт с разделит. полосы	2281
Грунт из кювета в штабель ПК 179+69 для присыпных обочин		506

Укрепление откосов земполотна и кюветов предусмотрено засевом трав по плодородному грунту толщиной 0,08 м. Плодородный грунт используется от снятия плодородного слоя почвы с существующих откосов, и с разделительной полосы.

Ведомости объемов работ приведены в таблицах 2.1–2.3.

Таблица 2.3. Сводная ведомость земляных работ по видам разработки и транспортировки

Способы разработки и дальности транспортировки				Объем работ	
				I гр.	II гр.
Экскаватором-планировщиком (плодородный грунт), м³				4240	-
Бульдозе ром, с пе- реме ще- нием ... м³	до 20 м плодородный грунт			2921	-
	до 50 м в насыпь			-	589
	до 50 м с погрузкой и транспортировкой до ...	1 км	-	1514	
		2 км	-	601	
Экскавато- ром с ков- шом 0.25 м³, м³	в насыпь			773	-
	с погрузкой и транспортировкой до ...	1 км	512	-	
		2 км	661	-	
		3 км	525	-	
		4 км	540	-	
		5 км	531	-	
Экскавато- ром с ков шом 0,65 м³ с по г руз кой и транс пор тиров кой до ..., м³	От срезки	1 км	357	-	
	Из кювета в штабель ПК 179+69	2 км	-	506	
	Из выемки	1 км	-	726	
	Из штабеля на ПК 179+69	1 км	-	228	
		2 км	-	278	
	Из карьера	11 км	6030	-	
		12 км	4810	-	
Всего оплачиваемых основных земработ, м³				21900	4442
Плани ровка, м³	Верха земполотна			-	11988
	Обочин			-	5289
	Откосов насыпей			37871	-
	Откосов выемок			14103	-
	Дна кюветов			-	5951
	Разделительной полосы			-	30236
Укреп ле- ние, м²	Посев трав			88161	

Существующие водопропускные трубы на основной дороге и на съездах транспортных развязок находятся в удовлетворительном состоянии.

Проектом предусмотрено устройство одной трубы на основной дороге на ПК 172+91 диаметром 0,8 м длинномерными виброгидропрессованными звеньями в соответствии с ТП 3.503.1-2.02 (рисунок 2.6).

На остальных водопропускных трубах кроме трубы ПК 217+51, которая находится в хорошем состоянии, необходимо произвести мелкий ремонт с заделкой сколов и трещин на оголовках и откосных стенках, заделкой стыков и оштукатуривание поврежденных мест тела трубы и оголовков.

- 1 – звено трубы; 2 – плита бетонная П1; 3 – плита бетонная П2; 4 – щебень;
 5 – гравийно-песчаная смесь; 6 – природная песчано-гравийная смесь;
 7, 8 – бетон; 9 – раствор строительный; 10 – асфальтовые планки

Рис. 2.6. Устройство железобетонной трубы

В начале производства работ по устройству трубы у выходного оголовка естественное русло расчищают, а у входного оголовка перекрывают русло грунтом не ближе 1.5 м от контура котлована. Промерами по оси трубы намечают контур котлована и обозначают колышками. На расстоянии 1 м от границ котлована обозначают продольную ось трубы, положение оголовков (колышками).

Порядок размещения сбросных элементов должен быть увязан с технологической последовательностью монтажа трубы. Размеры котлована в плане должны соответствовать размерам основания с запасом 0,5 м в каждую сторону.

При отрывке котлована грунт не добирают до проектной отметки на 10 см. Окончательную доработку до проектной отметки производят вручную под рейку с учетом продольного уклона и строительного подъема трубы. Стенки котлована под оголовки делают пологими.

По спланированному и зачищенному дну котлована устраивают щебеночную подготовку под оголовки. Щебень, доставляют автосамосвалами, разгружают непосредственно в котлован, разравнивают и уплотняют вибротрамбовкой. По окончании работ производят инструментальную проверку отметок щебеночной подготовки и положение в плане.

Далее приступают к устройству опалубки под оголовки из монолитного бетона. Бетон подается автокраном в бадье, уплотняется вибратором. Пока не сняли опалубку приступают к устройству подготовки из ПГС под тело трубы. Смесь подается автосамосвалами, разгружается непосредственно в котлован, разравнивается вручную слоем 50 см и уплотняется вибротрамбовкой.

После снятия опалубки с оголовков досыпается незаполненное пространство вокруг оголовков и окончательно послойно уплотняется. Затем устраивают подготовку под звенья трубы из песчано-гравийной смеси С5. слоем толщиной 30 см.

Работы по монтажу звеньев трубы начинают от выходного оголовка. Звенья трубы устанавливают на деревянные (неудаляемые) клинья. После установки последнего звена и проверки их положения с учетом допусков цементируют зазоры между звеньями.

В комплекс изоляционных работ входят: заделка швов между звеньями труб, оклеечная изоляция швов и обмазочная изоляция трубы. После завершения гидроизоляционных работ досыпают песчано-гравийную смесь С5 вокруг звеньев до проектной отметки и уплотняют.

Сразу после окончания работ по гидроизоляции и составления акта приемки трубу засыпают грунтом на высоту 0,5 м над верхом трубы для сохранности конструкции трубы и изоляции. Грунт к трубе надвигают бульдозером и отсыпают с обеих сторон одновременно слоями толщиной 15-20 см и уплотняют вибротрамбовками, для создания плотного грунтового слоя вокруг звеньев.

Дальнейшую засыпку трубы выполняют при устройстве земляного полотна до проектной отметки.

Укрепительные работы производят плитами П-1 и П-2 на щебеночном основании, которое подготавливается заранее с составлением акта на скрытые работы.

Таблица 2.4. Ведомость объемов работ на устройство железобетонной трубы диаметром 0,8 м на основной дороге на ПК172+91

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во
1. Рытьё котлована под тело трубы	м ³	137
2. Подготовка под тело трубы из ГПС	м ³	65,9
3. Замена неуд. грунта основания: рытьё котлована экскаватором ёмкостью ковша 0,25 м ³ в отвал	м ³	58,7
засыпка песчано-гравийной смесью	м ³	63,4
4. Монтаж железобетонных звеньев труб	шт	8
5. Гидроизоляция обмазочная	м ²	146
6. Гидроизоляция оклеечная	м ²	5,52
7. Конопатка швов паклей	кг	3
8. Цементный раствор строительный	м ³	2,41
9. Обратная засыпка котлована	м ³	93
10. Уплотнение грунта вибротрамбовками	м ³	86
Укрепительные работы		
11. Земляные работы под укрепление	м ³	10
12. Планировка площади под укрепление	м ²	48
13. Блоки упоров из монолитного бетона В20	м ³	2,2
14. Укрепление откосов монолитным бетоном В20 по щебеночной подготовке	м ³	1,54
15. Монтаж плит бетонных П-1	шт	134
16. Монтаж плит бетонных П-2	шт	28

Технологическая схема ямочного ремонта покрытия

Рис. 2.8. Технологическая схема ямочного ремонта

Технологическая схема устройства нижнего слоя покрытия из асфальтобетона ЩКПг-1

Технологическая схема устройства верхнего слоя покрытия из асфальтобетона ЩМБг-1

Рис. 2.9. Технологические схемы устройства асфальтобетонного покрытия

В проекте предусматривается устройство двух типов дорожной одежды (рисунок 2.10):

Тип 1 – общим протяжением 7915 м по основной проезжей части и краевой полосе:

- ямочный ремонт существующего покрытия;
- ремонт швов и трещин;
- устройство нижнего слоя покрытия из щебеночного крупнозернистого пористого асфальтобетона I марки ЩКПг-I толщиной 0,06 м;
- устройство верхнего слоя покрытия из щебеночного мелкозернистого плотного асфальтобетона типа Б – ЩМБг-I толщиной 0,04 м.

По укрепленной обочине:

- ямочный ремонт существующего покрытия;
- устройство нижнего слоя покрытия из щебеночного крупнозернистого пористого асфальтобетона I марки ЩКПг-I толщиной 0,06 м;
- устройство покрытия из щебеночного мелкозернистого плотного асфальтобетона типа Б – ЩМБг-I 0,04 м.

Тип 2 – общим протяжением 705 м, применяется в местах продольного сглаживания продольного профиля. Конструктивные слои аналогичны типу 1 с устройством выравнивающего слоя из щебеночного крупнозернистого пористого асфальтобетона I марки ЩКПг-I средней толщиной 0,06 м [9].

Рис. 2.10. Конструкции дорожных одежд

Таблица 2.5. Ведомость устройства дорожной одежды

Начало участка ПК+	Конец участка ПК+	Тип дорожной одежды	Протяжение, м	Ширина п/ч, укрепленной обочины и краевой полосы, м	Площадь покрытия, м ²
154+80	183+40	1	2860	23	65780
183+40	188+63	2	523	23	12029
188+63	193+75	1	512	23	11776
193+75	195+57	2	182	23	4186
195+57	241+00	1	4543	23	104489

Таблица 2.6. Ведомость объемов работ на устройство дорожной одежды

№ п/п	Наименование вида работ	Ед. изм.	Кол-во
1	Ремонт выбоин на проезжей части	м ²	622,5
2	Ремонт выбоин на обочине	м ²	51,5
3	Ремонт выбоин на обочине, отремонтированных ранее литым асфальтобетоном	м ²	39
4	Ремонт трещин и швов	м	24365
Устройство дорожной одежды по типу 1 шириной 2х11,5 м		м	7915
5	Подгрунтовка катионной битумной эмульсией марки ЭБК-Б-60	м ² т	182045 109
6	Устройство нижнего слоя покрытия из асфальтобетона пористого крупнозернистого щебеночного марки I ЦКПг-I толщиной 0,06 м	м ²	182045
7	Подгрунтовка катионной битумной эмульсией марки ЭБК-Б-60	м ² т	182045 109
8	Устройство верхнего слоя покрытия из асфальтобетона щебеночного мелкозернистого плотного типа Б – ЦМБг-I толщиной 0,04 м	м ²	182045
9	Укрепление обочин: – засев трав по плодородному слою толщиной 0,08 м – грунтощебень средней толщиной 0,18 м	м ² м ²	3879 9051
Устройство дорожной одежды по типу 2 шириной 2х11,5 м		м	705
10	Подгрунтовка катионной битумной эмульсией марки ЭБК-Б-60	м ² т	16215 10
11	Устройство выравнивающего слоя из асфальтобетона пористого крупнозернистого щебеночного марки I ЦКПг-I средней толщиной 0,06 м	м ²	16215
12	Подгрунтовка катионной битумной эмульсией марки ЭБК-Б-60	м ² т	16215 10
13	Устройство нижнего слоя покрытия из асфальтобетона пористого крупнозернистого щебеночного марки I ЦКПг-I толщиной 0,06 м	м ²	16215
14	Подгрунтовка катионной битумной эмульсией марки ЭБК-Б-60	м ² т	16215 10
15	Устройство верхнего слоя покрытия из асфальтобетона щебеночного мелкозернистого плотного типа Б – ЦМБг-I толщиной 0,04 м	м ²	16215
16	Укрепление обочин: – засев трав по плодородному слою толщиной 0,08 м – грунтощебень средней толщиной 0,18 м	м ² м ²	317 740
17	Нарезка швов в асфальтобетонном покрытии	м	38790

2.2. Укомплектование строительных бригад и расчет автотранспорта для строительных работ

Расчет потребности отрядов-смен, а также потребности материалов и автотранспорта произведен в табличной форме и приведен в таблицах 2.7-2.9.

Перевозка необходимых материалов к местам их использования производится автомобильным транспортом.

Количество автомобилей для каждого типа материалов определяется по формуле:

$$N = Q_{\text{см}} / \Pi_{\text{а/с}}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{см}}$ – сменная потребность в материалах;

$P_{a/c}$ – производительность автосамосвала;

$$Q_{cm}=Q/C, \quad (2.2)$$

где Q – общая потребность в материалах;

C – количество смен;

$$P_{a/c}=(T_n \cdot \Gamma \cdot K_p \cdot V \cdot K_r)/(L_{пг}+b \cdot V \cdot K_p); \text{ т/см}; \quad (2.3)$$

где T_n – время в наряде одного самосвала (принято равным 8 ч), ч;

K_p – коэффициент пробега (принят равным 0,5);

Γ – грузоподъемность (принята равной 8 т), т;

V – среднетехническая скорость (принята равной 40 км/ч), км/ч;

K_r – коэффициент использования грузоподъемности (принят равным 1);

$L_{пг}$ – расстояние перевозки, км;

b – время разгрузки-погрузки (принято равным 0,15 ч), ч.

Все расчеты сводим в таблицу 2.10.

Таблица 2.7. Ведомость потребности отрядо-смен

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Потребность отрядо-смен	Итого	Всего	Нормативные документы
1. Восстановление трассы на местности 1 категории	1 км	10,64	0,07	0,74	1	ЕВНиР-п.114
2. Разборка существующего цементобетонного покрытия	100 м ³	6,55	1,54	10,09	10	E27-18-5
3. Расчистка от кустарника средней густоты и мелколесья	1 га	2,3	1,83	4,21	4	E1-203
4. Рытье котлована экскаватором в отвал	1000 м ³	0,137	3,25	0,46	1	E1-13-4
5. Подготовка под тело трубы из гравийно-песчаной смеси	100 м ³	0,66	5,105	3,36	3	E30-3-2
6. Монтаж звеньев труб диаметром 0,80 м	1 м ³	7,92	0,68	5,39	5	E30-55-2
7. Гидроизоляция – обмазочная – оклеечная	100 м ²	1,46 0,055	3,12 4,69	4,56 0,26	5	E30-78-3 E30-78-2
8. Снятие плодородного слоя бульдозером с перемещением до 20 м	1000 м ³	2,921	3,44	10,05	10	E1-24-5 E1-24-13
9. Снятие плодородного слоя экскаватором-планировщиком	1000 м ³	4,240	10,79	45,73	45	E1-25-5
10. Разработка грунта II группы бульдозером с погрузкой и транспортировкой	1000 м ³	2,704	6,706	18,13	18	E1-24-6 E1-24-14
11. Разработка грунта I группы экскаватором с ковшем вместимостью 0,25 м ³ с погрузкой и транспортировкой	1000 м ³	3,542	10,35	36,66	36	E1-13-4

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Потребность отрядов-смен	Итого	Всего	Нормативные документы
12. Разработка грунта I группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м³ с погрузкой и транспортировкой	1000 м³	11,197	3,698	41,41	41	E1-17-7
13. Разработка грунта II группы экскаватором с ковшом вместимостью 0,65 м³ с погрузкой и транспортировкой	1000 м³	1,738	9,95	17,29	17	E1-17-8
14. Уплотнение грунта пневмокатками за 6 проходов по одному следу при толщине слоя 0,30	1000 м³	18,675	4,04	50,56	50	E1-130-2 E1-130-8
15. Планировка верха земполотна, обочин, кюветов автогрейдером (грунт II группы)	1000 м²	23,228	0,130	3,02	3	E1-145-2
16. Планировка откосов, выемок и насыпей (грунт I группы)	1000 м²	51,974	0,255	13,25	13	E1-145-8 E1-145-11
17. Планировка разделительной полосы	1000 м²	30,236	0,106	3,21	3	E1-145-1
18. Благоустройство нарушенных земель	100 м²	53,34	0,081	4,32	4	E1-152-2
19. Посев трав с плакировкой	100 м²	881,61	0,081	48	48	E1-152-2
20. Ремонт трещин и швов	100 м шва	182,31	0,217	39,5	39	Технол. карта на ремонт швов
21. Ремонт разрушенных швов	100 м шва	61,34	0,65	39,87	39	Технол. карта на ремонт швов
22. Ремонт выбоин	100 м²	7,13	4,07	29,02	29	Технол. карта на ямочный ремонт
23. Укладка щебеночной к.з. пористой асфальто бетонной смеси ЦКПг-I	100 т	306,27	0,371	113,3	113	E27-53-6 E27-54-6
24. Укладка щебеночной м.з. плотной асфальто бетонной смеси типа Б – ЦМБг-I	100т	195,88	0,284	48,58	48	E27-53-1
25. Нарезка швов в покрытии	100 м шва	387,90	0,163	63,23	63	Технол. карта на ремонт швов
26. Установка дорожных знаков (стойки)	100 шт	2,30	10,47	24,08	24	E27-83-1
27. Установка ж/б сигнальных столбиков	100 шт	3,54	4,84	17,13	17	E27-61-1
28. Нанесение разметки эмалью разметочной	1 км линии	57,467	0,56	32,18	32	E27-65-101

Таблица 2.8. График потребности в кадрах, автотранспорте, дорожных машинах и оборудовании

Наименование работ	Количество смен	Рабочие	Водители дор. маш	Автогрейдер	Автогудронатор	Агрегат посевной	Асфальтоукладчик	Бурильно-кран, машина	Бульдозер	Каток моторный 8 т	Каток масой 13 т	Каток прицепной	Корчеватель	Кран автомобильный	Котел битумный	Разметочная машина	Экскаватор планировщик	Трактор	Экскаватор	Полivомоечная машина	Термокало	Трактор МТЗ-80	Машина для очистки швов	Молоток отбойный	Компрессор	Дорожный ремонтер	Миксер-бункер	Маш. для разделки швов	Нарезчик попер. швов	Нарезчик прод. швов
Подгот	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	12	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Подгот	10	30	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	30	10	-	-	-	-	-
	18	72	18	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	9	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Земляные	55	-	55	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	94	-	498	94	-	-	-	-	188	-	-	94	-	-	-	-	-	94	94	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Земляные	18	-	36	-	-	-	-	-	18	-	-	18	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	-	95	-	-	-	-	-	30	-	-	50	-	-	-	-	-	50	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Земляные	16	-	32	10	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	12	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Земляные	48	288	619	-	-	144	-	-	144	-	-	-	-	-	-	-	144	-	144	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	78	3744	624	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	312	624	312	312	123	123	12	312	624	312
Дорожная	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	29	-	29	29	-	-
	113	1017	678	-	113	-	226	-	226	226	226	-	-	-	-	-	-	-	-	113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дорожная	48	144	288	-	48	-	96	-	96	96	96	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	63	3024	504	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	252	504	252	252	252	252	-	252	504	252
Обстан.	41	246	82	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32	128	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	798	8709	3597	114	161	148	322	41	42	322	322	162	4	50	5	32	172	162	270	247	564	1128	564	623	603	564	29	593	1128	564

**Таблица 2.9. Ведомость потребности
в строительных конструкциях, изделиях и материалах**

Наименование материала	Земляное полотно	Искусственные сооружения	Дорожная одежда	Обстановка дороги.	Всего
1. Асфальтобетон мелкозернистый щебеночный плотный типа Б ЩМБг-I, т			19588		19588
2. Асфальтобетон крупнозернистый щебеночный пористый ЩКПг-I, т			30627		30627
3. Битумная эмульсия, т			119		119
4. Битумы нефтяные дорожные, т		0,12		4,1	4,22
5. Камень бутовый, м³				4	4
6. Монолитный бетон, м³		3,74		23	26,74
7. Раствор цементный, м³	4	2,41		12	18,41
8. Гравийно-песчаная смесь С5, м³		65,9			65,9
9. Песчано-гравийная смесь		58,7		121	179,7
10. Песок, м³	10840			80	10920
11. Железобетонные изделия, м³		7,92			7,92
12. Пакля, кг		3			3
13. Плита бетонная П-1, шт		135			135
14. Плита бетонная П-2, шт		28			28
15. Грунтощебень, м³	1810			6	1816
16. Щебень, м³	2749			2	2751
17. Семена трав, кг	1058				1058
18. Сигнальные столбики, шт				354	354
19. Краска разметочная, кг				28869	28869

Таблица 2.10. Расчет потребности автотранспорта

Расстояние перевозки, км	Наименование груза	Количество, м³	Насыпная плотность, т/м³	Продолжительность работы, смен	Сменная потребность, т/см	Грузоподъемность, т	Производительность автомобилей, т/см	Количество автомобилесмен	Количество единиц в отряде
2	Грунт	3337	1,6	71	75,2	8	256	0,3	1
2	ПГС от разборки			10	25,0	8	256	0,1	
19	Цементобетон от разборки			10	157,2	8	58	2,7	3
19	Строительный му- сор			2	21,2	8	58	0,4	
Материалы на трассу									
18	Асфальтобетон ЩМБг-I			48	408,1	8	61	6,7	6
18	Асфальтобетон ЩКПг-I			113	271,0	8	61,0	4,4	4

Расстояние перевозки, км	Наименование груза	Количество, м³	Насыпная плотность, т/м³	Продолжительность работы, смен	Сменная потребность, т/смен	Грузоподъемность, т	Производительность автомобилей, т/смен	Количество автомобилей	Количество единиц в отряде
32	ПГС С5,	65,9	1,6	3	35,1	8	36,6	1,0	1
35	ПГС природная	179,7	1,6	3	95,8	8	33,7	2,8	3
18	Щебень	2751	1,6	25	176,1	8	61,0	2,9	3
18	Монолитный бетон	27	2,4	2	32,4	8	61,0	0,5	1
20	Изделия железобетонные	7,92	2,4	1	19,0	8	55,7	0,3	
12	Песок	10920	1,5	41	399,5	8	85,3	4,7	5
Материалы на АБЗ									
1	Щебень	16580	1,6	103	257,6	8	320,0	0,8	3
12	Песок природный	8912	1,5	103	129,8	8	85,3	1,5	
1	Песок дробленый	6092	1,6	103	94,6	8	320,0	0,3	

2.3. Построение и расчет календарного плана организации строительства автомобильной дороги

Линейный календарный график показывает последовательность и сроки выполнения работ бригадами, отрядами и звеньями на отдельных участках (рисунок 2.11) [3].

Основным принципом календарного планирования дорожно-строительных работ является обеспечение выполнения намеченных объемов работ в установленный срок с разбивкой по отдельным видам работ. Выполняемые работы должны быть увязаны по срокам с рациональным использованием средств механизации, транспорта и правильным использованием материальных и технических ресурсов.

Линейный календарный график является основным директивным документом на объекте и дает наглядное представление о ведении как линейных, так и сосредоточенных работ поточным методом. Сущность поточного метода в специфических условиях дорожного строительства состоит в следующем:

- 1) В равные короткие промежутки времени (смену, сутки) заканчивается строительство равных по длине участков дороги, причем готовая дорога наращивается непрерывной лентой в одном направлении;
- 2) Все работы выполняют механизированные отряды, специализированные по основным видам работ и оснащенные соответствующим образом подобранными комплектами дорожно-строительных машин;
- 3) Специализированные отряды равномерно друг за другом передвигаются по строящейся дороге и последовательно выполняют все строительно-монтажные работы;

4) После прохода последнего отряда дорога полностью готова к сдаче в эксплуатацию.

Основными этапами разработки календарного графика являются:

- составление перечня работ и нормативных документов;
- определение объемов работ;
- выбор методов и вариантов производства работ основных механизмов с учетом местных условий и возможностей строительной организации;

– определение потребности в материалах, трудозатратах, машино-часах для выполнения каждого вида работ;

– построение календарного графика;

Число смен для выполнения отдельных видов работ определялось исходя из следующих положений:

- все объемы должны быть выполнены в установленный срок;
- коэффициенты использования машин должны быть в диапазоне 1,0-1,15;
- количество машин должно быть минимальным;

Линейный календарный график

Рис. 2.11. Линейный календарный график производства работ при капитальном ремонте

На построенном линейном календарном графике дорожные работы выполняются в следующей технологической последовательности:

- Подготовительные работы;
- Строительство искусственных сооружений;
- Земляные и укрепительные работы;
- Ремонт существующего покрытия;
- Устройство дорожной одежды;
- Обстановка пути и отделочные работы.

Раздел 3. Основы применения и технология виброрезонансного разрушения цементобетонного покрытия

3.1. История и характеристика виброразрушенного бетона

История виброразрушения начинается с РВ-4, бетоноломной машины радикально новой конструкции. В начале 1980-х годов изобретатель, конструктор и строитель, Рей Гэррис спроектировал машину, в которой для эффективного энергоснабжения процесса разрушения дорожного покрытия использовался принцип резонанса, как в большом камертоне (рисунок 3.1). Это позволяло решить сразу несколько задач [11].

Рис. 3.1. Резонансный бетонолом РВ-4

Первая задача – ускорение работ. Методы, применявшиеся раньше для разрушения бетонного дорожного покрытия, были настолько медленными, что население в течение продолжительного времени испытывало неудобства, связанные с "дорожно-ремонтными работами". Сейчас машины РВ-4 разрушают бетон с производительностью 5000-8500 м² в смену.

Вторая задача – не причинять вреда. Машины РВ-4 не причиняют вреда подземным коммуникациям или конструкциям; в процессе дробления плиты не разрушают материал подстилающего основания; не оказывают воздействия на окружающую среду в виде чрезмерного шума, ударов или вибрации. Разрушение производит вибромолот, который бьет по бетону с амплитудой менее 13 мм и частотой около 44 циклов в секунду (Гц). Разрушение или дробление бетона происходит под действием ударов сравнительно небольшой энергии, наносимых очень часто. Такой энергии разрушения достаточно, чтобы раздробить плиту насквозь, но на границе

между плитой и материалом основания эта энергия полностью рассеивается. В результате материал основания остается нетронутым и неповрежденным, и полностью сохраняются подземные коммуникации.

Третья задача состоит из двух частей: разбивать бетон на куски (размером менее 15 см), которые легко грузить, перемещать и транспортировать, и в то же время полностью нарушить сцепление со стальной арматурой плиты, чтобы облегчить удаление лома.

Эти и другие преимущества низкоамплитудного высокочастотного резонансного разрушения составляют процесс, который называется виброразрушением.

Распространение виброразрушения началось в 1986 году. Инженер-технолог Транспортного управления штата Нью-Йорк Джон Бризелл увидел резонансный бетонолом RB-4 в работе в штате Нью-Джерси. У него возникла мысль, что такой процесс разрушения может решить проблему отраженного трещинообразования на автострадах штата Нью-Йорк. Он порекомендовал испытать низкоамплитудный высокочастотный резонансный бетонолом, назвав сам процесс "виброразрушением".

С 1986 года более чем в 30 штатах осуществлено "виброразрушение" более 38 млн. м² бетона, или приблизительно 10 тыс. км проезжей части, и ежегодно этот метод внедряют у себя все новые штаты. Этот процесс также позволил восстановить многие километры проезжей части в условиях напряженного движения, предоставив населению возможность самым эффективным образом использовать дороги во время строительства (рисунок 3.2).

Рис. 3.2. Проведение виброразрушения в условиях напряженного движения

Виброразрушение – это система восстановления, а не просто процесс дробления бетона. Она включает в себя три основных элемента:

- эффективную систему краевого дренажа;
- бетонное покрытие, разрушенное низкоамплитудным высокочастотным резонансным вибромолотом;

– надлежащее асфальтовое покрытие.

Чтобы предотвратить отраженное трещинообразование в покрытии, необходимо нарушить монолитность бетонной плиты. Плита должна быть раздроблена на всю свою толщину, а сцепление между бетоном и всей арматурой должно быть разрушено, причем без повреждения профиля или материала основания. После нарушения монолитности плиты нагрузки от тяжелого транспорта уже не приведут к образованию трещин в асфальтовом покрытии, отражающих трещины в плите, при условии, что и после разрушения бетон сохранит максимальный модуль упругости, максимальный коэффициент конструктивного качества и максимальную способность распределения поверхностной нагрузки.

Бетон необходимо разрушить таким образом, чтобы разрушенная плита не слишком расширилась, не повредила основание и не внедрялась в него, а ее части, во-первых, не были слишком крупными и, во-вторых, не смещались относительно друг друга (рисунок 3.3).

Рис. 3.3. Недостатки ударного разрушения бетона

Слишком крупные куски образуют твердые участки, которые не прогибаются под нагрузкой и со временем наклоняются, что приводит к образованию на поверхности отраженных трещин. Структура разрушения должна быть похожа на "складную картинку", в которой все кусочки ложатся на место, сцепляясь между собой и не двигаясь (рисунок 3.4). Это приводит к значительно более широкому распространению нагрузок от движения транспорта; куски работают вместе, распределяя нагрузки по гораздо

большей поверхности. Такая картина может быть получена только при разрушении бетона низкоамплитудным высокочастотным резонансным вибромолотом.

Рис. 3.4. Структура разлома цементобетонной плиты после виброразрушения

"Трещины" в бетонной плите, разбитой низкоамплитудным высокочастотным резонансным методом, нарушают монолитность плиты и препятствуют отраженному трещинообразованию. Поскольку при разрушении эти трещины сохраняют структуру "складной картинки", сцепленные между собой куски бетона обеспечивают хорошее распределение нагрузки по основанию – каждый кусок передает соседнему некоторую часть нагрузки. Благодаря такому распределению нагрузки измерение деформации готового дорожного полотна при помощи прогибомера с падающим грузом (ППГ) дает значения в интервале 0,1-0,23 мм. Это оптимальный диапазон деформаций; немного меньше – и прогиб может оказаться недостаточным, чтобы предотвратить отраженное трещинообразование; немного больше – и для восприятия нагрузки потребуется увеличивать толщину асфальтового покрытия. Разрушение плиты на куски аналогичных размеров важно для обеспечения однородного прогиба, благодаря которому нагрузки равномерно распределяются по основанию.

При низкоамплитудном высокочастотном резонансном ударном разрушении плиты вся энергия воздействия рассеивается по мере распространения по плите и низ плиты остается гладким. Благодаря низкой амплитуде вибромолота разрушенный материал не внедряется в основание и не причиняет вреда подземным коммуникациям (рисунок 3.5).

Разрушение бетона "резонансным" методом приводит к максимально возможной однородности картины разрушения. "Резонансный" рабочий орган управляется микропроцессором. Он измеряет изменения скорости вибратора во время каждого цикла и, если удары становятся жестче или мягче, практически мгновенно производит регулировку. Эта мгновенная автоматическая регулировка ударов вибромолота, выполняемая во время каждого цикла, обеспечивает максимальную равномерность разрушения.

РЕЗОНАНСНОЕ ВИБРОРАЗРУШЕНИЕ

Рис. 3.5. Преимущества резонансного виброразрушения

Очень редко в процессе виброразрушения встречаются ограниченные участки, на которых материал основания деградировал до такой степени, что он не в состоянии выдерживать значительные нагрузки на разрушенную плиту. Такие условия чаще всего встречаются в низинах, в местах, где задерживается значительное количество воды, в местах, где высокий уровень подземных вод способствует скоплению воды под плитой, а также в местах, где основание сложено из влажной глины с илистыми включениями.

Признаком того, что участок основания может быть непригодным или требует удаления и замены, является "всасывание" плитой резонансного бетонолома, когда за машиной остаются колеи от шин глубиной 50 мм и более. Такие участки неспособны выдерживать нагрузки, и их следует удалять и заменять. Однако, если при работе бетонолома РВ-4 происходит его "всасывание", но его шины не оставляют глубокой колеи, это значит, что плита выдерживает вес 27-тонной машины и, как правило, будет достаточно прочной, чтобы выдерживать нагрузки от движущегося транспорта. Способность плиты выдерживать нагрузки еще больше повысится после осушения материала основания методом краевого дренажа.

Тяжелый "контрольный" каток на резиновых шинах может повредить основание и структуру виброразрушенного бетона. Двух-трех проходов 10-тонного виброкатка с гладким барабаном достаточно, чтобы согнать мелкие осколки, находящиеся на поверхности, в поверхностные трещины, тем самым еще больше увеличив модуль разрушенного бетона, осадить разбитую плиту в пустоты, которые могут иметься в основании, и подготовить равномерно гладкую поверхность под покрытие (рисунок 3.6).

Рис. 3.6. Поверхность разрушенного покрытия после укатки

Однако нужно иметь в виду, что плита раскалывается, а не измельчается, и хотя поверхность может быть заглажена и "осажена", уплотнение в обычном смысле этого слова невозможно. Как показывает практика, подготовке поверхности под покрытие также способствует один проход поливальной автоцистерны перед последним "вибрационным" проходом.

3.2. Устройства дренажа. Преимущества и оборудования для виброразрушения

Вторая часть системы виброразрушения – это осушение разбитой плиты ПЦБ и материала подстилающего основания и поддержание их в сухом состоянии. Это осуществляется посредством установки краевого дренажа. Используются различные системы краевого дренажа, но чаще всего они имеют глубину 45-60 см и обкладывается войлоком или фильтром из геоткани. На дно траншеи укладывается перфорированная труба из ПВХ диаметром 100 мм или пористая труба, которая засыпается заполнителем или мелким скатым гравием. Приблизительно через каждые 90-180 м или в низких местах укладываются поперечные трубы для отвода собранной воды от дороги (рисунок 3.7). Обязательно дренируется наружная обочина каждой стороны автостреды, а также все нижние стороны участков повышенного подъема.

После того, как дренаж уложен, вода, которая годами задерживалась в основании и постели, получает выход. Благодаря "разности потенциалов" краевого дренажа и земляного полотна вода получает возможность вытекать из-под плиты. В результате основание осушается и становится прочнее. Слабая вибрация, вызываемая движением транспорта, облегчает выход воды, которая прежде задерживалась. Важно, чтобы не произошло внедрение обломков бетона в материал основания. Каждое место внедрения обломка – это потенциальная водяная ловушка, сток из которой в си-

стему краевого дренажа затруднен. Работа разбитой плиты на этих водяных карманах приводит к ухудшению качества не только основания, но и покрытия.

Рис. 3.7. Устройство дренажа

Правильно спроектированное покрытие, в сочетании с правильно разрушенным бетоном и хорошо спроектированной системой краевого дренажа, должно обеспечивать более чем 20-летний срок службы автомобильной дороги. Толщина покрытия определяется для каждого конкретного проекта с учетом транспортной нагрузки, доли грузового транспорта, модуля подстилающих слоев, условий окружающей среды и т.д.

Виброразрушение – это один из видов восстановления. В тех случаях, когда состояние бетонной плиты ухудшается в такой степени, что требуется либо ее восстановление в той или иной форме, либо полная реконструкция, то результаты сопоставления затрат оказываются весьма существенными.

Отношение затрат на полную реконструкцию к затратам на восстановление методом виброразрушения колеблется в пределах от 3,3:1 до 4:1. Кроме того, на виброразрушение уходит в пять раз меньше времени, и оно причиняет населению гораздо меньше неудобств. Резонансный бетонолом разбивает в день приблизительно 5000-8500 м² бетона.

Применение виброразрушения для правильно выбранного проекта и по правильно разработанной методике может дать восстановленную дорогу с ожидаемым сроком службы более 20 лет, что примерно соответствует сроку службы некоторых реконструированных дорог. При этом затраты времени и средств сокращаются в несколько раз. Другие методы, от раскалывания с осадкой до ямочного ремонта, дают кратковременные коррективные решения, требующие регулярных переделок и работ по обслуживанию. Дорожные покрытия, изготовленные с применением виброразрушения, прошли испытания при помощи прогибомера с падающим грузом. Измерения показали, что внутренняя прочность виброразрушенного слоя обеспечивает в 1,5-3 раза большую эффективность распределения нагрузки, чем может дать подстилающий слой высококачественного плот-

но неподобранного щебня. Эта прочность измерена и возрастает с каждым годом. Одной из причин такого ежегодного улучшения показателей прогибов состоит в том, что поверхностные осколки, образовавшиеся при разрушении низкоамплитудным высокочастотным резонансным вибромолотом, под действием вибрации и нагрузок от транспорта постепенно все глубже внедряются в трещины, расклинивая их. При таком расклинивании сохраняется гибкость, достаточная для предотвращения отраженного трещинообразования, но в то же время повышается модуль и уменьшаются деформации дорожного покрытия, т.е. снижается вероятность образования выбоин и увеличивается возможный срок службы.

Процесс виброразрушения причиняет минимальный ущерб водителям и местным организациям. Работы могут проводиться в ночное время или в определенные часы, наиболее удобные для конкретных условий.

Виброразрушение должно выполняться при помощи резонансной машины для разрушения покрытий, которая в состоянии обеспечить энергию, достаточную для разрушения такого покрытия на всю толщину, при котором бетонная плита раскалывается и перестает функционировать как единое целое (рисунок 3.8).

Рис. 3.8. Резонансный бетонолом RB-500

Для укатки должно использоваться соответствующее оборудование, обеспечивающее полную осадку виброразрушенного бетона и оставляющее гладкую поверхность для укладки покрытия из асфальтобетонной смеси.

Резонансная бетоноломная машина – автономный самоходный резонансный вибрационный бетонолом, специально предназначенный для виброразрушения портландцементного бетонного покрытия. Машина должна обеспечивать нанесение низкоамплитудных (максимум 25 мм) ударов с силой не менее 8,9 кН по поверхности существующего покрытия из цементобетона при частоте не ниже 44 циклов в секунду.

Для укатки должен использоваться низкоамплитудный, высокочастотный виброкаток с гладким барабаном (рисунок 3.9). Каток должен

иметь общий вес не меньше 9,1 т и работать в вибрационном режиме для осадки виброразрушенного покрытия и подготовки гладкой поверхности для последующей укладки покрытия из ГАБС. Каток должен работать на максимальной частоте и малой амплитуде, чтобы не разрушать взаимное расположение частей разрушенного покрытия или уплотненное состояние подстилающего материала основания. На участках с крайне мягкой или влажной постелью каток должен работать в статическом, режиме.

Рис. 3.9. Укатка разрушенного покрытия

Как показано на чертежах, вдоль всех покрытий из цементобетона, подлежащих виброразрушению, должны быть уложены трубы краевого дренажа с поперечными выпусками. Детали конструкции и полная протяженность системы краевого дренажа проекта должны соответствовать чертежам. Если инженером проекта не утвержден иной порядок, дренажная система должна надлежащим образом функционировать как минимум в течение двух недель до начала виброразрушения.

Перед началом работ по виброразрушению с поверхностей покрытия, подлежащего разрушению, должны быть удалены существующие асфальтовые покрытия и ремонтные заплаты. Если инженер проекта не даст других указаний, существующие ремонтные заплаты, выполненные на всю глубину покрытия, должны оставаться на месте.

Новые пазы должны быть прорезаны на полную глубину на существующих стыках всех уклонов и основного покрытия в тех местах, где цементобетон, подлежащий виброразрушению, стыкуется с покрытием, которое должно остаться нетронутым. Должны быть удалены все устройства, предназначенные для передачи нагрузки между местами планируемого виброразрушения и покрытием из цементобетона, которое должно остаться нетронутым.

Должны быть выполнены и доведены до уровня существующего покрытия подгонка обочин и (или) любые расширения покрытия. Затем эти участки будут использованы для движения по ним виброразрушающих машин при разрушении существующего покрытия из цементобетона и для

обеспечения опоры для края покрытия при первом проходе виброразрушающей машины.

Перед началом работ по виброразрушению инженер должен выделить пробную полосу размерами приблизительно 150х3,6 м.

По указанию инженера от края плиты к середине полосы между компенсационными швами должна быть вырыта квадратная пробная выемка со стороной 1,2 м. Ее назначение – удостовериться в том, что бетонолом дает куски, размеры которых соответствуют техническим условиям, и что сцепление с арматурой существенно разрушается. Размеры кусков разрушенного бетона должны быть проверены по всей толщине покрытия. По указанию инженера пробная выемка должна быть засыпана крупным заполнителем. Подрядчик должен уложить и должным образом уплотнить материал засыпки.

При виброразрушении остальной части покрытия должен быть использован установленный порядок производства работ, отображенный на технологической схеме (рисунок 3.10).

Рис. 3.10.

Существующее покрытие из цементобетона должно быть разрушено на куски, размеры которых могут варьироваться от размера частиц песка до кусков со средним размером не более 150 мм, максимальный размер кусков в любом измерении не должен превышать 250 мм. Большая часть кусков разрушенного бетона должна иметь размер 25-100 мм. В случае покрытия из армированного портландцементного бетона сцепление бетона с арматурой должно быть практически разрушено, и арматура должна остаться на месте, если она не выступает над поверхностью. Куски бетона, находящиеся под стальной арматурой, должны быть измельчены в максимально возможной степени, и наибольший размер отдельных кусков в любом измерении не должен превышать 250 мм.

Из-за отсутствия краевого ограждения допускается разлет кусков бетона размером до 300 мм из-под арматуры вдоль наружного края существующего покрытия на расстояние до 300 мм от края.

При необходимости продолжать движение транспорта виброразрушение должно осуществляться по части ширины полосы.

При виброразрушении полосы, соседней с полосой, открытой для транспорта, необходимо принимать меры для предотвращения попадания обломков на полосу движения.

На тех участках, где поочередно должно перекрываться по одной полосе проезжей части, первоначальное виброразрушение должно захватить не менее 150 мм ширины полосы покрытия, подлежащей перекрытию, чтобы в дальнейшем обеспечить непрерывность покрытия со следующей полосой, подлежащей обработке.

Виброразрушение должно начинаться со свободного или ранее разрушенного края и продвигаться к противоположной обочине или к осевой линии дороги. Должен быть обеспечен непрерывный охват всей поверхности покрытия, а если это требуется для обеспечения необходимого качества разрушения, то с перекрытием полос движения виброударного башмака.

Виброразрушающая машина и катки должны работать таким образом, чтобы не допускать повреждения основания, нижележащих конструкций, коммуникаций, дренажных сооружений, плит для доступа к мостам, пролетных строений мостов и других сооружений, встречающихся при выполнении работ. В случае причинения повреждения подрядчик должен немедленно прекратить работы, уведомить об этом инженера и устранить повреждение в соответствии с указаниями инженера. Ремонтные работы должны выполняться своевременно.

Арматура виброразрушенного покрытия, если таковая имеется, как правило, должна оставаться на месте. Арматура, которая в процессе виброразрушения или укатки оказывается снаружи, должна быть срезана заподлицо с поверхностью разрушенного бетона или несколько ниже этой поверхности и удалена с объекта. Эту работу выполняет подрядчик. Подрядчик также должен удалить весь незакрепленный герметик, материал заполнения температурных швов и прочие подобные предметы.

Подрядчик должен использовать указанное в данных технических условиях оборудование для укатки следующим образом.

Виброразрушенное покрытие из ПЦБ должно укатываться за один-два прохода по всей ширине покрытия при помощи высокочастотного низкоамплитудного виброкатка с гладким стальным барабаном (рисунок 3.11). Каток должен работать на максимальной частоте и малой амплитуде. При такой работе проход определяется как движение вперед и назад по всей площади поверхности. Легкое опрыскивание водой в сочетании с укаткой будет способствовать получению гладкой поверхности, готовой для укладки покрытия из асфальтобетона. Каток должен работать на скорости не более 1,8 м/сек.

Рис. 3.11. Вертикальное поднятие покрытия после виброразрушения

Обнаруженные в процессе виброразрушения и укатки участки с ненадежной постелью должны быть отремонтированы согласно указаниям инженера. Как правило, из ненадежных участков должны быть удалены разрушенное бетонное покрытие, подстилающий слой и материал постели. Удаленный материал должен быть заменен постелью из заполнителя, послойно уплотненного в соответствии со стандартными техническими условиями. Устойчивые углубления в подготовленной поверхности виброразрушенного материала корректируются засыпкой заполнителем (выравниваются) в соответствии с указаниями инженера.

До укладки требуемого покрытия из асфальтобетона движение транспорта по виброразрушенному покрытию не допускается. Инженер может отменить этот запрет для узких переездов и наклонных съездов сроком до 24 часов, если, в соответствии с планом проекта по управлению дорожным движением это необходимо для обеспечения дорожного движения. Подвергшиеся виброразрушению переезды и наклонные съезды, на которых дорожное движение не прекращается, до укладки покрытия из асфальтобетона должны поддерживаться в том же уплотненном состоянии, что и другие участки. Смещенный транспортом разрушенный материал должен немедленно удаляться, и подрядчик должен восстанавливать безопасное рабочее состояние переезда.

Интервал между виброразрушением покрытия и укладкой покрытия из асфальтобетона ни в коем случае не должен превышать 72 часа. Если между этими двумя операциями пройдет дождь, то указанное ограничение по времени может быть отменено, пока разрушенное покрытие не высохнет, и инженер не разрешит продолжить работы.

3.3. Экономическая эффективность

Деструктурирование цементобетона с экономической точки зрения выгодно, несмотря на первоначальные более высокие затраты.

Стоимость дорожной одежды по виброрезонансной технологии в ценах 2016г. составляет 27,64 руб./м² при традиционной технологии 19,90 руб./м²,

а приведенная стоимость с учетом ремонтных работ за период 14 лет составляет 32,77 руб./м², при традиционной технологии 35,76 руб./м², т.е. на 11% ниже.

Экономический эффект от применения данной технологии за счет снижения ремонтных работ и сокращение потерь пользователей за счет уменьшения сроков производства работ составляет 275 млн. руб./км (за 14 лет).

Анализ сравнения стоимости ремонтных работ в зависимости от количества и характера дефектов показывает, что уже при дефектности покрытия более чем 50%, стоимость работ по деструктуризации цементобетонного покрытия становится ниже стоимости работ традиционных технологий.

Раздел 4. Производственное предприятие. Основы расчета запасов ДСМ. Схемы работ

4.1. Основные расчеты запасов и схемы работ

Требуемая мощность АБЗ определяется потребностью дорожно-строительной организации в асфальтобетонной смеси для выполнения работ по устройству асфальтобетонного покрытия в установленный срок [13] (113 и 48 смен).

Количество смесительных установок определяем по формуле:

$$n=Q/(П \cdot K_v), \quad (4.1)$$

где Q – часовая потребность асфальтобетонной смеси на конструктивный слой, т;

$П$ – паспортная производительность смесительной установки, т;

K_v – коэффициент использования рабочего времени.

Часовая потребность определяется по формуле:

$$Q=Q_{\text{общ}}/(T_{\text{стр}} \cdot T_{\text{см}}), \quad (4.2)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общая потребность в асфальтобетонной смеси для устройства покрытия, т;

$T_{\text{стр}}$ – продолжительность выполнения работ, смены;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, часы.

Определяем часовую потребность асфальтобетонной смеси для устройства верхнего слоя покрытия:

$$Q_1 = 19588/(48 \cdot 8) = 51 \text{ т/ч.}$$

Для устройства нижнего слоя покрытия:

$$Q_2 = 30627/(113 \cdot 8) = 33,9 \text{ т/ч.}$$

На АБЗ установлено два смесителя Д – 645 производительностью 100 т/ч.

Для выпуска мелкозернистой асфальтобетонной смеси:

$$n = 51/(100 \cdot 0,9) = 0,57$$

Для выпуска крупнозернистой асфальтобетонной смеси:

$$n = 33,9/(100 \cdot 0,9) = 0,38$$

Таким образом, мощность смесительных установок АБЗ с запасом обеспечивает приготовление требуемого количества смеси для устройства однослойного асфальтобетонного покрытия.

При установлении запасов хранения материалов необходимо учитывать, что сверхнормативные запасы требуют больших площадей хранения и большего расходования средств. Вместе с тем, малые запасы могут поставить под угрозу обеспечение строительства заданными темпами. Поэтому организация снабжения должна быть такой, чтобы при запланированных темпах строительства длительность пребывания материалов на складе была минимальной.

Расчет складского хозяйства ведут обычно на максимальный запас:

$$V_{\text{max}} = V_0 \cdot m \cdot K_p, \quad (4.3)$$

где V_0 – общая сезонная потребность в данном материале, устанавливается расчетом, м³;

m – максимальная норма хранения материалов, для привозных материалов – 0,3; при собственной заготовке в притрассовых карьерах – 0,5-0,7; для органических вяжущих – 0,3;

K_{Π} – коэффициент, учитывающий потери (1,01-1,03).

При хранении гравия, песка открытым способом полезная площадь склада определяется по формуле:

$$S = V_m \cdot K_y / h_{шт}, \quad (4.4)$$

где K_y – коэффициент, учитывающий устойчивость штабеля $K_y = 1,2-1,4$;

$h_{шт}$ – высота штабеля = 5 м.

Полезная площадь для хранения материалов в закрытых складах или под навесом определяется по формуле:

$$S_{\Pi} = V_m / n_{\Pi}, \quad (4.5)$$

где n_{Π} – предельное количество материалов, укладываемого на 1 м² полезной площади склада (при хранении в силосных складах $n_{\Pi} = 15-20$ т).

Форма штабелей для хранения щебня и песка представлена на схематическом плане АБЗ (рисунок 4.1).

Хранение порошкообразных материалов может быть силосного и бункерного типа.

Площадь битумохранилища можно определить по формуле:

$$S_6 = V_m \cdot \alpha \cdot K / (h \cdot \rho), \quad (4.6)$$

где V_m – максимальный запас битума, подлежащий хранению на заводе, т;

α – коэффициент запаса площади (1,25);

K – коэффициент органических вяжущих материалов (1,013);

h – глубина битумохранилища (1,5 м);

ρ – плотность битума (1 т/м³).

Все расчеты сведены в таблицы 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1. Расчет максимального запаса материалов

Материалы	Ед. изм.	V_0 , м ³	m	K_{Π}	$V_{\max}$, м ³
Песок природный	м ³	8912	0,5	1,02	4545
Песок дробленый	м ³	6092	0,5	1,02	3106
Щебень 5-20 мм	м ³	16580	0,3	1,02	5073
Минеральный порошок	т	2289	0,2	1,02	467
Битум вязкий БНД 60/90	т	2793	0,3	1,02	855

Таблица 4.2. Расчет полезной площади склада

Материалы	$V_{\max}$, м ³	$h_{шт}$, м	K_y	S_{Π} , м ²
Песок природный	4545	5	1,3	1182
песок дробленый	3106	5	1,3	808
Щебень 5-20 мм	5073	4	1,3	1649

Полезная площадь для хранения минерального порошка:

$$S_{\Pi} = 467 / 18 = 25,95 \text{ м}^2$$

Для хранения 467 тонн минерального порошка принимаем типовой склад вместимостью 480 тонн, состоящий из 8 силосов [12]. Он с запасом обеспечивает хранение потребного количества данного материала.

Хранение битума осуществляется в битумохранилище ямного типа емкостью 950 тонн, что позволяет обеспечивать хранение максимального объема битума.

Площадь битумохранилища:

$$S_6 = 950 \cdot 1,25 \cdot 1,013 / (2,5 \cdot 1) = 481 \text{ м}^2$$

Ширина битумохранилища составляет:

$$B_6 = 481 / 15 = 32 \text{ м}$$

Все произведенные расчеты позволяют разработать схематичный план АБЗ, представленный на рисунке 4.1.

- 1 – асфальтосмесительная установка; 2 – линия сортировки; 3 – склад минерального порошка; 4 – битумохранилище; 5 – склады крупного заполнителя; 6 – компрессорная; 7 – производственно-бытовое здание, сблокированное с весовой; 8 – наружная стоянка для машин; 9 – трансформаторная подстанция; 10 – противопожарные резервуары; 11 – агрегат питания; 12 – наклонный конвейер; 13 – сушильный барабан; 14 – смесительный агрегат; 15 – агрегат минерального порошка; 16 – нагреватель битума; 17 – циклон; 18 – топливный бак; 19 – накопительный бункер; 21 – грохот; 22, 23 – ленточные конвейеры; 24 – шламоотстойник; 25 – резервуар для нефтепродуктов; 26 – сливная емкость; 27 – насосная; 28 – расходные битумные цистерны; 29 – кабина оператора

Рис. 4.1. Схематический план асфальтобетонного завода

4.2. Основные положения и расчеты приготовления горячих асфальтобетонных смесей

Технологический процесс приготовления горячих асфальтобетонных смесей включает следующие операции:

- просушивание, нагрев минеральных материалов, сортировка нагретых песка и щебня по сортам;
- нагрев битума;
- дозирование песка, щебня, минерального порошка и битума в соответствии с заданным составом смеси;
- перемешивание всех компонентов смеси.

Погрешность дозирования не должна превышать 3% (для минеральных составляющих) и 1,5% для битума. Температура готовой горячей смеси при выходе из смесителя должна быть 140-160°C.

Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси на установках периодического действия с принудительным перемешиванием приведена на рисунке 4.2.

Со склада щебня и песка материалы подаются одноковшовым погрузчиком на пневмоходу в отсеки бункера агрегата питания 1, который обеспечивает подачу щебня и песка на холодный ковшовый элеватор 2, а с него в сушильный барабан 4. В агрегате питания происходит предварительное дозирование по объему холодного и влажного материала. Равномерная подача его способствует стабильности процесса сушки и нагрева, бесперебойной работе смесительного агрегата.

Сушильный агрегат включает сушильный барабан с топкой и форсункой, бак с подогревом мазута.

Агрегат обеспылевания 3 задерживает пыль, не давая ей вылетать в атмосферу. В современных конструкциях асфальтосмесительных установок улавливание пыли достигает 85-95%. Часть ее используют как добавку к минеральному порошку, позволяя расходовать его экономично. Для хранения пыли используют специальное хранилище. Эту пыль дозируют отдельно от минерального порошка. Количество добавляемой пыли устанавливает лаборатория, она же дает разрешение на ее использование.

Смесительный агрегат 6 включает горячий ковшовый элеватор 5, плоский вибрационный грохот, на котором осуществляется сортировка высушенных и нагретых материалов по фракциям и подача в горячий бункер с отсеками, весовой бункер дозирочного отделения и смеситель.

Минеральный порошок из силосной емкости 9 подается в бункер дозатора минерального порошка и, после дозирования соответствующей порции с помощью шнека, в смеситель. Силосная емкость 9 загружается пневмотранспортом из цементовозов.

Из битумохранилища 12 подогретый до 90°C битум подается насосной установкой по обогреваемому битумопроводу в битумонагревательную установку 11, где обезвоживается и нагревается до рабочей температуры 140-160 градусов, затем в цистерны с электронагревом 10 и в дозирующее устройство, из которого строго отдозированная порция битума подается в смеситель 6.

1 – агрегат питания; 2 – холодный ковшовый элеватор; 3 – агрегат обеспыливания; 4 – сушильный барабан; 5 – горячий ковшовый элеватор; 6 – смесительный агрегат; 7 – скиповый подъемник; 8 – накопительный бункер; 9 – силосная банка для минерального порошка; 10 – цистерны с электронагревом; 11 – нагреватель битума непрерывного действия; 12 – битумохранилище; 13 – цистерна для мазута

Рис. 4.2. технологическая схема приготовления горячей асфальтобетонной смеси

В современных асфальтосмесительных установках дозаторы минерального порошка, пыли уноса, битума, добавок ПАВ устраивают раздельными. Точно отдозированные компоненты смеси поступают в лопастный смеситель 6 периодического типа принудительного действия, где тщательно перемешиваются.

Из смесителя 6 готовую смесь выгружают в автомобили-самосвалы или накопительный бункер 8, куда смесь подают скиповым подъемником 7 или другим видом транспортирующих средств.

4.3. Контроль качества работ

Ведущую роль в организации контроля качества работ должны играть главные инженеры строительных управлений. Начальники участков обязаны непосредственно организовывать операционный и другие виды контроля и следить за систематичностью их выполнения, обеспечивать его эффективность и лично проводить выборочные проверки качества выполняемых работ [14].

Контрольные функции прораба и мастера должны быть четко разграничены схемами операционного контроля качества по каждому виду работ.

Законченные работы должны предъявляться для проверки качества до начала последующих работ.

Порядок проведения пооперационного контроля качества работ при различных видах работ представлены в таблицах 5.1-5.3.

Таблица 5.1. Порядок проведения пооперационного контроля качества работ при возведении земляного полотна

Операции, подлежащие контролю	Что контролировать	Кто контролирует	Метод контроля
Возведение насыпи			
Подготовительные работы	Разбивку и закрепление оси, подошвы откосов и характерных точек земполотна	Прораб (геодезист) Мастер	Теодолит, мерная лента, нивелир, визуально
	Корчевку пней, срезку кустарника, сборку крупных камней	То же	
	Толщина слоя, складирование растительного грунта, качество вспашки	Прораб	
Устройство кюветов	Положение в плане, геометрические размеры, перемещение грунта	Мастер	Теодолит, нивелир, мерная лента
Послойная отсыпка земполотна	Качество грунта, толщина слоя, обеспеченность водоотвода, порядок послойной отсыпки	Лаборатория Мастер	Лаборатория, метр, щуп, нивелир, визуально
Послойное разравнивание грунта	Ровность поверхности, уклоны, откосы насыпи	Мастер	Визуально, нивелир, шаблон
Послойное уплотнение грунта	Схема укатки грунта, ровность поверхности, плотность грунта	Лаборатория Прораб	Нивелир, лаборатория
Окончательная планировка и уплотнение верха земполотна	Соответствие профиля земполотна рабочим чертежам, качество уплотнения грунта	Лаборатория Прораб	Нивелир, лаборатория
Устройство выемки			
Подготовительные работы	Проверка на местности положения оси, бровок земполотна, нагорных канав, устройство забоев, обеспечение водоотвода	Прораб (геодезист)	Теодолит, мерная лента, нивелир
Устройство нагорных канав, банкетов	Положение в плане, отметки, сечения, уклоны, откосы, очередность производства работ	То же	То же, откосник, шаблон
Устройство забоев	Обеспечение водоотвода, подъездов	Мастер	Нивелир, мерная лента
Разработка грунта в выемке и перемещение его в насыпь или в отвал	Отметка подошвы выемки, плановые отметки, уклоны, откосы	Мастер (геодезист)	Нивелир, шаблон, теодолит, откосник
Устройство кюветов, канав	Расположение сооружений в плане, уклоны, ширина по дну, отметки дна, крутизна откосов	Прораб (геодезист)	Нивелир, теодолит, мерная лента, откосник
Планировочные работы	Окончательная проверка отметок, крутизна откосов, ширина полотна, уклоны, ровность поверхности	То же	Нивелир, шаблон, теодолит, откосник

Толщина уплотняемого слоя грунта должна назначаться в зависимости от применяемых уплотняющих средств. Плотность грунта насыпи должна контролироваться в каждом уплотняемом слое через 200 м при высоте насыпи до 3 м и через 50 м при высоте насыпи более 3 м путем отбора проб по оси дороги и в 1,5-2,0 м от бровки земляного полотна, а также по одной пробе между ними при ширине отсыпаемого полотна более 20 м.

Допустимые отклонения:

- отклонения высотных отметок по оси 5 см;
- сужение земляного полотна между осью и бровкой – 10 см;
- увеличение крутизны откосов +10%;
- отклонение поперечных размеров кюветов (по дну) – 5 см;
- отклонение глубины кюветов (при обеспечении стока) – 5 см.

Таблица 5.2. Порядок проведения пооперационного контроля качества при строительстве железобетонных труб

Операции, подлежащие контролю	Что контролировать	Кто контролирует	Метод контроля
Разбивочные работы	Точность и правильность разбивки продольной оси и основных параметров в плане	Прораб (геодезист)	Теодолит, мерная лента
Отрывка котлована	Соответствие расположения, размеров и отметок котлована проекту, устройство водоотвода	Прораб (геодезист)	Теодолит, нивелир, мерная лента
Устройство основания	Ровность поверхности основания, высотные отметки, качество уплотнения	Мастер	Нивелир, 3-х метровая рейка
Разрузка, складирование элементов	Наличие паспорта, геометрические размеры элементов, правильность складирования	Мастер	Визуально, стальная рулетка
Устройство фундамента	Соответствие отметок фундамента проектным, ровность поверхности, уклон, качество омоноличивания стыков	Мастер (геодезист)	Нивелир, 3-х метровая рейка, шаблон
Монтаж тела трубы и оголовков	Обеспечение строительного подъема, величину зазора между звеньями, относительное смещение звеньев	Мастер (геодезист)	Нивелир, стальная рулетка
Устройство гидроизоляции	Качество материала, качество конопатки швов, заливки их цементным раствором, качество устройства слоев гидроизоляции	Мастер	Визуально
Засыпка трубы грунтом	Послойное ведение засыпки, тщательность уплотнения грунта, отсутствие смещения трубы	Мастер (лаборатория)	Визуально, стальная лента, рейка
Укрепительные работы	Качество материалов, ширина, толщина и ровность мощения	Мастер	Нивелир, мерная лента

Допускаемые отклонения:

- относительное смещение смежных звеньев труб 10 мм;
- отклонение величины зазора между звеньями труб ≤ 5 мм;
- отклонение по величине фундаментов секций сборных труб +15 мм, -0 мм;
- отклонение длины звена трубы +0 мм, -10 мм;
- отклонение отметок верха фундамента трубы +10 мм, -20 мм;
- отклонение по толщине слоя основания 10%, но не более 20 мм;
- отклонение в толщине стенки звена трубы +10 мм, -5 мм;
- смещение продольной оси трубы в профиле и в плане 30 мм;
- отклонение в поперечных размерах звена ≤ 10 мм;
- отклонение блоков фундамента по высоте ≤ 5 мм.

Порядок проведения пооперационного контроля качества работ при устройстве асфальтобетонного покрытия.

Высотные отметки контролируются при установке струны копира и после укладки слоя, при этом 90% результатов измерений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 10 мм, остальные до ± 20 мм.

Ширина слоя контролируется мерной лентой не реже, чем через 100 м в любом месте, при этом отклонения от проектных значений не должно превышать ± 10 см.

Толщина слоя контролируется в процессе укладки до его уплотнения при помощи щупа с делениями (не менее одного замера на 1,5 м ширины) через 15-20 м с учетом осадки слоев после уплотнения. При этом обнаруженные отклонения от требуемых значений желательно ликвидировать до начала уплотнения слоя.

Поперечные уклоны задаются асфальтоукладчиком автоматически и контролируются угломерной рейкой или нивелиром не реже, чем через каждые 100 м, или в любом месте по указанию заказчика. Поперечные уклоны должны соответствовать требованиям проекта, при этом предельное отклонение от требуемых значений не должно превышать величины $\pm 0,005$.

Ровность определяется в процессе уплотнения металлической рейкой длиной 3 м, укладываемой на формируемое покрытие в продольном и поперечном направлении. Ровность считается не удовлетворительной, если зазор между поверхностью покрытия и рейкой более 5 мм. Дефектные участки должны быть исправлены в ходе работ.

Температура асфальтобетонной смеси определяется в каждом самосвале, температура слоя в процессе его формирования определяется в начале и в конце каждой технологической.

Качество продольных и поперечных сопряжений укладываемых полос контролируется постоянно.

Результаты перечисленных выше измерений по контролируемым параметрам заносятся подрядчиком в журнал укладки асфальтобетонной смеси.

Таблица 5.3. Порядок проведения пооперационного контроля качества работ при устройстве асфальтобетонного покрытия

Операции, подлежащие контролю	Что контролировать	Кто контролирует	Метод контроля
Подготовка нижележащего слоя	Ровность, плотность, ширина, качество подготовки, чистота, точность и правильность разбивочных работ под покрытие	Мастер	Нивелир, 3-х метровая рейка, стальная рулетка
Приемка смеси	Наличие приемки смеси, температура смеси, равномерность распределения минеральных частиц по их размерам, распределение вяжущего	Мастер	Визуально, термометр
Распределение смеси	Температурный режим укладки, длина захватки в зависимости от климатических условий, толщина слоя с учетом уплотнения, ровность, поперечный уклон, равномерность распределение смеси по ширине	Мастер	Уровень, шаблон, стальная рулетка
Уплотнение смеси	Температура смеси при уплотнении, соблюдение технологической схемы уплотнения покрытия, плотность, отметки по оси, ровность, ширина, толщина и поперечный уклон покрытия	Мастер (геодезист) Лаборант	Визуально, термометр, нивелир, рейка, щуп

Рис. 5.1. Схема контроля качества основания и покрытия

Схема управления качеством строительства асфальтобетонных покрытий, охватывающая технологические процессы приготовления, транспортирования и укладки асфальтобетонной смеси представлена на рисунке 5.1.

4.4. Охрана труда и техника безопасности

Проведение капитального ремонта автомобильной дороги выполняется по традиционной технологии, которая включает в себя подготовительные работы (расчистку от кустарника, снятие плодородного слоя грунта, разборку существующего покрытия), земляные работы (разработку, транспортировку, уплотнение грунта), ремонт существующей дорожной одежды и устройство новых ее слоев, планировочные, укрепительные и другие виды работ.

Для того, чтобы избежать всех опасностей и вредностей, образующихся при выполнении данных технологических процессов, предупредить возможные причины травматизма, аварий, взрывов и пожаров при производстве работ следует строго соблюдать технику безопасности, а так же правила пожарной безопасности и производственной санитарии.

Далее в соответствующих подразделах приведены основные вопросы охраны труда, касающиеся проведения работ, выполняемых при капитальном ремонте данной автомобильной дороги.

Подготовительные работы предшествуют работам по строительству земляного полотна. Параллельное проведение подготовительных и земляных работ запрещается за исключением случаев, специально предусмотренных проектом организации работ [15].

Расположение и конструкция ограждения участка строительства земляного полотна предусматривается проектом организации работ, а в случаях, не предусмотренных проектом, выполняется по чертежам, утверждённым главным инженером строительства.

При расчистке полосы отвода весь фронт работ кустореза во избежание несчастных случаев предварительно очищается от камней, пней, а так же деревьев, диаметр которых на линии среза превышает 20 см. Пни диаметром более 20 см выкорчевываются.

Поднимать и опускать нож кустореза разрешается только после остановки трактора.

В процессе работы кустореза необходимо следить за исправностью ограждения, предохраняющего машиниста от ударов срезаемыми деревьями и кустами. Во время работы машины с обеих сторон устанавливают красные флажки.

Если кусты и деревья, попавшие в гусеницы и другие части агрегата, не отбрасываются при движении трактора, то машинист обязан немедленно остановить машину и удалить их. Подсобным рабочим запрещается находиться позади работающей машины.

Работа кустореза запрещается в следующих случаях:

- 1) если на участке имеются деревья, сильно искривленные или наклонённые навстречу движению машины;
- 2) на заболоченных участках;
- 3) в сильно пересечённой местности после ливневых дождей до просыхания грунта;
- 4) в тёмное время суток, а так же при видимости менее 50 м.

При производстве механизированных работ по строительству земляного полотна устанавливается особое наблюдение за участками работ, где возможны оползни и обрушения грунта.

Опасные места ограждаются и снабжаются соответствующими надписями.

Запрещается выполнять земляные работы подкопом.

При обнаружении в разрабатываемом грунте, грунтовых забоях или откосах крупных камней, валунов или других предметов, мешающих движению или работе землеройной машины, необходимо остановить машину и удалить препятствия.

Запрещается подталкивать грунт к откосам и обочинам бульдозером.

Крутизна откосов разрабатываемых выемок устанавливается проектом. Запрещается находиться у подошвы откосов, имеющих крутизну более проектной.

При ручной разработке грунтов рабочие распределяются один от другого на таком расстоянии, чтобы не задевать друг друга инструментами.

При работе бульдозеров всех типов необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) в случае обнаружения в разрабатываемом грунте крупных камней, пней или других предметов остановить бульдозер и удалить с его пути препятствия, чтобы не вызвать аварию;

- 2) запрещается перемещать грунт бульдозером на подъём или под уклон более 30°;

- 3) сбрасывая грунт под откос отвалом бульдозеров, не выдвигать последний за бровку откоса насыпи;

- 4) не поворачивать бульдозер с загруженным или заглубленным отвалом;

- 5) не работать в глинистых грунтах в дождливую погоду;

- 6) запрещается находиться между трактором и ножом или под трактором до остановки двигателя;

- 7) во время остановок бульдозера отвал должен быть опущен на землю.

Запрещается работа автогрейдера на участках, где имеются деревья, пни и крупные камни. При развороте автогрейдера в конце профилируемого участка, а также на крутых поворотах, движение их осуществляется на минимальной скорости. Расстояние между бровкой земляного полотна и внешними колёсами автогрейдера принимается не менее 1,0 м.

Установка откосника и удлинителя, вынос ножа в сторону для срезки откосов, а также перестановка ножа выполняются двумя рабочими, снабжёнными брезентовыми рукавицами.

Экскаваторы во время работы устанавливаются на спланированной площадке и во избежание самопроизвольного перемещения закрепляются переносными опорами. Запрещается подкладывать под гусеницы или катки гусениц брёвна, камни и другие предметы для предупреждения смещения экскаватора во время работы.

При работе экскаватора запрещается:

- 1) находиться под его ковшом или стрелой;
- 2) проводить какие-либо другие работы со стороны забоя;
- 3) пребывать посторонним лицам в радиусе действия экскаватора плюс 5 м.

Во время работы запрещается:

- 1) подтягивать груз при помощи стрелы;
- 2) регулировать тормоза при полном ковше;

Запрещается также работать в местах, где провода линий электропередач находятся в радиусе действия экскаватора.

В процессе работы экскаватора необходимо:

- 1) поворот на выгрузку начинать только после выхода ковша из разрабатываемого грунта;
- 2) тормозить в конце поворота с заполненным ковшом плавно;
- 3) при опускании стрелы или ковша не допускать их ударов о раму, гусеницы или грунт.

Во время перерывов в работе независимо от их причин и продолжительности стрела одноковшового экскаватора отводится в сторону от забоя, а ковш опускается на землю. Очищать ковш следует, только опустив его на грунт.

Путь, по которому передвигается экскаватор в пределах объекта производства работ, заранее выравнивается и планируется, а на слабых грунтах усиливается щитами или настилом из досок, брусьев, шпал.

Во время движения одноковшового экскаватора его стрела устанавливается строго по направлению хода, а ковш приподнимается над землёй на 0,5...0,7 м. Запрещается передвижение экскаватора с нагруженным ковшом.

Переезд через искусственные сооружения экскаватора с ёмкостью более 0,4 м³ допускается после проверки прочности этих сооружений и получения разрешения соответствующих организаций.

Погрузка грунта и других сыпучих материалов в кузов автомобилей и тракторные прицепы при помощи экскаватора производится в положении, исключающем перемещение ковша над кабиной автомобиля или трактора; грузить рекомендуется со стороны заднего или бокового борта. Людям запрещается находиться во время погрузки между экскаватором и транспортным средством.

При уплотнении грунта самоходными и прицепными катками, а также другими машинами, расстояние между ними принимается не менее 2 м.

Одноосный каток на пневматических шинах с балластным кузовом прицепляется к тягачу только при неразгруженном кузове. Передняя часть

катка поднимается только при помощи подъёмного устройства. Задний домкрат катка устанавливается таким образом, чтобы дышло катка поднялось до уровня прицепного устройства тягача. При прицепке катка рабочим запрещено находиться сзади кузова и в кузове.

В процессе укатки прицепным катком любого типа запрещается движение тягача задним ходом.

При укатке высокой насыпи расстояние между её бровкой и ходовыми частями тягача принимается не менее 1.5 м.

Запрещается отцеплять загруженный одноосный каток на пневматических шинах. Для этого он предварительно разгружается.

Транспортировка катков на пневматических шинах производится на прицепке к автомобилю, без балласта.

При изменении направления движения самоходных катков всех типов подается предупредительный сигнал.

Рабочие, обслуживающие машины, получают установленную спецодежду, обувь и рукавицы.

Моторные катки, применяемые для укатки, оборудуются навесом над рабочим местом машиниста. Работа при неисправном звуковом сигнале запрещается.

Катки оборудуются устройством для смазки вальцов. Смазка вальцов вручную запрещается.

При совместной работе нескольких самоходных машин (асфальтоукладчиков, катков), идущих друг за другом, дистанция между ними принимается не менее 10 м.

При подогреве выглаживающей плиты форсунка разжигается только факелом на длинной рукоятке (прутке). Нельзя прикасаться к разогретому кожуху над выглаживающей плитой.

Запрещается подниматься в кузов автомобиля-самосвала при затруднённой выгрузке смеси. Застрявшая в кузове автомобиля самосвала смесь выгружается при помощи специальных скребков или лопатой с ручкой длиной не менее 2 м, с земли.

Инструмент, применяемый для отделки асфальтобетонного покрытия из горячей смеси, подогревается в передвижной жаровне. Подогревать инструмент на кострах запрещается.

Отделывать (затирать) пористые места покрытия перед движущимся катком запрещается.

При загрузке бункера укладчика горячей смесью, во избежание ожогов, запрещается находиться вблизи боковых стенок бункера.

При работе автогудронатора запрещается находиться во время разлива битума ближе 10 м от распределительных труб, во избежание ожогов.

На месте производства работ ставится бачок с растворителем для удаления битума с одежды и рук.

При длительных перерывах в работе (6 ч и более) асфальтоукладчики и катки очищаются, осматриваются, устанавливаются в одну колонну и затормаживаются. Асфальтоукладчики устанавливаются в такой последовательности, в которой они начнут работать. С обеих сторон колонны машин

устанавливаются ограждения с красными сигналами (днём – флажки, ночью – фонари).

Сторожу охраняющему машины, запрещается находиться на рабочих местах машинистов, а также сидеть спереди и сзади вальцов катков

Предельно допустимые концентрации – концентрации, которые при ежедневной работе в течение 8 часов, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызывать заболеваний или отклонений состояния здоровья.

Таблица 6.1. Токсикологические характеристики вредных веществ

Наименование вредных веществ	Токсикологическая характеристика			Средства индивидуальной защиты и правила безопасной работы
	Класс точности по ГОСТ 12.1.007-76	ПДК в рабочей зоне, мг/м ³	Воздействие на организм человека при концентрации, превышающей ПДК	
Битум ГОСТ 22245-90 СТБ 1062-97	4	30	Раздражающее действие на дыхательные пути. В горячем состоянии – ожоги незащищенных частей тела	Специальная одежда, специальная обувь. При попадании на кожу смыть соляровым маслом или керосином и промыть обильной струей воды
Амины C ₁₇ -C ₂₀ -АБ	2	1	Раздражающее действие на кожу и дыхательные пути, аллергия	Специальная одежда, специальная обувь, защитные очки, резиновые перчатки, респираторы или противогазы. При попадании на кожу – нейтрализовать 5%-ным раствором уксусной кислоты и смыть обильной струей воды
Синтетические жирные кислоты C ₁₇ -C ₂₀ -СЖК	3	5 (в пересчете на уксусную кислоту)	Раздражающее действие на кожу и слизистую оболочку	Специальная одежда, специальная обувь, средства индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ-12.4.103-83; при попадании на кожу нейтрализовать раствором соды и промыть обильной струей воды и обратиться к врачу
Дизельное топливо ГОСТ-305-82	4	300	Раздражающее действие на кожу и слизистую оболочку	Средства индивидуальной защиты. При попадании на кожу и слизистую глаз промыть обильной струей воды
Керосин технический	4	300	Раздражающее действие на кожу и слизистую оболочку	Средства индивидуальной защиты. При попадании на кожу и слизистую глаз промыть обильной струей воды

При проведении работ рабочие подвергаются воздействию шума. Шум представляет собой механические колебания, распространяющиеся в воздухе или другой упругой среде в частотном диапазоне слышимости человека. В процессе производства работ на рабочих действует широкополосный непостоянный шум, т. е. шум от работы оборудования, от проходящего транспорта. Данная работа относится к V категории нормы шума. Предельно допустимый уровень звука и эквивалентный уровень звука для данной категории нормы шума составляет 80 дБА по СН 9-86 РБ 98, а для рабочих мест водителей 70 дБА, для легкового транспорта и автобусов 80 дБА. Если уровень звука превышает 80 дБА, то место работы обозначается знаками. Запрещается пребывание, даже кратковременное, если уровень звука превышает 135 дБА.

Для защиты от шума или снижения шумовых воздействий применяется шумобезопасная техника, рабочие обеспечиваются средствами индивидуальной защиты (тампоны, беруши, наушники и др.).

При уровне звука до 120 дБА для защиты от шума рабочие обеспечиваются наушниками, свыше 120 дБА – шлемофонами.

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочих мест принимаются все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих предельно допустимые: путем разработки шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной и индивидуальной защиты от шума.

Контроль нормируемых параметров шума на рабочих местах проводится не реже одного раза в год.

С целью предупреждения и ранней диагностики профессиональных заболеваний для работающих в условиях повышенного шума проводятся предварительные (при приеме на работу) и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими приказами Минздрава.

Вибрация – механические колебания и волны в твердых телах. Рабочие подвергаются воздействию вибрации при движении в автомобилях, при работе с ручным механизированным инструментом.

К работе с вибрирующими машинами и оборудованием допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, имеющие соответствующую квалификацию, сдавшие технический минимум по правилам техники безопасности и ознакомленные с характером воздействия локальной вибрации на организм.

К эксплуатации допускаются только исправные вибрирующие машины и оборудование, отвечающее требованиям санитарных норм СН 9-90 РБ 98.

Рукоятки ручных машин, приспособлений, а также органов управления имеют форму, удобную для работы и не вызывают охлаждения рук. Температура поверхности рукояток ручных машин находится в пределах от 21,5 до 43,5°C. Оптимальным является диапазон от 25 до 32°C.

Не допускается использование вибрирующего оборудования не по назначению и в режимах, отличающихся от паспортных.

Запрещается проведение сверхурочных работ с вибрирующим оборудованием.

Предельно допустимые значения локальной вибрации составляют:

- виброускорение – 76 дБ;
- виброскорость – 112 дБ.

Лица, занятые на работах с вибрирующими машинами и оборудованием, должны ежегодно проходить периодические медицинские осмотры.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия локальной вибрации работникам выдаются средства индивидуальной защиты рук:

- рукавицы антивибрационные;
- сапоги антивибрационные;
- наушники.

Основными мерами по устранению вредных вибраций являются:

1) Проведение организационно-технических мероприятий, обеспечивающих нормальный режим эксплуатации оборудования, его предупредительный ремонт с сохранением паспортных характеристик, выполнение требований технологического процесса и эффективные методы борьбы.

2) Выполнение инженерных мероприятий по активной виброизоляции оборудования и пассивной виброизоляции рабочих мест с повышенными общими вибрациями.

В дорожном строительстве искусственное освещение рабочих мест применяется, если работы ведутся в темное время суток. Недостаточная освещенность рабочих мест вызывает перенапряжение глаз при работе, что приводит к быстрой утомляемости, головным болям, ухудшает качество работ и снижает производительность. Кроме того, она может стать причиной травматизма, так как при этом у человека ослабляется внимание, периферийное зрение притупляется, и общая защитная реакция уменьшается. Минимальное искусственное освещение на стройплощадке – 5 лк, согласно СНБ 2.04.05-98. По назначению освещение стройплощадок делят на рабочее, аварийное и охранное.

В месте производства ремонтных мероприятий характеристика зрительной работы представляет собой общее наблюдение за ходом производственного процесса.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормальной работы в темное время суток, поэтому оно устраивается на всех участках стройплощадок, где по условиям производства возможно пребывание людей. Аварийное устраивают при необходимости эвакуации людей или для продолжения работы при внезапном отключении рабочего освещения.

Охранное освещение предусматривается на строительстве для наблюдения и охраны территории стройплощадки.

Пожарная безопасность обеспечивается системами предотвращения пожара и пожарной защитой. Под системой предотвращения пожара имеется в виду комплекс организационных мероприятий и технических

средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара. Под системой пожарной защиты понимают комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Пожарная защита обеспечивается: ограниченным применением горючих и трудногорючих веществ и материалов; предотвращением распространения пожара с использованием средств его тушения, строительных конструкций с необходимыми пределами огнестойкости и горючести; эвакуацией людей; средствами коллективной и индивидуальной защиты людей; системой противодымной защиты; средствами пожарной сигнализации или извещением о пожаре, а также организацией пожарной охраны объекта.

При эксплуатации строительных машин пожары в большинстве случаев возникают по следующим причинам: у строительных машин с электроприводом – из-за перегрузки электродвигателей, электрооборудования, электропроводов и электросетей, в результате чего они нагреваются выше допустимых норм или искрят; у машин с двигателями внутреннего сгорания из-за воспламенения оставшейся внутри двигателя горючей смеси; неправильного расположения баков с горюче-смазочными материалами, масло- и топливопроводов по отношению к трубопроводу выхлопных газов и глушителю; применение открытого огня для запуска двигателей при низких температурах; самовоспламенение разлитых масел и горючего под картером двигателя; отсутствие искрогасителей на выпускных трубах; курение при заправке машин топливом.

Пожары возникают также в случаях утечки горючего из топливопроводов и приборов; утечки отработанных газов в выпускных трубах; неисправности кранов, перекрывающих топливопроводы; неисправности карбюратора и самовозгорания использованных обтирочных материалов.

У строительных машин и оборудования (битумные котлы, сушильные барабаны, асфальтоукладчики, асфальторазогреватели) с источниками теплоты для технологических процессов пожары возникают при: использовании топлива без учета конструкции топки (топочного пространства); вследствие утечки и разлива топлива; неправильного разжигания форсунок; недостаточной высоты дымовой трубы; несвоевременной очистки дымоходов от сажи; расположения топливных баков вблизи оборудования с высокой температурой и т.п.

Пожарную охрану на предприятиях и строительных объектах организуют путем привлечения рабочих и инженерно-технических работников в добровольные пожарные дружины. В обязанности дружин входят проведение пожарной профилактики и участие в тушении пожаров.

Кроме того, в целях предупреждения пожаров на предприятиях создают пожарно-технические комиссии, утверждаемые приказом руководителя предприятия или стройки. Эта комиссия обязана разрабатывать мероприятия по пожарной профилактике в технологических процессах и привлекать актив из рабочих к пожарно-профилактической работе.

Ответственность за пожарную безопасность возлагается на руководителей предприятий илистроек, а также на начальников цехов и строительныхучастков. Ответственность же за пожарную безопасность на отдельных участках приказом руководителя предприятия илистройки возлагается на инженерно-технический персонал и рабочих, входящих в дружину.

К средствам пожаротушения относят: установки пожаротушения, огнетушители, ломы и топоры, багры, лопаты для тушения песком и землей, пожарные ведра и бочки, ручные пожарные лестницы для спасения людей.

Перечисленными средствами тушения пожаров оборудуют на стройках и предприятиях пожарные пункты.

4.5. Охрана окружающей среды

Проектом предусмотрено минимальное отрицательное воздействие объекта на окружающую природную среду. Трасса ремонтируемого участка проходит по существующей дороге, что позволяет практически не использовать площади сельскохозяйственных и лесных угодий. Временно отводимые на период строительных работ земли (площадки для складирования грунта площадью 420 м² и 3249 м², а так же площадка под устройство строительного городка 1665 м²) предусмотрены к рекультивации и передаче землепользователям. Весь снятый плодородный грунт сохраняется с целью дальнейшего использования на укрепительных работах согласно таблице 7.1.

Для организации водоотвода и во избежание заболачивания проектом предусмотрено устройство кюветов, лотков, мелкий ремонт шести и устройство одной железобетонной водопропускной трубы диаметром 0,8 м на ПК 172+91.

Предусмотрено укрепление откосов засевом трав (общей площадью 88161 м²) с подсыпкой плодородного грунта.

Эта мера должна выполнять следующие функции:

- не давать породе перемещаться по поверхности откоса (с помощью стеблей);
- армировать поверхность против эрозии и истирания (за счет перехвата корнями и листьями дождевых капель);
- не допускать пылеобразование;
- поддерживать склоны за счет укрепления оснований (с помощью корней);
- укреплять почву за счет увеличения ее сопротивления сдвигу (с помощью корней);
- дренировать почвенный профиль путем впитывания воды (с помощью корней);
- увеличивать движение грунтовых вод.

Обочины по дороге устраиваются укрепленными асфальтобетоном и грунтощебнем. (см. пункт 2.3.1 Строительство дорожных одежд).

Таблица 7.1. Ведомость распределения плодородного грунта

Источник получения	Объем, м ³	Использование, м ³				
		На укрепленияльные работы	На бермы под дорожные знаки	На благоустройство площадки под стройгородок ПК 206	На благоустройство площадки для грунта ПК 156+44	На благоустройство площадки для грунта ПК 179+69
С откосов основной дороги	4240	3927	313	-	-	-
С разделительной полосы	2281	2281	-	-	-	-
При устройстве ж.б.трубы	19	19	-	-	-	-
При временной организации дорожного движения	58	58	-	-	-	-
При устройстве водоотвода	425	425	-	-	-	-
При устройстве площадки под стройгородок слева от ПК 206	200	-	-	200	-	-
При устройстве площадки для складирования грунта ПК 156+44	390	-	-	-	390	-
При устройстве площадки для складирования плодородного грунта и грунта ПК 179+69	50	-	-	-	-	50
Всего	7663	6710	313	200	390	50

В местах вырубки кустарника (общей площадью 2,3 га) плодородный грунт не снимается.

Почва является ценнейшим народнохозяйственным ресурсом, на создание которого природе потребовались тысячелетия. Без почвенного слоя земля не способна к биологической активности, поэтому необходимо строго выполнять требования СНиП и проектов по сохранению почвы (растительного слоя), которую предварительно снимают и в специально отведенных местах складывают без загрязнения и перемешивания ее с другими материалами.

Одним из важнейших направлений в области охраны природы является рекультивация земель, нарушенных в результате промышленной деятельности человека, и возвращение их народному хозяйству для дальнейшего использования [16].

Для организации водоотвода и во избежание заболачивания проектом предусмотрено устройство кюветов трапецеидальной и треугольной формы, прикромочных лотков из асфальтобетона, устройство одной и ремонт шести железобетонных водопропускных труб. Так проектом предусмотрено устройство новой железобетонной трубы диаметром 0,8 м на ПК 172+91.

С целью недопущения эрозии почв предусмотрено укрепление откосов и обочин. Обочины укрепляются асфальтобетоном и грунтощебнем.

Укрепление откосов производится посевом многолетних трав. Посев осуществляется специальными посевными агрегатами. Засев многолетних трав является не только эффективным средством против борьбы с эрозией, но и создает должное эстетическое восприятие земляного полотна.

Основными загрязнителями воздушной среды на предприятиях дорожной индустрии является производственная пыль и газы. Наибольшее выделение пыли возникает при разработке грунта экскаватором с погрузкой в автосамосвалы, разработка и перемещение грунта бульдозером в сухую погоду создает до 250 мг/м^3 пыли. Так 70-90 % запыления на стройплощадке создают транспортные операции на временных грунтовых дорогах, в зоне их действия концентрация пыли достигает $150\text{-}350 \text{ мг/м}^3$. Поэтому проектом предусмотрен полив таких дорог водой, растворами хлористого кальция или других солей, а так же обработка вяжущими материалами.

Для производства асфальтобетонных смесей предусматривается максимальное использование существующего стационарного асфальтобетонного завода и битумной базы, где предусмотрены мероприятия, обеспечивающие соблюдение допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере, сброс производственных и бытовых отходов в сети хозяйственной канализации с последующей очисткой отходов.

В целях сведения к минимуму загрязнения воздуха строительные машины и механизмы с двигателями внутреннего сгорания регулируются и проверяются на токсичность выхлопных газов (см. таблицу 7.2).

Таблица 7.2. ПДК компонентов отработавших газов

Вещества	ПДК, мг/м^3		
	в рабочей зоне	в воздухе	
		максимальные разовые	средне суточные
Оксид NO	30	0,6	0,006
Оксид NO ₂	2	0,45	0,04
Свинец РЬ	0,02	-	0,0003
Нитрат Pb (NO ₃) ₂	0,01	-	0,0003
Сера S	6	-	-
Оксид серы SO ₂	10	0,5	0,05
Углерод C:	4	0,15	0,05
Оксид CO	20	5	3
Оксид CO ₂	9000	-	-
Бенз(а)пирен C ₂₀ H ₁₂	0,00015	-	0,000001
Бутан C ₄ H ₁₀	300	200	-
Пропан C ₃ H ₈	1800	-	-
Бензин топливный в расчете на C	100	0,05	0,05

Для предупреждения загрязнения воды и почвы заправку и смазку узлов самоходных машин, автомобилей осуществляют только в специально отведенном месте, размещенном за пределами водоохранных зон, лесов (площадка за строительным городком на ПК 206). Заправка производится только шлангами, имеющими затворы у выпуска. Организуется сбор отработавших масел, горючих материалов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, данным проектом предусмотрены следующие мероприятия и работы по охране окружающей среды:

- снятие плодородного грунта, который сохраняется с целью дальнейшего использования на укрепительных работах, благоустройстве нарушенных земель, берм под дорожные знаки и на укрепление разделительной полосы;

- производство укрепительных работ лог у труб для предотвращения эрозии почвы;

- укрепление откосов и обочин с целью предотвращения размыва земляного полотна;

- мероприятия, обеспечивающие соблюдение допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере на стационарном асфальтобетонном заводе и битумной базе.

Эти мероприятия позволяют в достаточной мере компенсировать наиболее существенные строительные воздействия, оказывающие негативное влияние на окружающую среду.

В монографии рассмотрены вопросы организации производства работ при капитальном ремонте участка автомобильной дороги, приведена примерная технология производства работ, проведен анализ расчетов всех необходимых для капитального ремонта материально-технических и трудовых ресурсов, согласно нормативным документам, скомплектованы специализированные отряды. На основании расчетов определены сроки выполнения работ, что отражено в календарном планировании. Разработаны технологические карты производства работ при капитальном ремонте с привязкой к местным условиям.

В специальной части проекта представлена технология резонансного виброразрушения покрытия и основные технические условия, необходимые для проведения этого процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Леонович И.И. Дорожная климатология. Мн., БГПА, 1994. 192 с.
2. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат, 1983.
3. Resonant Machines Inc. URL: <http://www.resonantmachines.com>
4. Дубровин Е.Н. и др. Проектирование производственных предприятий дорожного строительства. М.: Высш. школа, 1975.
5. Методические указания по выполнению дипломного проекта на тему «Проект асфальтобетонного завода». Мн.: 1986. 28 с.
6. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. Организация, производство и приемка работ.
7. СТБ 1033 – 96. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. Минск, 1996.
8. СНБ 8.03.127 – 2000. Ресурсно – сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 27. Автомобильные дороги. Минск, 2001. 284 с.
9. СНБ 8.03.101 – 2000. Ресурсно – сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 1. Земляные работы. Минск 2001. 305 с.
10. С.Л. Вдовиченко, М.И. Карлович, В.А. Стрижевский. Методические указания по выполнению экономических расчётов в дипломных проектах для студентов специальности 29.10 – «Строительство дорог и аэродромов». Минск, 1989. 32 с.
11. Леонович И.И., Вербилло И.Н., Вдовиченко С.Л. и др. Дипломное проектирование. Мн.: БНТУ, 2002. 58 с.
12. Dormidontova T.V., Filatova A.V. Research of influence of quality of materials on a road marking of highways. Procedia Engineering. 2016. Vol. 153. P. 933-937.

13. Дормидонтова Т.В., Филатова А.В. Алгоритм корреляционно-регрессионного анализа // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Сборник статей. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2015. С. 131-135.

14. Филатова А.В., Зуев М.С.В Причины образования колеи и их исследования // Пути улучшения качества автомобильных дорог. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 202-206.

15. Филатова А.В. Применение маркшейдерии в геодезических работах на карстовых территориях Самарской области // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Сборник статей. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2015. С. 247-251.

16. Филатова А.В. Информационные ресурсы поддержки бизнес-процесса на примере предприятия по строительству автодорог // Вестник Самарского государственного университета. 2015. № 5 (127). С. 69-74.

17. Филатова А.В. Особенности использования тригонометрического нивелирования в инженерно-геодезических работах. // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2013 г. 2014. С. 660-661.