

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И  
СТРОИТЕЛЬСТВА»

*Кафедра «Геотехника и дорожное строительство»*

**Утверждаю:**  
Зав. кафедрой

В.С. Глухов

(подпись.)

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе на тему:

Современные методы ремонта и реконструкции автомобильных дорог  
наименование темы

Автор ВКР Буланов Иван Сергеевич

подпись, инициалы, фамилия

Обозначение ВКР-2069059-08.03.01-120739-16

Группа СТР-44

номер

Направление «Строительство» направленность «Автомобильные дороги»

номер, наименование

Руководитель проекта Корнюхин А.В.

подпись, дата, инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

1. Расчетно-конструктивный раздел Корнюхин А.В.  
(наименование раздела) (подпись) " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 г.

2. Технология строительства Корнюхин А.В.  
(наименование раздела) (подпись) " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 г.

Нормоконтроль Корнюхин А.В.  
(подпись) " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 г.

2016г.

---

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ В.С. Глухов

« 17 » 06 2016 г.

---

## **ЗАДАНИЕ** **для выпускной квалификационной работы**

Студент Буланов Иван Сергеевич гр. стр-44

**1. Тема: Современные методы ремонта и реконструкции автомобильных дорог**

(утверждена приказом по Пензенскому ГУАС № 06-09-273  
от «3» декабря 2015 г.)

**2. Срок представления проекта (работы) к защите 10 июня 2016 г.**

**3. Исходные данные к работе Требуется проанализировать современные инновационные методы ремонта и реконструкции автомобильных дорог, как на отечественном, так и на зарубежном строительном рынке**

**4. Содержание расчетно-пояснительной записки:**

1. Причины деформаций и разрушений автомобильных дорог
2. Технологии ремонта и реконструкции земляного полотна
3. Ремонт и реконструкции дорожных одежд
4. Ремонт и реконструкция инженерных сооружений на автомобильных дорогах
5. Современные машины для ремонта и реконструкции автомобильных дорог

Заключение

**5. Перечень графического материала**

1. Укрепление грунтов методом стабилизации
2. Ремонт и реконструкция автомобильных дорог методом горячей регенерации

3. Методы регенерации асфальта

4. Укрепление откосов автомобильных дорог объемной решеткой, применение геотекстиля на автомобильных дорогах

5. Ремонт инженерных сооружений

6. Современные машины для ремонта автомобильных дорог

### Календарный план

№ п/п	Наименование этапов	Срок выполнения этапов работы	Примечания

**6. Главный консультант** \_\_\_\_\_ **Корнюхин А.В.**  
(подпись) (инициалы, фамилия)

### 7. Консультанты по разделам:

*по технологии строительства* \_\_\_\_\_ **Корнюхин А.В.**  
(подпись) (инициалы, фамилия)

*по экономике и организации строительства* \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

*по расчетно-конструктивному разделу* \_\_\_\_\_ **Корнюхин А.В.**  
(подпись) (инициалы, фамилия)

*техносферная безопасность* \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

*нормоконтроль* \_\_\_\_\_ **Корнюхин А.В.**  
(подпись) (инициалы, фамилия)

**8. Задание принял к исполнению** \_\_\_\_\_  
(подпись студента, дата)

**Буланов И.С.**  
инициалы, фамилия

## *Содержание*

<b>Введение</b>	<b>2</b>
<b>1. Причины деформаций и разрушений автомобильных дорог</b>	<b>6</b>
<b>2. Технологии ремонта и реконструкции земляного полотна</b>	<b>10</b>
<b>3. Ремонт и реконструкция дорожных одежд</b>	<b>32</b>
<b>4. Ремонт и реконструкция инженерных сооружений на автомобильной дороге</b>	<b>52</b>
<b>4.1 Инженерные сооружения на автомобильных дорогах</b>	<b>52</b>
<b>4.2 Ремонт и реконструкция инженерных сооружениях</b>	<b>53</b>
<b>4.3 Новое в ремонте инженерных сооружений</b>	<b>56</b>
<b>5. Современные машины для ремонтны и реконструкции автомобильных дорог</b>	<b>69</b>
<b>Список используемых источников</b>	<b>89</b>

					<i>Лист</i>
					1
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

## Введение

Эффективность социально-экономического развития страны во многом определяется качеством автомобильных дорог. Состояние с их недоремонтом, а также включение наших дорог в Европейскую транспортную систему придают вопросу реабилитации автомобильных дорог особую значимость. Вхождение в систему Европейских грузоперевозок в ближайшее время невозможно ввиду наличия автомагистралей с сильно изношенным покрытием, ограниченными условиями безопасности движения и дорожного сервиса при недостаточных финансовых возможностях.

Решить задачи по сохранению и восстановлению работоспособности автомобильных дорог в сложившихся условиях можно при внедрении технологий регенерации асфальтобетонных покрытий, которые начали активно внедряться в конце XX века в западно-европейских странах в условиях резкого роста цен на энергоресурсы.

Применять эти технологии необходимо и потому, что при эксплуатации автомобильных дорог, требующих капитального ремонта, проявляются дефекты, которые невозможно устранить традиционными технологиями. Как правило, ремонтно-профилактические работы в настоящее время ограничиваются поверхностной обработкой с использованием ремонтных материалов с избыточным содержанием дорогостоящего битума. Кроме того, на дороге появляются колеи глубиной до 10 см, которые можно убрать только фрезерованием. Как правило, поверхностная обработка с фрезерованием повторяется через 4 года, что значительно удорожает процесс поддержания работоспособности твердого покрытия дороги.

Применение новых технологий позволит не только восстановить работоспособность автомобильных дорог, но и значительно снизить расход энергии и материалов.

В ближайшее десятилетие технологии на основе регенерации существующих покрытий, технологии тонкослойных асфальтобетонных покрытий, технологии с

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						2
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

использованием битумных эмульсий будут превалировать при сохранении и восстановлении работоспособности автомобильных дорог.

Для внедрения этих технологий в производство необходимы профессиональные кадры и соответствующая техника.

Производственная эксплуатация строительных и дорожных машин предусматривает выбор машин и комплексов для выполнения заданного объема работ строительного производства с учетом конкретных условий на основе их технологических, технико-экономических и эргономических показателей. В основу формирования парка машин должны быть положены технологии выполнения необходимых работ, обеспечивающие их качество, сроки выполнения и минимальные удельные приведенные затраты. В целом невозможно эффективно решать вопросы производственной и технической эксплуатации машин вне зависимости от применяемых технологий строительного производства в конкретных условиях.

Состав и структура систем и комплексов дорожных машин определяются требованиями технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Дорожные машины обеспечивают механизацию и автоматизацию всех технологических операций, составляющих процессы строительства покрытий, содержания и ремонта готового сооружения. Основными технологическими операциями строительства автомобильной дороги являются подготовка земляного полотна, добыча и приготовление необходимых строительных материалов и их транспортирование, постройка водопропускных сооружений, дорожной одежды, переходов и элементов благоустройства. Основными операциями по обеспечению надежной эксплуатации сооружения являются работы по летнему и зимнему содержанию дорог, разметка проезжей части, озеленение, ремонт и реконструкция всех элементов сооружения.

Система машин для комплексной механизации и автоматизации строительства автомобильных дорог включает пять основных групп машин, определяемых их технологическим назначением: для строительства земляного полотна; для

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						3
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

строительства дорожных одежд и покрытий; для строительства водопропускных сооружений (труб, мостов и др.) и укрепления откосов; для добычи и приготовления дорожно-строительных материалов; технологический транспорт.

Комплекс машин для содержания и ремонта автомобильных дорог также состоит из пяти основных групп машин: для летнего и зимнего содержания; для маркировки проезжей части, содержания пути, озеленения и благоустройства; для ремонта земляного полотна, сооружений, водоотвода и полосы отвода; для ремонта и восстановления дорожных одежд и покрытий; для ремонта и содержания искусственных сооружений.

Конструкция и параметры дорожных машин определяются специфическими особенностями строительства и каждой операции технологии производства соответствующих видов работ: линейной протяженностью работ и их удалением от производственных баз; цикличностью и синхронизацией операций; жесткой регламентацией ряда операций во времени (охлаждением асфальтобетонной смеси и др.); увязкой производительности машин комплекта между собой и со скоростью технологического процесса; большими объемами транспортных операций; высоким качеством уплотнения; высокой точностью планировки; обеспечением высокой стабильности свойств строительных смесей и других строительных материалов; необходимостью изменения номенклатуры ряда смесей и их свойств путем использования гибких автоматизированных производств; увеличением объемов работ по реконструкции дорог и необходимостью регенерации старого материала; использованием в качестве строительных материалов отходов производств, новых перспективных материалов. При требуемом высоком качестве работ машины должны обеспечить существенное сокращение ручного труда, материальных и энергетических затрат; высокую надежность требуемого темпа строительства; эффективную эксплуатацию сооружения независимо от времени года и климатических условий и полностью отвечать требованиям эргономики, охраны труда и экологии. Высокий уровень строительства и эксплуатации сооружений обеспечивается

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

рациональным выбором номенклатуры и типоразмера машин. Для выполнения ряда технологических операций дорожного строительства с успехом используют машины общестроительного назначения (для выполнения подготовительных и земляных работ общего характера, для производства щебня, получения и транспортирования цементобетонных смесей, а также для уплотнения грунтов и др.), но в данной книге они не рассматриваются. Основное внимание уделено машинам и оборудованию, обеспечивающим реализацию новых технологий при восстановлении работоспособности автомобильных дорог, номенклатуре этих машин для возможности рационального комплектования парка машин.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						5
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

# **1. Причины деформаций и разрушений автомобильных дорог**

## **Разрушение Земляное полотно и системы поверхностного водоотвода.**

Разрушения происходят вследствие нарушения водно-теплового режима. Различают местную и общую потерю устойчивости ЗП, образования пучин, эрозию откосов. Общая потеря устойчивости может произойти в результате потери сцепления АД и гр. основания при расположении насыпи на косогоре. Расползание насыпи - происходит при переувлажнении и воздействия динамических нагрузок. Местная потеря устойчивости чаще всего проявляется в сползании откосов. Эрозия происходит в результате воды или ветра при неукреплении откосов.

## **Водоотводные и водопропускные сооружения.**

Главная проблема - заиливание, возникает в случае, когда уклон сооружения или коэффициент шероховатости дна сооружения не соответствует скорости течения воды. Вторая проблема - противоположна - размыв дна канав, подходов к водопропускным сооружениям. Разрушения происходят в результате воздействия недопустимой нагрузки, в результате паводков, нарушения режима работы сооружения.

## **Механизм усталостного разрушения покрытия**

Все материалы применяемые для устройства конструктивных слоёв ДО в большей или меньшей степени обладают как упругими так и неупругими свойствами, кроме того деформационные характеристики материалов могут изменяться в результате воздействия климатических факторов. В зависимости от процессов, которые преобладают в данных условиях, рассматривают два механизма разрушения материалов из которых устраивают ДО. Это механизм усталостного разрушения, когда преобладают упругие свойства и пластические разрушения, когда преобладают пластические свойства. Под усталостью подразумевают разрушение твёрдых тел, при повторных нагружениях,

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

нагрузкой менее критической, либо при длительном нагружении такой же нагрузкой. Выносливость материала проявляется в его способности сопротивляться динамической усталости. Наиболее типичный пример — усталостного разрушения - это образование трещин в а/бетоне. При этом механизм усталостного разрушения имеет следующую схему : при переходе колеса, возникает мах растягивающее напряжение в основании дорожной одежды. По абсолютной величине эти напряжения существенно меньше критических, однако, из-за неоднородности материала локальные напряжения в отдельных местах могут значительно отличаться от среднего значения. В рез-те ч/з определенное количество циклов в нижней части слоя возникают мелкие трещины, , которые потом объединяются в одну большую трещину. Дальнейший рост трещин происходит одновременно в двух направлениях : вверх по поверхности слоя и параллельно плоскости покрытия. При дальнейших нагружениях трещина проходит сквозь покрытие и становится видимой на поверхности. Интенсивность накопления усталостных разрушений зависит от интенсивности приложения нагрузки. Пластические деформации - наиболее опасны, могут наступить в двух случаях - 1. Когда состояние материал таково, что его свойства равны 0. 2. При разрушении структуры материала.

### **Разрушение Дорожных одежд и конструкции в целом.**

Различают деформации покрытий и конструкций в целом. Деформации покрытий вызваны нагрузками от колеса в сочетании с метеофакторами. Деф-ии разрушения всей конструкции связаны с процессом усталости и накопления остаточных деформаций : пучины, просадки, проломы, разрушение кромок ДО, колеи.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Просадки - это впадины глубиной 50-100 мм с пологой поверхностью, без выпучивания и образования трещин на прилегающих участках они появляются в результате неравномерного накопления остаточных деформаций.

Проломы - это разрушения ДО в виде провалов, глубиной до 100 мм. Сопровождающиеся выпучиванием ДО на прилегающих участках с образованием трещин по периметру пролома. Различают мокрые и сухие проломы — мокрые - образуются в следствии переувлажнении и последующего пластического течения материала основания и гр. ЗП. Сухие — происходят в результате сверхнормативного накопления деформаций при недостаточной прочности дорожной одежды. Либо при недостаточном уплотнении гр. ЗП .

Колеи— следствие накопления остаточных деформаций по полосе наката, колеи могут возникнуть в результате образования просадки по полосе наката, либо в результате повышенного износа покрытия по полосе наката.

Разрушения кромок ДО - проявляется в виде отдельных трещин, либо сетки трещин вдоль кромок, также откол кромок или искажение поперечного профиля прикромочных полос. Происходит из за пониженной прочности прикромочных полос проезжей части, вследствие отсутствия укрепительных полос со стороны обочин В большинстве случаев наличие вышеуказанных дефектов свидетельствует о недостаточной прочности дорожной конструкции, либо о превышении фактической интенсивности движения над расчетной.

К деформациям и разрушениям покрытия относят: износ покрытия, выкашивание, выбоины, сдвиги, волны, гребёнки.

Износ - это уменьшение толщины покрытия в результате истирающего воздействия колес авто. Контролируют износ путем установки марок в покрытие. На шероховатых покрытиях износ проявляется в уменьшении высоты и сглаживании шероховатости.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Шелушение - это отделение чешуек и частиц материала под действием колес авто, воды, отрицательной температуры, с образованием микронеровностей глубиной до 5 мм.

Выкрашивание — это отделение зёрен минерального материала из покрытия и образование мелких раковин глубиной до 20 мм. Постепенно выкрашивание распространяется на большую площадь.

Выбоины - местные разрушения покрытий, на толщину верхнего слоя с резко очерченными краями. Они имеют неправильную геом. форму. Появляются в результате необеспеченного сцепления между слоями дорожного покрытия, а также по причине недоуплотнения материала покрытия либо нарушения технологии производства - невыполнение очистки нижнего слоя а/бетона. Интенсивнее всего процесс происходит весной.

Сдвиги покрытия - это неровности вызванные смещением материала покрытия, при устойчивом основании. Возникают в местах частого торможения, либо на крутых участках. Сдвиги сопровождаются образованием поперечных трещин по полосам наката. Образованию сдвигов способствует повышение пластичности материала избыток вяжущего материала, либо недостаточная его теплоустойчивость.

Волны и гребёнки - это неровность в виде поперечных гребней и впадин с пологими краями, образуются в результате излишней пластичности материала верхнего слоя покрытия.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## 2. Технологии ремонта и реконструкция земляного полотна

### Технология укрепления и стабилизации грунта.

Развитие дорожного строительства начиналось с использования естественных материалов: гравийно-песчаных смесей, почв и бутового камня, для сооружения дорожных одежд. Этого было достаточно для гужевого транспорта. Но с развитием автомобилестроения требования к качеству автомобильных дорог претерпели существенные изменения. Это положение вещей выставило требование создания для дорожных одежд монолитных покрытий из органоминеральных и бетонных смесей. Их составляющие - битум и цемент, весьма дорогие компоненты. С целью уменьшения необходимого количества вяжущих и повышения прочности и качества органо-минеральных и цементобетонных смесей начали использовать разные примеси типа поверхностно – активных веществ и катализаторов. За счет использования активных примесей наблюдался процесс уменьшения количества необходимых вяжущих без снижения качества изготовленных материалов. И, наконец, наступил такой период, что расходы активного вяжущего для изготовления асфальтобетонных и цементобетонных смесей были сведены к минимуму с сохранением условий по качеству и прочности.

Подобная ситуация происходила и в технологии использования грунтов. В настоящее время известно, что для их укрепления целесообразно использовать соответствующие активные примеси - стабилизаторы.

В связи с достижением минимальных расходов, как битума, так и цемента, при изготовлении асфальтобетонных и цементобетонных смесей, благодаря целенаправленному использованию разных активных примесей и оптимизации технологических процессов, возникает вопрос: не могут ли активные примеси быть самодостаточными компонентами в плане повышения прочности и стабильности, как дорожно-строительных материалов, так и грунтов?

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Опытные работы показали, что обработка минеральных материалов, и, прежде всего, грунтов, водным раствором разных активных примесей приводит к формированию крепких структур, как грунтов, так и минеральных материалов, особенно в тех случаях, когда минеральные смеси и грунты имеют не меньше 15% по массе тонкодисперсной фракции частиц. На этой основе производители разных веществ, которые активизируют структурообразующий процесс, назвали их стабилизаторами минеральных смесей и грунтов.

Каждый конкретный стабилизатор имеет свое индивидуальное, часто не обычное, название. Так, американский EN – 1 и SPP – производства Южно-Африканской Республики и России называют Roadbond, что в переводе – “дорожные кандалы”, RRP-235 Spesial производства Германии, в переводе – «королевский специальный дорожный продукт», Terrastone – производства Германии переводится как “крепкий (твердый) камень”. Дорзин – производства Украины – «дорожный энзим (фермент)”. По своим качествам Дорзин превосходит все другие известные нам стабилизаторы/

Стабилизаторы – это очень широкий класс разных по составу и происхождению веществ, которые в малых дозах положительно влияют на формирование свойств дорожно-строительных материалов, как за счет активизации физико-химических процессов, так и за счет оптимизации технологических процессов. Эти вещества могут использоваться почти на всех технологических этапах строительства автомобильных дорог, начиная от сооружения земляного полотна и заканчивая строительством твёрдых покрытий, искусственных инженерных сооружений и обустройством дорог.

Стабилизаторы могут быть различного происхождения, они отличаются по свойствам, но всех их объединяет то, что они увеличивают прочность, влагостойкость и морозостойчивость. Стабилизаторы можно рассматривать как “витамины”, которые стимулируют не только физико-химические процессы как катализаторы, но и улучшающие качество и эффективность механо – технологических процессов.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						11
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



6 Стабилизатор Solitac (производства компании Soilworks США)	Эмульсия на полимерной основе
7 Стабилизатор Renolit (производитель фирма Альма-2 Австралия)	Полимерная добавка к цементу
8 Гидрофобизирующие жидкости ГКЖ-ПБ, ГКЖ-12, КЖ-94 (производства Запорожского АО "Кремний полимер")	ТУ 6-02-5-006-91
9 Стабилизатор грунтов Perma-Zyme 11x (производство США)	Ферментный препарат
10 Стабилизатор грунтов - Дорзин (производство ООО» Днепровская ассоциация-К», Украина)	Ферментный препарат
11 Жидкое стекло ГОСТ 1378-91	
12 Хлористый кальций (Ca Cl <sub>2</sub> )	

Результаты экспериментальных исследований дали возможность сделать следующие заключения:

\* Стабилизаторы грунтов характеризуются как многокомпонентные системы, которые имеют, преимущественно, кислую среду, обладают свойствами поверхностно-активных веществ, в их состав входят, как правило, суперпластификаторы, гидрофобизаторы, сложные органические соединения, которые включают сложноэфирные группы и ионогенные комплексы.

\* Стабилизаторы рекомендуют применять в виде разбавленного водяного раствора. В результате растворения стабилизатора в воде, последняя, активизируется за счет ионизации ( $H^+$ ,  $OH^-$ ,  $H_3O^-$ ). Раствор стабилизатора активно влияет на состояние, в первую очередь, глинистых и коллоидных частиц грунта. Он изменяет заряд глинисто – коллоидных частиц за счет энергичного обмена электрическими зарядами между ионизированной водой и частицами почвы, которая подтверждается исследованиями pH среды раствора стабилизатора и pH водяной вытяжки грунта. Обменявшись зарядами с ионизированной водой, между грунтовыми частицами нарушаются естественные

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Лист

13

связи с капиллярной и пленочной водой. Она легко отделяется от частиц грунта, тем самым, создавая благоприятные условия высокого уплотнения грунтовой смеси при сжатии. \* Кроме обмена между электрическими зарядами водяного раствора стабилизатора и грунтовыми частицами происходит процесс ионного обмена между компонентами стабилизатора и поглощающим комплексом глинисто - коллоидной фракции, на что указывает уменьшение величины оптимальной трамбовочной влажности.

Многовалентные ионы стабилизатора и грунта, которые освободились в результате перезарядки грунтовых частиц, проникают в поглощающий комплекс глинисто - коллоидной фракции и выжимают одновалентные ионы Li, Na, K и H. Этот процесс приводит к коагуляции глинистых и коллоидных частиц, и как следствие, к изменению гранулометрии и структуры почвы. То есть происходит искусственное образование в грунте частиц (агрегатов), типа песчаных. Грунт из категории глинистого или суглинистого стремится к переходу в категорию легкосуглинистого или супесчаного. Оптимальная трамбовочная влажность такого грунта заметно уменьшается и благодаря этому повышается максимальная плотность стандартного уплотнения. Это приводит к повышению несущих свойств грунта.

\* Стабилизаторы также исполняют роль пластифицирующей примеси, что позволяет при меньшей оптимальной влажности достигать более высоких показателей плотности .

\* Стабилизаторы способствуют повышению плотности грунта и прочности в неводонасыщенном состоянии, но не обеспечивают для большинства грунтов высокой водостойкости, которая требует введения специальных мероприятий, ликвидирующих источники активного увлажнения земляного полотна или добавок в грунт, типа цемента .

\* При использовании стабилизаторов достигается уплотнение в 1.1-1.2 раза большее, чем при уплотнении без стабилизатора.

\* Стабилизаторы показывают позитивные результаты от совместного их использования с традиционными вяжущими, что подтверждено практическими результатами при капитальном ремонте асфальтобетонных покрытий по технологии холодного ресайклинга, например, на дороге Харьков – Сумы. Там был использован стабилизатор ЕН-1, цемент, 3% глинистый грунт и фрезерная крошка старого асфальтобетонного покрытия.

\* Некоторые стабилизаторы позволяют получать композиции, не уступающие цементобетону.

На использование в дорожно-строительной отрасли страны стабилизаторов ЕН-1 и Perma-Zyme 11x в ГосдорНИИ разработаны технические условия на “Органо-минеральные смеси и почвы, обработанные цементом и стабилизатором ЕН-1” ТУ В.2.7.3450778.097-98 и на “Почвы и смеси органо-минеральные, обработанные ферментом Perma-Zyme 11x и цементом” ТУ в 2.7-45.1-3450778-196-201.

**ООО «Днепровская ассоциация – К»** потребовалось четыре года для синтеза репликанта (аналога) промышленного ферментного стабилизатора Perma-Zyme 11x производства США. Затем был создан улучшенный вариант препарата под названием Дорзин, который с 2006 года выпускается в Украине. По эффективности он превосходит все известные в Украине стабилизаторы (Рис.1), безопасен и технологичен в применении. Это ферментный препарат, обладающий каталитическими свойствами. Для строительства 1 км твёрдого покрытия шириной 8 метров, толщиной 0,15 м. его требуется всего 37 литров. Цена твёрдого дорожного покрытия в 4-8 раз ниже покрытия, выполненного традиционным способом при одинаковой несущей способности. Дорзин нашел широкое использование в разных странах. Так, в Казахстане Дорзин используют при строительстве автомобильной дороги I категории (Рис.2, 3) от столицы Казахской республики Астаны до Петропавловска (1000 км) через курортный город Боровое (участок 300 км). В 2007 году будет построено 50 км автодороги.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		15

Технология настолько хорошо отработана казахскими автодорожниками, что в июле 2007 года они, по их планам, достигнут производительности 1 км готовой дорожной одежды в сутки! Рассматривается использование Дорзина при строительстве окружной дороги возле Астаны.

Дорзин применяется в России, Гаити, Санта-Люции, даже в США - на родине Perma-Zyme 11x, в штате Флорида строят автодорогу с применением Дорзина, откуда грунт для проведения исследований поступает в Киев, где и разрабатываются грунтовые смеси и выдаются рекомендации по строительству. Намерения строить автодороги с применением Дорзина высказали заказчики из Иордании, Саудовской Аравии, Ганы и др.

Технология укрепления и стабилизации грунтов широко применяется по всему миру уже множество десятилетий, и показали значительное преимущество наряду с различными аналогами. Применение технологий возможно во всех климатических зонах Российской Федерации.

Для строительства основания **дороги - стабилизация и укрепление грунта** во многих случаях является наиболее выгодным и оперативным способом решения вопроса по многим экономическим критериям. **Стабилизация грунтов вяжущими веществами** помогает увеличить прочность местных грунтов, повысить их морозо- и водостойкость, улучшить физико-механические свойства грунтов. Преимуществом данного метода является то, что благодаря появлению новой специализированной техники и уникальных добавок он позволяет значительно упростить и ускорить процесс выполнения работ, сократить стоимость и сроки строительства и одновременно обеспечить получение оснований и покрытий с более длительным сроком сохранения их несущей способности и ровности.

**Различные методы стабилизации грунта широко используются:**

- При строительстве автомобильных дорог IV– V категории;
- ремонта и реконструкции существующих автодорог;

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						16
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- временных, технологических, вспомогательных и грунтовых дорог;
- автостоянок, парковок, складских и торговых центров и терминалов при создании прочных оснований под строительство объектов различных категорий;
- полигонов ТБО и опасных веществ;

Представляем Вашему вниманию инновационную технологию укрепления грунтов, разработанную ЗАО «Агентство Новых Технологий».

Технология разработана с учётом климатических особенностей Российской Федерации, а также требований её нормативных документов. Возможность использования местных материалов и низкая стоимость препарата позволяют сократить стоимость 1 м. дорожного полотна более чем на 30% относительно общепринятых технологий дорожного строительства. Высокие технические характеристики укрепленного грунта позволяют производить строительство технологических автодорог и площадок без устройства слоя покрытия. Применение данной технологии возможно на всех категориях автомобильных дорог, во всех климатических зонах. В зависимости от категории автодороги, применение технологии возможно как для устройства нижних и верхних слоёв основания, так и слоя покрытия.

Расход препарата составляет 20 литров на 150 м. уплотнённой грунтосмеси. Препарат разбавляется с необходимым количеством воды, требуемым для достижения показателя оптимальной влажности грунтосмеси. Для устройства 6000 м. автодороги V категории требуется всего 120 литров стабилизатора «ANT».

При строительстве автодорог V категории достаточно устройства слоя покрытия из укрепленного грунта толщиной 15 см. Несущая способность данной автодороги составит более 10 тон на ось автомобиля. В случае необходимости увеличения несущей способности дорожного полотна, производится устройство дополнительных слоёв укрепленного грунта, толщиной каждого не более 15 см.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17

Для увеличения показателей водостойкости и морозостойкости укрепленного грунта, рекомендуется применение различных минеральных наполнителей, таких как: неорганические вяжущие, промышленные и горнодобывающие отходы. В связи с тем, что общедоступным к использованию является портландцемент, рекомендуется его использование с нормой внесения 1-5% от массы сухого скелета грунта.

Для применения технологии «ANT» могут быть использованы различные типы грунтов, грунтосмесей, техногенных грунтов с числом пластичности от 1 до 12 (рекомендуемо). Для каждого объекта производится разработка технологического регламента на основании образцов грунта и минеральных наполнителей, что позволяет обеспечить высокие технические характеристики и минимизировать финансовые затраты.

Весь комплекс строительных работ с применением стабилизатора «ANT» производится на основании действующих на территории Российской Федерации нормативных документов. Для проведения работ могут быть использованы различные комплекты техники, а также различные методы технологических приёмов проведения работ. Остановимся на некоторых из них:

**Сравнительный анализ применения технологии укрепления грунтов «ANT» в сравнении с применением общепринятых технологий.**

**Строительство автомобильных дорог V категории во II-ой климатической зоне. (интенсивность движения - 500 авт./сут.)**

Строительство с применением технологий укрепления грунтов «ANT»	Строительство с применением общепринятых технологий (использование инертных материалов)
Толщина дорожной одежды < 0,2м	Толщина дорожной одежды > 0,6 м

Гарантийный срок эксплуатации 7 лет	Гарантийный срок эксплуатации 3 года
Расчётный срок эксплуатации 15 лет	Расчётный срок эксплуатации 10 лет
Скорость производства работ в смену > 2000 м?	Скорость производства работ в смену < 1000 м?
Сметная стоимость 1 км (2009г.): < 3 млн. руб.	Сметная стоимость 1 км (2009г.): >10 млн. руб.

### **Преимущества применения технологии стабилизации-укрепления грунтов:**

- Высокие физико-механические показатели укреплённых грунтов
- Снижение сметной стоимости дорожно-строительных работ от 30% до 70%
- Сокращение сроков производства работ более чем на 50%
- 100% экологическая безопасность проведения дорожно-строительных работ
- Общедоступность применения технологии

### **Стабилизация грунта и укрепление конструктивных слоев дорожной одежды методом смешения на месте**

Улучшение свойств грунта известью было известно человеку еще около 2000 лет назад. Первыми строителями, которые применяли молотую известь для стабилизации грунта земляного полотна дороги, были древние римляне. В СССР первые опытные работы по укреплению глинистых грунтов были проведены в 20-х годах прошлого столетия. Опытные участки были построены в 50-х годах. В настоящее время, учитывая растущую стоимость транспортных расходов, отсутствие или удаленность карьеров с пригодным грунтом, в ОАО «Татавтодор» принято решение использовать данную технологию. Первые работы по стабилизации грунтов известью были проведены на пробном участке в 2010 году. Широкое же применение в рамках организации стабилизация грунта известью методом смешения на месте получила с 2011 года. Стоимость технологии

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

стабилизации грунта известью в 2.5 раза меньше стоимости замены переувлажнённого грунта на пригодный с дальностью возки из карьера 5 км. В среднем за год силами ОАО «Татавтодор» стабилизируется около 250 000 квадратных метров земляного полотна.



Устройство слоев основания дорожной одежды, укрепленных цементом методом смешения на месте, применяется как более экономичный аналог щебеночному основанию. Впервые ОАО «Татавтодор» опробовало эту технологию в 2011 году на объекте «Подъезд к д.Малые Кокузы в Апастовском районе РТ», затем на объекте «Актаныш-Поисево-Кузякино в Актанышском р-не РТ», «Чистополь-Аксубаево-Нурлат-Чувашское Енорускино-Тарханка в Аксубаевском районе РТ», «Лаишево-Курманаково в Лаишевском р-не РТ» и др. Одним из преимуществ этого метода является сокращение технологических операций по устройству конструктивных слоев дорожной одежды. Технология одновременного устройства из ОПГС подстилающего слоя и слоя основания, укрепленного цементом методом смешения на месте, удешевляет стоимость 1 км дороги в среднем на 15-20%. Средний годовой объем выполняемых работ по укреплению цементом составляет более 150 000 квадратных метров.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**



Набор операций и механизмы, используемые в этих технологиях, схожи - на заранее профилированное основание распределяют цемент или известь прицепным распределителем Streumaster SW 10 с автоматической электронной системой дозировки, перемешивают регенератор-смесителем (ресайклер) «CATERPILLAR» RM-500 (350B) с добавлением необходимого количества воды, вновь профилируют и уплотняют.

### **Системы автоматического управления строительной техникой при возведении земляного полотна**

Как известно, при формировании земляного полотна с заданным проектным уклоном и отметками и возведении насыпей требуются многократные проходы грейдера или бульдозера для достижения желаемого результата. Постоянные недоработки, переделки и контроль качества влекут за собой задержки в выполнении работ и дополнительный расход горюче-смазочных материалов.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Одной из важных проблем является перерасход строительных материалов. Зачастую выходит, что асфальтобетона расходуется больше, чем планировалось по проекту. Одной из причин этого является неправильно подготовленное земляное основание дороги (неровности или несоответствие проекту). Рассмотрим простой пример, позволяющий оценить реальные затраты.

Полотно дороги состоит из трех основных слоев, верхний из которых – асфальтобетон – должен иметь толщину 120 мм. Сейчас точность формирования подготовительных слоев при использовании в работе стандартных автогрейдеров и бульдозеров составляет около +50 мм. И даже такая невысокая точность достигается большим количеством проходов техники с постоянным контролем после каждого прохода.

В результате различных неровностей и несоответствия проекту подстилающих слоев эквивалентная толщина асфальтобетона может достигать до 170 мм. Нетрудно подсчитать, что на 1 км дороги шириной 9 м придется дополнительно уложить примерно 450 м<sup>3</sup> этого материала.

В последнее время для формирования проектной поверхности, как дорог, так и других линейно-площадных объектов стали широко применять системы автоматического управления строительной техникой (САУ). Такие системы могут обеспечить точность формирования проектной поверхности до ±5 – 10 мм, а это уже не более 90 м<sup>3</sup> возможного перерасхода материала. Как мы видим, повышение точности работ приводит к существенной экономии (примерно \$10 тыс. на каждый километр дороги шириной 9 м при средней стоимости асфальтобетона около \$30 за 1 м<sup>3</sup>). Таким образом, установив на свою технику систему автоматического управления, уже через 15 – 20 км дороги вы полностью окупите не только ее, но и свой грейдер или бульдозер, только за счет реальной экономии материала.



					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		22

Системы автоматического управления грейдером или бульдозером используют разнообразные датчики для определения положения отвала относительно проектной поверхности. В случае отклонения система подает команду машинисту или сама автоматически изменяет положение отвала, управляя гидравликой машины. Можно определить три основных типа применяемых систем управления.



Компьютер системы Trimble SiteVision

**Простые индикаторные системы на основе лазерных приемников.** Самый простой вариант системы подразумевает использование в качестве проектной плоскости, создаваемую лазерным нивелиром. Приемник лазерного излучения, установленный на машине, фиксирует положение этой плоскости и индикаторными стрелками показывает оператору направление смещения отвала или ковша. Лазерная плоскость в зависимости от модели нивелира может задаваться как горизонтально, так и под определенным проектом уклоном.

**Автоматические системы контроля высоты и поперечного уклона отвала.** В такой системе совместно используются датчик поперечного наклона отвала, ультразвуковой или лазерный датчик, измеряющий высоту отвала и система автоматического управления гидравликой машины.

Одной из самых популярных систем автоматического управления является Trimble BladePro. Она может оснащаться различными датчиками положения отвала которые подключаются к панели управления, установленной в кабине машины. Панель управления сравнивает введенные проектные данные с информацией о текущем положении отвала, которое автоматически корректируется в соответствии с полученными результатами.



Панель управления системы BladePro

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

В базовой комплектации системы BladePro на отвал машины устанавливается датчик поперечного наклона, который позволяет быстро и точно формировать поверхность с заданным поперечным уклоном.

Для того, чтобы в автоматическом режиме не только формировать поперечный уклон, но и выдерживать определенную глубину резанья, на грейдер устанавливается один или два ультразвуковых датчика. Они крепятся на краю отвала и непрерывно измеряют расстояние до какой-либо опорной поверхности, например, бордюрного камня или слоя земляного полотна, созданного при предыдущем проходе машины. Также ультразвуковой датчик может измерять расстояние до натянутой струны. При этом режиме работы вы можете формировать практически любые поверхности: виражи, отгоны, вогнутые и выпуклые кривые.

Вместо ультразвукового датчика на машину может устанавливаться лазерный приемник. В этом случае в качестве опорной плоскости будет выступать уже не бордюрный камень или струна, а плоскость, создаваемая лазерным нивелиром. В зависимости от модели нивелира может задаваться как горизонтальная плоскость,



так и плоскость с определенным продольным и поперечным уклоном. Такая конфигурация системы обеспечивает быстрое и точное формирование поверхности, а кроме того, предоставляет дополнительные удобства в работе, например, не требуется создавать опорную поверхность или натягивать струну.

Приемник  
лазерного  
излучения

**3D автоматические системы.** 3D-системы объединяют в себе какую-либо из вышеописанных систем с датчиком планового положения самой машины. Они позволяют формировать не просто плоскость с заданным уклоном, а любую поверхность (вогнутые и выпуклые кривые, отгоны, виражи и т.д.) без предварительной разбивки, натягивания струны или любой другой разметки. Обычно такая система состоит из датчиков, определяющих наклон отвала и текущее положение машины в

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						24
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

пространстве. Плановое положение машины определяется с помощью следящей системы – электронного тахеометра Trimble ATS или GPS-приемников. Все полученные данные передаются в бортовой компьютер, установленный в кабине машины, где они сравниваются с проектными данными. Компьютер вычисляет расхождения и в случае необходимости передает команду гидравлической системе на изменение положения отвала. Машинисту остается только правильно вести машину, можно сказать «по приборам», и иногда посматривать на дорогу. К такому типу систем относятся **Trimble BladePro 3D** и **Trimble GPS SiteVision**.

Автоматические системы, описанные в этой статье, помогают увеличить точность и качество работ, сократить время и материалы, ускорить окупаемость техники и тем самым увеличить конкурентоспособность предприятия. Все эти типы систем уже давно используются в мире при проведении земляных работ. В последнее время и в нашей стране строительные фирмы стали использовать различные системы управления машинами, что позволит им в ближайшем будущем выйти на мировой уровень качества при строительстве автомобильных дорог.

### **Укрепление откосов с помощью объемной решетки**

Объемная георешётка - это трёхмерная конструкция, выполненная из полимерных или синтетических лент, состоящая из отдельных ячеек, скреплённых между собой.

Широкие возможности применения полимерных конструкций позволяют использовать их для стабилизации и укрепления поверхностей откосов водоёмов, берегов рек, дамб и валов и подпорных стенок земляных конструкций, но больше всего они востребованы в строительстве автомобильных дорог. Благодаря своей ячеистой структуре и качественным материалам изготовления, георешётки надёжно защищают откосы земляного полотна от эрозии, размывов и придают им необходимую устойчивость.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Использование объёмной георешётки в несколько раз повышает эксплуатационные свойства, надёжность элементов дорожных конструкций и качество проводимых работ.

Решение о возможности применения георешётки в строительстве дорог принимается на основе расчетов устойчивости насыпи земляного полотна и по результатам инженерно-геологических изысканий, которые подтверждают целесообразность использования объёмной геоконструкции.

Предпосылки использования георешётки возникают в нескольких случаях:

- Когда строительство земляного полотна планируется проводиться в стесненных условиях.
- Если есть требуется возведение высоких насыпей.
- При использовании в сооружении земляного полотна мало прочных грунтов.
- При крутизне заложения откосов от 5 до 45
- В том случае, если основание насыпи подвержены влиянию грунтовых вод.

Немаловажным фактором использования различных ячеистых конструкций является их выгодная экономическая составляющая. Их цена более демократична по сравнению с использованием бетонных конструкций. Применение георешётки не требуют высоких транспортных расходов и монтируются с минимумом специальной техники.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						26
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Используя геосетку, можно значительно сократить сроки строительства, снизить расход строительных материалов и уменьшить объемы земляных работ.

На подбор подходящей георешётки оказывают влияние несколько факторов.

- Крутизна заложения откоса насыпи
- Тип наполнителя
- Вид основного грунта
- Прогнозируемые нагрузки на грунтовую конструкцию.



Наиболее популярными являются изделия с размером ячейки 210\*210мм. С высотой 100мм.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Лист

27

Для более качественного и эффективного подбора необходимой полимерной конструкции лучше всего обратиться за помощью в любую компанию по проектированию дорог. Специалисты проектных организаций проводят все необходимые расчёты, составляют сметы и предлагают наилучший вариант использования полимерной сетки.

#### Монтаж.

При монтаже модульных решёток применяются металлические анкеры, специальные скобы и тросы из полимерных материалов.

1. Перед началом монтажа, необходимо уплотнить требуемый участок насыпи и организовать крепления краёв решётки у подошвы и бровки откоса. Для этого наносится специальная разметка границ укладываемых секций и вдоль бровки, и на расстоянии 0,5м. друг от друга устанавливаются металлические анкеры.
2. При необходимости, перед георешёткой размещается специальный геотекстиль (обратный фильтр) для защиты от воздействия грунтовых вод.
3. Затем крайние ячейки надевают на анкеры и растягивают георешётку по всей стенке насыпи, закрепляя её на противоположной стороне.
4. Соседние секции изначально тоже закрепляются с помощью анкеров, а затем надёжно соединяются специальными скобами с помощью степлера. Для повышенной надёжности конструкции каждую ячейку скрепляют по высоте в нескольких местах.
5. Возможен дополнительный вариант крепления с помощью синтетических тросов. Когда через сложенные ячейки продевают тросы, затем растягивают конструкцию также при помощи анкеров.
6. Укладку грунта производят с помощью специальной техники, а последующую планировку осуществляют, вручную, применяя ручные трамбовки.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## **Геотекстиль.**

Когда существует вероятность влияния на откосы грунтовых вод, рекомендуется создать под георешёткой защитный слой из специальных современных материалов. В этом случае грунтовые воды не смогут проникнуть на поверхность и повредить конструкцию откосов. Геотекстиль также может являться прослойкой между грунтовым основанием откоса и георешёткой, чтобы ни георешётка, ни её наполнитель не уходили в грунт. Из огромного количества представленных на рынке вариантов геотекстиля, наибольшей популярностью пользуется иглопробивной нетканый материал с плотностью 200 г/кв.м.

Для определения необходимого качества геотекстиля лучше всего обратиться в проектные организации. Они проведут исследования и выберут наиболее подходящий по цене и качеству вид защитного материала.

## **Фиксация анкерами.**

Анкеры – это скобы из металлических стержней диаметром 3 - 10 мм (Г – образной формы), длиной от 20 до 100 см. Подоснову анкеруют малыми скобами, а георешетку – длинными (от 40 до 100 см), в зависимости от прочности фиксации в грунте земляного полотна. При этом часть длины анкера (нагеля) учитывает высоту ребра закрепляемой георешетки. Расстояние между анкерами не более 0,5м. Крепление выполняют для фиксирования модулей георешетки, а также во избежание смещения геоматериала при воздействии ветра или осадков, при укладке и выравнивании верхнего слоя, а также для сохранения небольшого натяжения уложенного материала.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						29
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



В зависимости от угла заложения откоса, его грунтового состава и материала заполнения ячеек, подбирается необходимая длина анкера.

### *Скрепление скобами.*

Для наилучшей фиксации модули между собой могут соединяться скобами, для этого применяют специализированные пневматические или ручные степлеры. Отдельные модули соединяются между собой специальными скобами по всей высоте ячейки. Такой способ крепления является наиболее эффективным и позволяет максимально растянуть решётку перед заполнением.

Ячейки объёмной георешётки заполняются различными сыпучими смесями, рекомендованными в специальном проекте строительства. Для большей прочности и стабилизации откосов используют различные сыпучие смеси из песка, щебня, ПГС и бетона, а для озеленения поверхности применяют плодородный грунт с семенами необходимой растительности. Возможные варианты сочетания материалов прорабатываются ещё на этапе проектирования строительства.

Чтобы облегчить процесс дренажа грунтовых и атмосферных вод, стенки рёбер ячеек георешётки могут выпускаться с перфорацией. Для таких перфорированных

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

изделий подойдёт использование крупнозернистых заполнителей, к примеру, щебня.

Очень часто поверхность ячеек производится с шероховатостями, чтобы увеличить сцепление между её стенками и необходимым наполнителем. Это особенно эффективно при использовании песочных мелкозернистых смесей. Здесь целесообразно будет использовать изделия без перфорации.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						31
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

### 3. Ремонт и реконструкция дорожных одежд автомобильных дорог

#### Горячая регенерация асфальтобетонных покрытий

В зарубежной литературе регенерация асфальтобетонных покрытий определяется термином «рисайклинг». По месту осуществления регенерации различают два метода:

- 1) рисайклинг на заводе;
- 2) рисайклинг на дороге.

Технологический поток регенерации на заводе имеет следующий вид (рис. 4.1):

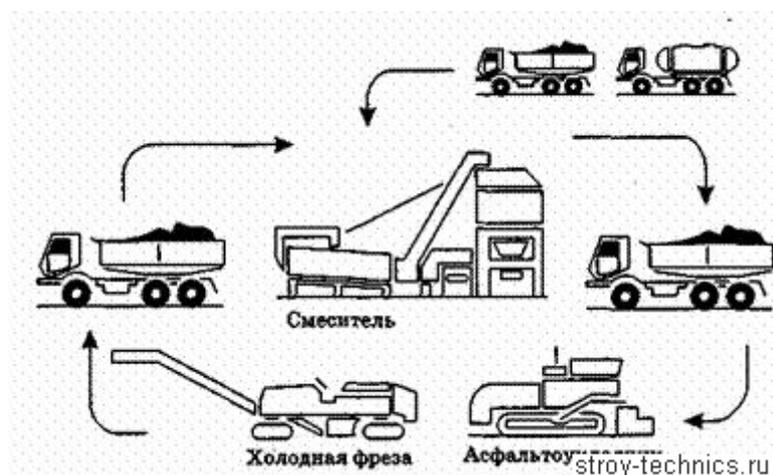


Рис. 3.1. Поток материалов при рисайклинге на заводе

- 1) снятие старого покрытия холодным или горячим фрезерованием или разломом;
- 2) доставка автотранспортом старого материала на передвижной или стационарный асфальтобетонный завод;
- 3) приготовление новой асфальтобетонной смеси из материала старого покрытия с добавлением каменного материала и битума в соответствии с требованиями рецептуры;
- 4) доставка новой асфальтобетонной смеси автотранспортом на ремонтируемый участок;
- 5) распределение асфальтобетона асфальтоукладчиком;
- 6) уплотнение.

Снятие старого покрытия целесообразно осуществлять с помощью фрез фирмы «Виртген» (Wirtgen).

Сфрезерованный и измельченный до гранулята асфальтобетон автотранспортом доставляется на стационарный или передвижной асфальтобетонный завод. Там в строгом соответствии с разработанными рецептами готовится новая асфальтобетонная смесь с добавлением каменного материала и битума.

Готовый горячий асфальтобетон необходимо доставить на строительную площадку. Автотранспорт, предназначенный для транспортировки горячей асфальтобетонной смеси, должен быть оборудован тентами для обеспечения сохранения предусмотренной технологией температуры смеси.

Распределение и уплотнение доставленной смеси осуществляется по традиционной технологии с использованием современных асфальтоукладчиков («Vogel», «Dinapak») и пневмо- и гладковальцовых катков.

Технологический поток регенерации на дороге производится специальной машиной-ремиксером. За один рабочий ход материал старого покрытия нагревается, перерабатывается с добавлением или без добавления нового материала, распределяется и уплотняется (рис. 4.2).

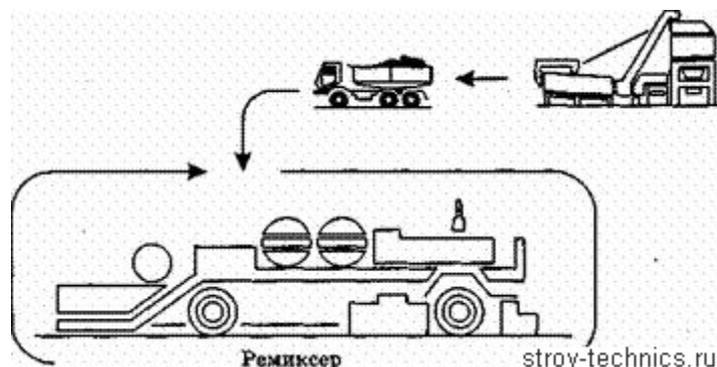


Рис. 3.2. Поток материалов при рисайклинге на рабочей площадке

Существует четыре группы машин для осуществления горячего рисайк-линга на дороге:

- 1) ремиксер для швов 300 используется для закрытия растрескавшихся швов на старом покрывании;
- 2) миниремиксер-1000 предназначен для восстановления участков дорог малой площади;

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		33

3) ремиксер-2500 снабжен системой «варио», позволяющей рыхлить старое покрытие и укладывать новое, и используется для ремонта полос дороги шириной до 2,5 м;

4) ремиксер-4500 предназначен для полного восстановления дорог шириной до 4,5 м за один рабочий проход.

При восстановлении дорог ремиксером-4500 могут быть использованы четыре способа (метода) регенерации:

1. Метод Reshape (Reform) — профилировка.
2. Метод Repave — профилировка с восстановлением слоя износа.
3. Метод Remix — профилировка с изменением структуры покрытия.
4. Метод Remix-Plus — профилировка с изменением состава смеси и устройством слоя износа.

### **Холодный рисайклинг**

Технология холодного рисайклинга позволяет добиться повторного максимального использования материалов существующего покрытия при восстановлении автомобильных дорог.

Использование метода холодного рисайклинга исключает необходимость транспортировки старого сфрезерованного материала в отвалы, устраняются дополнительные помехи дорожному движению со стороны большегрузных автомобилей, которые были бы задействованы на транспортировке снятого материала. С другой стороны, использование холодного рисайклинга уменьшает количество применяемых новых материалов по сравнению с обычными способами ремонта.

Кроме экономических преимуществ, холодный рисайклинг оказывает минимальное воздействие на окружающую среду.

При ремонте дорожной одежды возможно использование двух вариантов холодного рисайклинга.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						34
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Выбор возможного варианта применения холодного рисайклинга осуществляется на основе расчета конструкции дорожной одежды под перспективную нагрузку.

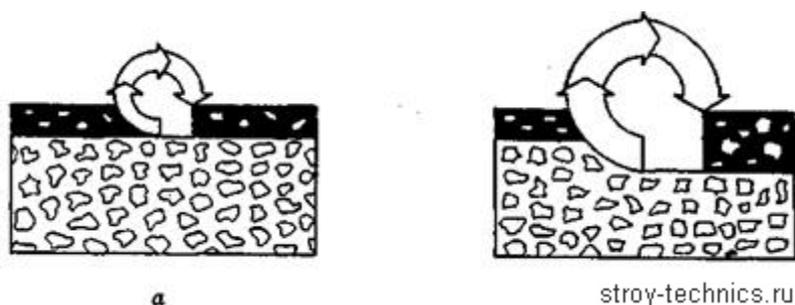


Рис. 3.8. Возможные варианты холодного рисайклинга: а — рисайклинг укрепленного слоя дорожной одежды; б — рисайклинг укрепленного и неукрепленного слоев дорожной одежды

Холодный рисайклинг может использоваться на дорогах с разными типами покрытий: гравийных, щебеночных неукрепленных, черных щебеночных покрытиях, асфальтобетонных покрытиях. При холодном рисайклинге существующая дорожная одежда сфрезеровывается, измельчается и до 100% материала неукрепленных и укрепленных слоев используется для устройства новой дорожной одежды.

Новая смесь приготавливается из старого материала с добавлением при необходимости недостающих фракций минеральных материалов и вяжущего прямо на автомобильной дороге за один рабочий ход рисайклера.

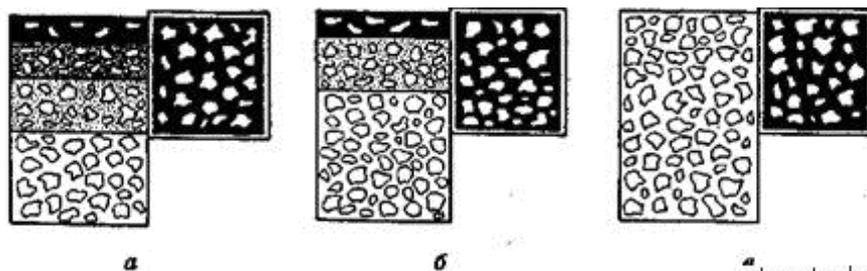
Высоких прочностных качеств отремонтированных покрытий добиваются за счет использования комплексного вяжущего при приготовлении новой смеси цемента и битумной эмульсии. Иногда возможно использование вспененных битумов и извести.

Цемент и битумная эмульсия в качестве вяжущих используются благодаря их преимуществ: предотвращается склонность смесей, приготовленных только с добавкой цемента, к трещинообразованию, а битумные эмульсии придают покрытию необходимую упругость.

Слои, полученные с помощью холодного рисайклинга, могут использоваться как покрытие на дорогах с малой интенсивностью движения или в качестве основания.

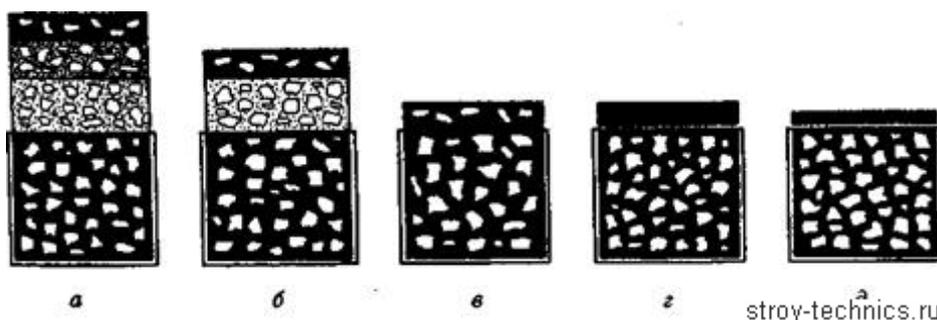
Для образования основания возможна обработка укрепленных слоев; укрепленных и неукрепленных слоев и переработка неукрепленных материалов (рис. 4.10).

На дорогах с высокой интенсивностью движения целесообразно поверх переработанного слоя рисайклинга в зависимости от потребности устраивать сверху поверхностную обработку, укладывать тонкий слой холодного асфальтобетона, можно использовать другие конструкции (рис. 4.11).



stroy-technics.ru

Рис. 3.9. Возможные конструкции оснований дорожной одежды: а — рисайклинг укрепленных слоев; б — рисайклинг укрепленных и неукрепленных слоев; в — рисайклинг неукрепленных слоев неукрепленного



stroy-technics.ru

Рис. 3.10. Возможные конструкции дорожной одежды со слоем рисайклинга в основании: а — укладка сверху дополнительного слоя; б — укладка сверху биндера и покрытия; в — укладка сверху покрытия; г — укладка сверху тонкослойного асфальтобетона; д — устройство сверху поверхностной обработки

В зависимости от ширины захвата рабочей поверхности различают три типа рисайклеров:

- 1) рисайклер 1000CR;
- 2) рисайклер 2100DCR;
- 3) рисайклер CR4500.

Технология переработки покрытия рисайклером 1000CR следующая: снимаемый слой покрытия измельчается до гранулята, который строго дозируется для приготовления новой смеси; добавляется битумная эмульсия; все тщательно

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Лист

36

перемешивается на месте и снова укладывается. Уплотнение производится в два приема: уплотняющим брусом и катком.

Окончательное уплотнение должно производиться 7-9-тонным гладко-вальцовым катком, оснащенный системой виброуплотнения.

Рекомендуемая схема технологического потока показана на рис. 4.12.

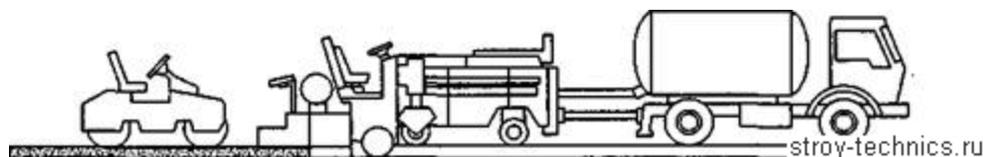


Рис. 3.11. Схема потока материалов при восстановлении дорожной одежды рисайклером 1000CR

Технологические операции, выполняемые при восстановлении покрытия рисайклером 2100DCR, следующие:

- 1) фрезерование, рыхление и гранулирование материала покрытия;
- 2) разбрызгивание эмульсии и воды;
- 3) тщательное перемешивание;
- 4) распределение смеси;
- 5) укладка, профилирование и предварительное уплотнение;
- 6) окончательное уплотнение.

Если исследование существующего покрытия выявит недостаток в нем каменных материалов определенных фракций, то необходимо произвести их предварительное распределение по поверхности ремонтируемого покрытия перед рисайклером. Распределение щебня, как правило, осуществляется автогрейдером, цемента, необходимого по рецептуре, — с помощью специальных цементовозов.

Рисайклер 2100DCR оснащен прижимными устройствами, которые предотвращают образование глыб при фрезеровании даже при наличии глубоких трещин в снимаемом покрытии или слабой связи битумных слоев между собой.

Дополнительно распределяемый цемент, минеральный материал и сфрезерованный материал существующего покрытия интенсивно перемешиваются фрезерным барабаном.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Точность дозирования воды и эмульсии обеспечена применением микропроцессорной системы управления. При одновременном использовании воды и эмульсии на машине монтируются два дозатора.

Высокое качество укладки восстановленного материала даже на закруглениях малого радиуса обеспечивается, встроенным раздвижным уплотняющим рабочим органом, который гарантирует требуемое профилирование слоя. Возможности системы позволяют формировать двускатный профиль восстанавливаемого покрытия.

Системы рисайклера позволяют добиться высокой степени предварительного уплотнения.

Окончательное уплотнение восстановленного покрытия осуществляется по традиционной технологии. Для этого в зависимости от требуемого давления при статическом уплотнении применяются тяжелые пневмоколесные катки, пневмогладковальцовые катки, двухвальцовые виброкатки. Движение по новому покрытию может осуществляться сразу после укатки.

При регенерировании дорожной одежды на всю ширину с помощью рисайклера CR4500 технологическая цепочка несколько усложняется: материал покрытия на всю глубину рисайклинга сфрезеровывается дорожной фрезой и распределяется автогрейдером.

Возможно использование двух вариантов технологических цепочек (рис. 4.13): – рисайклинга с добавкой минеральных материалов; а рисайклинга без добавки минеральных материалов.

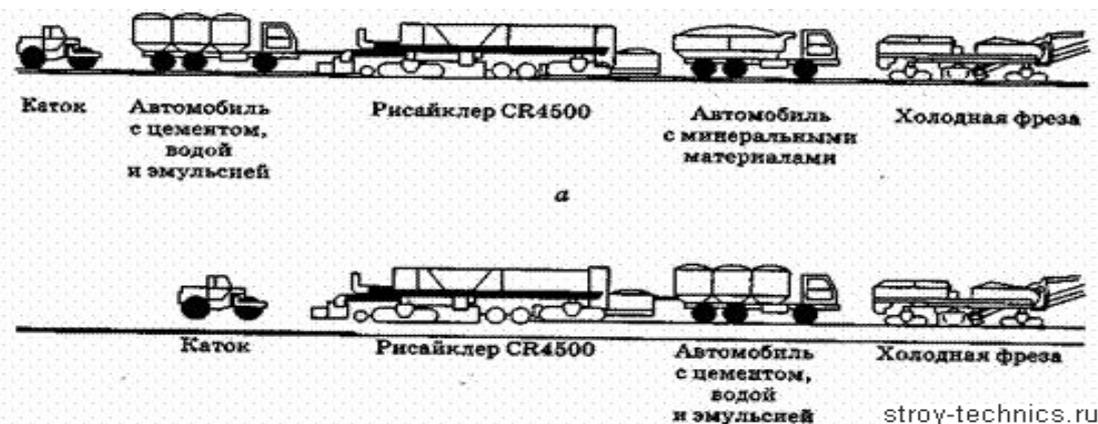


Рис. 3.12. Машины для рисайклинга: а — с добавкой минеральных материалов; б — без добавки минеральных материалов

Автомобиль с запасом материалов может находиться впереди, сзади или сбоку рисайклера.

При такой технологической цепочке отсутствует необходимость предварительного распределения цемента и минеральных материалов. Добавка недостающих фракций минеральной части позволяет целенаправленно улучшать скелет покрытия.

Добавляемый в смесь цемент тщательно дозируется при подаче из встроенного в рисайклер бункера в смеситель, где смешивается с водой для получения суспензии. Это предотвращает ошибки дозирования при распределении цемента непосредственно по поверхности дороги. Кроме того, закрытая система : подготовки суспензии предотвращает образование пыли независимо от погодных условий, что является дополнительным преимуществом по сравнению с другими машинами, и способствует защите окружающей среды.

Высокое качество и однородность смеси обеспечиваются интенсивным перемешиванием в смесителе принудительного действия.

Высокопроизводительный уплотняющий рабочий орган обеспечивает высокое предварительное уплотнение смеси даже при максимальной ширине укладки.

Окончательное уплотнение уложенного рисайклером слоя осуществляется по традиционной технологии.

### **Устройство тонкослойных асфальтобетонов**

Наиболее распространенной в настоящее время технологией устройства тонкослойного асфальтобетона является технология «Эвродит» (английское название «Новочип»).

Применение технологии тонкослойных асфальтобетонов — это попытка устранить недостатки поверхностных обработок при сохранении их основных преимуществ.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						39
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Поверхностные обработки устраивают как изоляционные слои и слои износа на покрытиях автомобильных дорог, что обеспечивает хорошие сцепные качества колес автомобилей с покрытиями. Однако поверхностные обработки не устраняют погрешности (неровности) профиля, а качество зависит от погодных условий и всегда есть риск выброса каменных материалов.

Тонкослойные покрытия «новочип» позволяют сохранить достоинства поверхностных обработок (хорошие изолирующие и сцепные качества) и устранить указанные выше недостатки (рис. 4.14).

Новочип (эвродит) — сверхтонкое покрытие, наносимое на горячую и состоящее из связывающего компонента, покрытого наполнителем, предварительно обработанным вяжущим. Толщина покрытия составляет от 10 до 20 мм при размере фракций заполнителя 0/5; 3/5; 5/8; 8/12 мм.

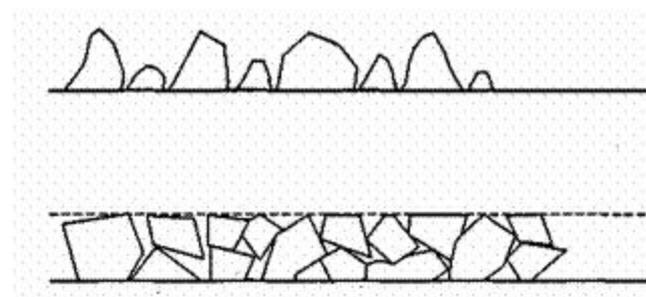


Рис. 3.13. Поверхность твердого покрытия: а — поверхностная обработка; б — слой «новочип»

Устройство связывающего слоя «инэфас» (розлив вяжущего) и нанесение гранул ята производится одновременно специальными машинами «Эвродит» («Новочип») или финишерами с интегрированной рампой.

Распределение слоя «новочип» осуществляется на большой скорости: 12-20 м/мин — специальными машинами и 10-15 м/мин — финишерами с интегрированной рампой. После нанесения слой уплотняется. Предварительное уплотнение осуществляется уплотнительной системой комбайна, окончательное уплотнение должно быть активным, целесообразно использовать виб-ропневмокатки. Через 40 минут, после полного остывания, покрытие готово к использованию.

Перед устройством слоя «новочип» покрытие должно быть подготовлено: устранены деформации, если необходимо, должна быть проведена репрофилировка.

Каменный гранулят обрабатывается нагорячую в стационарных установках и доставляется на строительную площадку. Примерный состав материала защитного слоя следующий: щебень (фракции 0/5; 3/5; 5/7; 5/8; 8/12) — 70-80%; песок (0/2; 0/3) с порошковыми добавками — 4-6%; вяжущее — 5-6%. В качестве вяжущего в защитном слое чаще всего используется чистый битум. В случае сильных транспортных нагрузок может быть использован полимерный битум (битуластик Е). Кроме того, для повышения сцепления каменного материала с битумом в состав приготавливаемой смеси может вводиться известь и полимерная крошка из нетканых материалов.

Из песка и вяжущего готовится мастика, которой обрабатывается нагорячую мелкий щебень. Получаемая смесь представляет собой асфальтобетон для технологии «Новочип».

Слой сцепления (инефас) устраивается, как правило, из эластомерной битумной эмульсии с дозировкой 0,6-1,5 кг/м<sup>2</sup>, т.е. 0,4-1,0 кг/м<sup>2</sup> остаточного связывающего компонента.

Обработка мелкофракционного щебня мастикой обеспечивает прочное сцепление гранул между собой и позволяет перераспределение материала на места с впадинами, т.е. некоторое репрофилирование. Нанесение гранулята нагорячую на елой «инефас», распределенный несколькими секундами раньше, гарантирует его превосходное закрепление, отсутствие выброса каменного материала.

Производительность комбайнов по укладке слоя «новочип» составляет 10 000 м<sup>2</sup> в смену.

Исследование участков дорог с покрытием, устроенным по методу «Новочип» показало, что такие покрытия обладают прекрасными эксплуатационными

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						41
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

качествами. Пленка вяжущего слоя «инефас» обеспечивает функции сцепления и непроницаемости.

Макроструктура поверхности слоя «новочип» открытая, шероховатая и равномерная, средняя глубина шероховатости 1,3-1,8 мм, что позволяет такому покрытию выполнять функции поверхностного дренажа и обеспечивать хорошее сцепление колес автомобилей с покрытием.

Технологию «Новочип» целесообразно применять для восстановления сцепных качеств покрытий автомобильных дорог и в качестве слоя износа.

Новочип — тонкослойное покрытие, поэтому не имеет структурного эффекта и не пригоден для дорог, утративших несущую способность.

Кроме горячих технологий в области тонкослойных асфальтобетонов в настоящее время начали использовать холодные технологии. Примером может служить технология «Сларесил» по устройству тонкослойных асфальтобетонов из холодных асфальтобетонных смесей. Приготовление и укладка асфальтобетона осуществляется специализированной машиной, оснащенной емкостями для воды, битумной эмульсии, цемента и минерального заполнителя (щебня). Толщина укладываемого слоя от 0,5 см до 2,5 см в зависимости от ширины устраиваемого слоя (от 2,5 до 3,5 м), производительность машины — от 20 до 30 пог. м в минуту. При использовании технологии «Сларесил» операции подгрунтовки и уплотнения отсутствуют.

Макроструктура слоя «сларесил» аналогична поверхности покрытия, устроенного по технологии «Новочип», и обеспечивает прекрасные сцепные качества с колесами автомобилей. Движение по отремонтированному участку можно открывать сразу после распада битумной эмульсии, через 30-40 минут.

### **Технологии ремонта с использованием битумных эмульсий**

Любое покрытие автомобильной дороги в процессе эксплуатации изнашивается от истирания под автомобильными колесами и воздействия погодно-

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

климатических условий. Для защиты несущего основания от разрушения принято использовать поверхностные обработки.

Традиционная технология устройства поверхностных обработок предусматривает использование битумов. В настоящее время все большее распространение находят битумные эмульсии. Условия обработки поверхности следующие: покрытие должно быть сухим и чистым. Незначительная влажность на обрабатываемом покрытии допустима, но при образовании сплошной водяной пленки (во время дождя) работы рекомендуется приостановить. Сроки проведения работ регламентируются температурным интервалом использования битумных эмульсий в теплое время года.

Перед устройством поверхностной обработки необходимо провести ямочный ремонт, залить трещины.

Используются одиночные и двойные поверхностные обработки. Технология обработки покрытия практически не отличается от традиционно используемых: по поверхности разбрызгивается битумная эмульсия и распределяется мелкий щебень.

При одиночной поверхностной обработке по покрытию разбрызгивается битумная эмульсия (1,6-2,0 кг/м<sup>2</sup>) и производится россыпь щебня фракций 5-8 мм и 8-11 мм, а затем укатка пневмокатком.

Если на ремонтируемом покрытии имеются трещины, то рекомендуется устраивать двойную поверхностную обработку. Существует два способа выполнения двойной поверхностной обработки.

В первом случае работы проводятся следующим образом:

1. Осуществляется разлив битумной эмульсии с нормой 1,0-1,3 кг/м<sup>2</sup>.
2. Распределяется щебень фракций 8-11 мм или 11-16 мм.
3. Проводится второй разлив вяжущего материала с нормой распределения 1,6-2,0 кг/м<sup>2</sup>.
4. Россыпь мелкого щебня фракций 2-4 мм или 4-8 мм.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						43
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Другой способ выполнения двойной поверхностной обработки предусматривает одноразовое нанесение битумной эмульсии с нормой расхода 2,0-2,3 кг/м<sup>2</sup> и двойное распределение щебня. Вначале рассыпается щебень фракций 8-11 мм или 11-16 мм, а избыток вяжущего устраняется за счет второго распределения уже более мелкой фракции щебня 2-4 мм.

Использование щебня разных фракций позволяет добиться расклинцов-ки, что значительно повышает сопротивляемость получаемых поверхностных обработок механическим нагрузкам.

На участках, где поверхностная обработка устроена с использованием битумной эмульсии, движение можно открывать после ее распада и твердения.

Для выполнения поверхностных обработок рекомендуется использовать битумные эмульсии с содержанием битума 65-70%.

Норма расхода щебня при одиночной поверхностной обработке составляет 12-18 кг/м<sup>2</sup>; при двойной: – крупного щебня фракций 8-11 мм или 11-16 мм — 12-15 кг/м<sup>2</sup>; – мелкого щебня фракции 2-4 мм — 8-10 кг/м<sup>2</sup>.

Разбрызгивание битумной эмульсии должно производиться в теплом состоянии, примерно 50-70 °С. Для набрызгивания битумной эмульсии на поверхность обычно используются установки широкого разбрызгивания (битуморас-пределитель Sheofer HLS14000) производительностью до 20 000 м<sup>2</sup>.

Технологический поток для устройства поверхностной обработки должен включать в себя следующие машины:

- 1) поливомоечную машину для очистки поверхности перед началом поверхностной обработки и уборки оставшегося щебня после укатки;
- 2) широкую разбрызгивающую установку для равномерного набрызгивания битумной эмульсии на покрытие;
- 3) машину для россыпи щебня (самоходная или прицепная);
- 4) пневмокаток.

Для обеспечения высокого качества поверхностной обработки очень важны тщательная подготовка и правильное обслуживание машин. Должно быть

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

определено и согласовано дозирование битумной эмульсии с размером фракции используемого щебня. Расход щебня и вяжущего необходимо строго контролировать.

Для того чтобы щебень попадал на еще не распавшуюся битумную эмульсию, строго нормируется расстояние между разбрызгивающей машиной и щебне-распределителем (не более 20 м). Для создания закрытого слоя щебня обязательна укатка поверхностной обработки пневмокатком.

### **Защитные слои холодного асфальтобетона**

Если на ремонтируемом покрытии образовалась колея, то рекомендуется устраивать защитные слои из холодного асфальтобетона.

Холодная асфальтобетонная смесь приготавливается в специальных машинах, которые производят и укладку асфальтобетона. Эти машины снабжены контейнерами для минеральной части, битумной эмульсии, воды и добавок (цемента).

Дозирование заполнителей осуществляется по объему. Процесс приготовления смеси непрерывный. Из смесителя холодный асфальтобетон подается в распределительный отсек, в котором перемешивается и разравнивается по ремонтируемому покрытию на нужную толщину слоя. После распада и схватывания битумной эмульсии отремонтированное покрытие готово к эксплуатации.

В технологической цепочке по устройству покрытия из холодного асфальтобетона используются три машины:

- 1) поливомоечная машина для очистки основания;
- 2) специальная машина для приготовления и укладки холодного асфальтобетона;
- 3) погрузчик для загрузки каменных материалов.

Отдельная операция по уплотнению слоя холодного асфальтобетона, как правило, не производится, доуплотнение слоя происходит от транспортной нагрузки. Для приготовления холодного асфальтобетона используются

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

минеральные материалы фракции 0-3 мм или 0-11 мм. Применение каменного материала такого размера позволяет устраивать защитные слои от 5 до 20 мм.

Доля битумной эмульсии в холодном асфальтобетоне составляет 7-8%. Для регулирования времени схватывания эмульсии рекомендуется добавлять до 2% цемента.

### **Сцепление конструктивных слоев**

При капитальном ремонте асфальтобетонных покрытий путем устройства нового слоя асфальтобетона одной из основных задач является достижение надежного сцепления нового слоя с существующим покрытием. Надежное сцепление между конструктивными слоями обеспечит сдвигоустойчивость и равномерное распределение вертикальной нагрузки на все слои дорожной одежды.

В настоящее время для этих целей практикуется предварительный разлив битумной эмульсии с растворителем (иногда их называют сцепляющим клеем). Эмульсии настолько жидкие, что даже незначительные количества распределяются равномерно. При разбрызгивании эмульсии с растворителем одновременно происходит растворение поверхностной пленки на существующем асфальтобетоне, что также улучшает сцепление. Если производить активацию обрабатываемого покрытия, то склеивание можно производить и в сырых местах.

Распределение битумной эмульсии и образование равномерной пленки достигается за счет использования специальных машин с разбрызгивающей балкой. Малые поверхности или подъезды к автомагистралям обрабатываются ручными разбрызгивателями.

Набрызгивание битумной эмульсии нужно производить заблаговременно, а укладку смеси нового асфальтобетона — после испарения воды и растворителя из сцепляющего клея. Визуально это определяется по изменению цвета распределенной поверхности эмульсии с коричневого на черный.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Распределение битумной эмульсии по мокрому асфальтобетону производить не рекомендуется, так как значительно увеличивается время испарения.

В качестве сцепляющего клея используются, как правило, 40% или 60% битумные эмульсии расходом 0,2-0,5 кг/м<sup>2</sup>.

### **Щебень, обработанный по способу пропитки**

Для дорог низких технических категорий можно использовать дорожные одежды с покрытиями переходного типа (черного щебня). В этом случае можно предложить специальный метод устройства слоя щебня, обработанного по способу пропитки битумной эмульсией.

Технология устройства такого покрытия следующая:

- 1) распределение щебня фракции 32/45 мм с расходом 120 кг/м<sup>2</sup>;
- 2) укатка распределенных слоев щебня;
- 3) расклинка щебнем фракции 11/22 мм с расходом 15 кг/м<sup>2</sup>;
- 4) укатка распределенных слоев щебня;
- 5) пропитка битумной эмульсией с расходом 1,5 кг/м<sup>2</sup>;
- 6) россыпь щебня фракции 8/11 с расходом 15 кг/м<sup>2</sup>;
- 7) укатка;
- 8) вторая пропитка битумной эмульсией с расходом 2 кг/м<sup>2</sup>;
- 9) россыпь щебня фракции 5/8 мм с расходом 10 кг/м<sup>2</sup>; 10) окончательная укатка.

Для осуществления предлагаемой технологии используются щебнераспределители, распределители битумной эмульсии, пневмокатки.

Для пропитки рекомендуется использовать 65-70% битумные эмульсии.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА)



За последние годы на автомобильных дорогах существенно возросло количество тяжелого грузового транспорта. Следовательно, возросли и нагрузки, воспринимаемые дорожным покрытием. Одним из материалов, отвечающих современным требованиям, является щебеночно-мастичный асфальтобетон, разработанный в 60-х годах в Германии и нашедший широкое применение во многих зарубежных странах при устройстве верхних слоев дорожных покрытий. Европейский опыт свидетельствует: срок службы покрытий из ЩМА может достигать 20 и более лет. В последние годы и в России щебеночно-мастичный асфальтобетон находит применение на трассах с интенсивным движением, на автомобильных дорогах I и II технической категории.

ЩМА – разновидность горячего асфальтобетона, обеспечивающая одновременно водонепроницаемость, сдвигоустойчивость (сопротивление колееобразованию), шероховатость покрытия. Состав ЩМА: фракционный прочный кубовидный щебень (70 - 80% по массе), песок из отсевов дробления горных пород, минеральный порошок, битумное вяжущее, стабилизирующая добавка (целлюлозные волокна).

Основное отличие ЩМА от обычных асфальтобетонов заключается в его жесткой каркасной структуре в слое покрытия. Такая структура обеспечивает передачу нагрузки с поверхности в нижележащие слои через непосредственно контактирующие друг с другом отдельные крупные частицы каменного материала. Тем самым достигается существенное снижение деформации как в продольном, так и в поперечном направлении.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Основные преимущества ЩМА: повышение коэффициента сцепления колес с дорогой, износостойкость, в том числе к действию шипованных шин, повышенная водо- и морозостойкость, эрозионная стойкость, большая устойчивость к старению и к усталостным трещинам, снижение уровня шума при движении автомобиля, снижение затрат на содержание и ремонт дорог в 2 - 4 раза.

ОАО «Дорожный сервис РТ» освоило технологию устройства дорожного покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона в 2003 году. Среднегодовой объем укладки щебеночно-мастичного асфальтобетона в компании Татавтодор составляет более 500 000 квадратных метров.



### Тонкослойное покрытие из ЩМАс-5

Автомобильные дороги общего пользования Республики Татарстан, за исключением опорной сети федерального и регионального значения, имеют низкую интенсивность движения и небольшую грузонапряженность. Исходя из этого, основополагающим фактором разрушения покрытия таких дорог являются не недостаточная несущая способность конструкции дорожных одежд, а старение, уменьшение жизненного цикла самого верхнего слоя, связанного с климатическими воздействиями, такими, как высокие или низкие температуры окружающей среды, влажность, солнечная радиация и другие. Эти проблемы могут решаться с использованием ЩМА смеси для устройства верхнего слоя

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

покрытия, которая служит защитой конструктивных слоев дорожной одежды от воздействия внешних агрессивных факторов, придает дополнительную жесткость конструкции, а значит, увеличивает срок службы и межремонтный интервал автомобильных дорог.

Учитывая преимущества ЩМА смесей, а также актуальную в настоящее время необходимость снижения стоимости КДО автодорог с низкой интенсивностью движения (IV-V –й технической категории), но с обязательным сохранением необходимых эксплуатационных требований, для устройства верхнего слоя покрытия было предложено заменить плотную мелкозернистую асфальтобетонную смесь Тип - Б, 2-М толщиной - 4 см на тонкослойное покрытие из ЩМАС-5 толщиной 2 см. При этом стоимость конструкции дорожной одежды, по сравнению с типовыми решениями, снизилась на 12%.

ЩМАС-5 представляет самостоятельную разновидность щебеночно-мастичного асфальтобетона. Отличается от других типов смесей, прежде всего, составом и областью применения. Состав данного материала выражается в содержании зерен выше 5 мм в количестве 15-20% от массы для обеспечения требуемой шероховатости поверхности устраиваемого асфальтобетона. Но отличительной особенностью от других типов является использование самостоятельной разновидности минерального материала – фракционированного песка из отсева дробления щебня фракции свыше 2,5 до 5 мм, который составляет 60-70% от массы смеси.

Структура ЩМА-5 оптимально сочетает максимальную жесткость при сжатии и сдвиге, а также одновременно отличную податливость и высокую деформативность при растяжении. Данные реологические свойства особенно важны для обеспечения сдвигоустойчивости и трещиностойкости дорожных покрытий в условиях напряженно-деформированного состояния конструктивных

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

слоев при эксплуатации. Эти физико-механические свойства придают ЩМА-5 значительные преимущества по сравнению с обычными асфальтами.



Работы по устройству тонкослойного покрытия из этой смеси были произведены на следующих объектах:

- Ремонт автодороги «Подъезд к с. Мурали» в Кайбицком районе РТ в августе 2014 года;
- Ремонт автодороги Чистополь-Аксубаево-Нурлат-Нижняя Баланда-Новая Александровка-Кривоозерки в Аксубаевском районе РТ в июле 2015 года;
- Ремонт автодороги «Подъезд к АБЗ «Аэропорт» в Лаишевском районе РТ в августе 2015 года (ремонт существующего асфальтобетонного покрытия на объекте с высокой интенсивностью движения большегрузного автотранспорта).

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		51

## 4. Ремонт и реконструкция инженерных сооружений на автбильной дороге

### 4.1. Сооружения на автомобильных дорогах

Металлические гофрированные конструкции с большими пролетами применяются при строительстве пересечений автодорог в разных уровнях.

СМГК используются в качестве автодорожных тоннелей. Гибкость металлических конструкций делает их устойчивыми к сейсмическим нагрузкам и к снежным лавинам. Такие конструкции широко используются в горной местности по всему миру.

Металлическая труба является наиболее простой и экономически выгодной альтернативой небольшого тоннеля или путепровода для проезда с/х машин и прохода животных.

Строительные работы могут производиться без остановки движения автотранспорта с частичным стеснением транспортного потока.



Норвегия, г. Драгмен. Над автодорогой организован переход для диких животных.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						52
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Карелия. Строительство а/д и ж/д тоннелей.



Карелия. а/д тоннель под насыпью ж/д.

#### 4.2. Ремонт и реконструкция инженерных сооружений

Металлические гофрированные конструкции используются для ремонта или реконструкции водопропускных труб, авто- и железнодорожных тоннелей,

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

пешеходных переходов, малых мостов и путепроводов, скотопрогонов и других инженерных сооружений.

Существуют следующие методы проведения ремонтных работ с применением СМГК:

- 1) разборка существующего сооружения с заменой на металлическую конструкцию;
- 2) установка в существующую конструкцию СМГК с последующим заполнением пазух бетонным раствором;
- 3) удлинение существующей конструкции с помощью элементов СМГК.

При ремонте мостов металлоконструкция устанавливается под существующее сооружение. Засыпка СМГК ведется до низа пролетного строения, затем балки моста демонтируются и насыпь досыпают до проектной отметки.

Применение СМГК для ремонта и реконструкции позволяет проводить работы без остановки транспортного потока или с частичным ограничением движения транспорта



Московская область. Ремонт прямоугольной железобетонной трубы с применением сборной металлической гофрированной арки методом гильзования. 2000г.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						54
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Польша. Реконструкция трехпролетного железобетонного моста. Производство работ осуществлялось без остановки движения ж/д транспорта.



Московская область. Ремонт плитного моста методом гильзования.2001г.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

### 4.3. Новое в ремонте и реконструкции инженерных сооружений

На сети железных дорог около 83 тысяч искусственных сооружений, значительное количество которых прослужило более 100 лет.

Сегодня на железных дорогах России эксплуатируются 2081 мост постройки до 1925 года и 1120 труб с недостаточной водопропускной способностью. Ясно, по своему физическому состоянию они требуют неотложного капитального ремонта либо реконструкции с применением современных материалов и технологий. Этой актуальной теме посвятил свою статью заместитель начальника Департамента пути и сооружений ОАО "РЖД" Игорь Вилленович Серебряников.

Устойчивая тенденция повышения осевых нагрузок и скоростей движения требует более серьезного подхода к решению задач, порождаемых тем, как воспринимают динамическое воздействие поездов мосты, трубы, земляное полотно и тоннели. Острота ситуации усугубляется необходимостью проводить капремонт и реконструкцию в стесненных условиях и при максимальном сохранении пропускной способности стальных магистралей.

Что делается для того, чтобы снять напряженность накопившихся проблем? Рассмотрим некоторые конкретные технические и технологические разработки отечественных и зарубежных компаний и исследовательских организаций, реализуемые для этого на сети российских железных дорог.



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Лист  
56

## Уравнительные стыки

Для снижения динамического воздействия на несущие конструкции мостов внедряется бесстыковой путь. Компенсировать перемещения пути в результате колебаний температуры воздуха и временной нагрузки со стороны подвижных концов пролетных строений призваны уравнительные стыки. Их оригинальные конструкции разработаны инженерами ПТКБ ЦП с участием специалистов ВНИИЖТ. Новые уравнительные приборы внедрены на переходах через реки Москва (Александровский мост) и Вятка (у Котельнича и Вятских Полян) Горьковской железной дороги.

Перечислю главные преимущества новинки перед укладываемыми до сих пор уравнительными средствами. Это - простота устройства, укладки и эксплуатации; значительно меньший вес и существенная экономия на эксплуатационных расходах.

Разработано три варианта конструкции уравнительных стыков: для компенсации перемещений до 110 мм (проект СП-866), 160 мм (проект 2883) и 270 мм (проект 2897). Это обеспечивает перекрытие всех температурных пролетов мостов.

## Переходные участки пути с переменной жесткостью

На подходах к мостам и тоннелям с безбалластными конструкциями пути повышено накапливаются расстройтва геометрии рельсовой колеи, что приводит к накоплению расстройств пути, увеличению объема работ по его текущему содержанию и снижению срока службы элементов его верхнего строения. Это связано с резким изменением жесткости пути при переходе с подходов на искусственное сооружение и наоборот.

Для перспективного повышения осевых нагрузок и скоростей движения такие участки являются барьерными. При введении скоростного и высокоскоростного движения они могут вызвать повышенные ускорения экипажа в вертикальной плоскости, что приводит к увеличению динамического воздействия на путь.

Чтобы снять проблему, созданы и уже применяются переходные участки пути

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						57
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

с переменной жесткостью. На сети дорог реализованы два варианта конструкции переходных участков. В первом случае верхняя часть грунта подходной насыпи заменена железобетонными бездонными коробами, заполненными щебнем; во втором - щебнем, послойно армированными геосетками.

Опыт сооружения и эксплуатации конструкции с геосетками показал ее преимущество перед конструкцией с коробами: по технологичности процесса сооружения, по экономичности и обеспечению стабильности рельсовой колеи.

### **Опорные части с шаровым сегментом**

В металлических и сталежелезобетонных пролетных сооружениях длиной от 18,2 м чаще всего применяются опорные части по типовому проекту №583 - катковые и секторные (Гипротрансмост, 1967 г.). Время выявило следующие их недостатки: большие разбросы по допускам из-за применения литья; трудности установки на четыре точки, вследствие чего возникают нежелательные люфты между пролетным строением и одной из точек отпираия; неравномерность выработки балансиров в местах соприкосновения с катками (следствия - разрушения реечных механизмов, перекося и даже завал катков); сложности при ремонте и замене из-за больших габаритов и веса.

В последние годы и у нас, и за рубежом все шире внедряются опорные части нового типа - с шаровым сегментом (сферические). Благодаря им применяются технологии, позволяющие существенно снижать коэффициенты трения поверхностей. Сферические опорные части в 4-5 раз легче литых, а по стоимости не превосходят традиционные.

Поворот опорного сечения пролетного строения обеспечивается за счет малой величины коэффициента трения при скольжении шарового сегмента по вогнутой поверхности, которую покрывают антифрикционным материалом. Поверхность же шарового сегмента делают из коррозионностойкой стали с малой шероховатостью и полируют.

Поступательные перемещения в подвижных опорных частях осуществляются

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						58
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

за счет специальной плоской пары скольжения, выполненной из нержавеющей стали и антифрикционного полимерного материала.

К конструктивным достоинствам сферических опорных частей можно отнести обеспечение опирания на четыре точки; допущение поворотов верхнего сегмента относительно продольной и поперечной горизонтальных осей; подвижные опорные части не препятствуют ни продольным, ни поперечным перемещениям.

Новые опорные части применены на мостах через реки Воря (Московская ж.д.), Ока (у Нижнего Новгорода, Горьковская ж.д.), Тигода и на мосту на 633 км участка Москва - Химки Октябрьской дороги...

### **Металлические пролетные строения с балластным корытом**

Как было сказано, на подходах к мостам с безбалластной проезжей частью возникают расстройтва пути. Его повышенная жесткость отрицательно сказывается на динамике взаимодействия с подвижным составом.

Одно из решений этой проблемы - применение пролетных строений с ездой на балласте. Конструктивно это - металлические строения (как со сплошной стенкой, так и со сквозными фермами) с металлическим балластным корытом.

Разработаны проекты с балластным корытом до 44 метров. Ведется проектирование пролетных строений длиной до 110 м включительно. Применение таких конструкций позволяет обеспечить однородность подшпального основания как на сооружении, так и на подходах.

### **Конструкции из композитных материалов**

Они стали применяться для пешеходных мостов. Такие пролетные строения устойчивы к воздействию агрессивных сред, обладают меньшей массой, чем железобетонные или металлические. Их монтаж под силу машинами небольшой грузоподъемности, укладывается в непродолжительные "окна".

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						59
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Ощутимый недостаток таких пролетов - высокая цена, однако он компенсируется за счет экономии расходов при монтаже и эксплуатации.

Пролетные строения из композитов смонтированы на остановочных пунктах Чертаново и Косино Московской ж.д., используются при восстановлении пешеходного моста через улицу Тестовская. Для отведения поверхностных вод от земляного полотна используются лотки из композитных материалов. Они в 20-25 раз легче и более долговечны, чем железобетонные.

**Ремонт водопропускных труб методом санации и кроссекторным методом** Санация - прогрессивная технология восстановления целостности трубы, повышения ее пропускных характеристик. В трубу помещают гибкий рукав из фотоотверждаемого стеклокомпозита, подают сжатый воздух, благодаря чему рукав плотно прилегает к внутренней поверхности и затвердевает под воздействием ультрафиолетового излучения источника, протаскиваемого через ремонтируемую трубу. Образуется защитный кожух из полимера толщиной от 8 до 25 мм., в зависимости от степени разрушения трубы. Он перекрывает все внутренние дефекты, существенно восстанавливает утраченную несущую и пропускную способность трубы. Метод санации был применен при ремонте труб на Московской и Северной, а сейчас и на Калининградской дорогах.

Для ремонта водопропусков диаметром 2-5,5 м хорош кроссекторный метод. Он состоит в том, что внутри трубы путем навивки полиуретановой полосы с металлическим каркасом создается оболочка, а пазухи между нею и телом трубы заполняются бетонным раствором. Эта технология позволяет вести ремонт без перекрытия потока воды при условии, что ее уровень не превышает 30 процентов сечения трубы, а скорость воды не выше 10 метров в секунду.

Кроссекторный метод был применен в опытном порядке при реконструкции каменных арочных труб высотой 4 м на участке Бердяуш - Михайловский завод Южно-Уральской ж.д.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						60
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## Перспективные конструкции верхнего строения пути в туннелях

Обделка тоннелей с безбалластной конструкцией пути подвергается повышенным вибрационным воздействиям, что ведет к повреждениям, увеличению эксплуатационных расходов и снижению срока службы сооружения. Для снижения динамических воздействий за рубежом применяются конструкции верхнего строения пути с упругими матами и подрессориванием безбалластного подрельсового основания. В нашей стране при строительстве Гагаринского тоннеля использовали материал Sylomer. Его уложили под балластом, что позволило эффективно снизить шумы и динамическое воздействие на обделку при проходе подвижного состава. В настоящее время ведется строительство Кормунавского тоннеля на Восточно-Сибирской железной дороге, где также будет применен упругий прокладной мат.

Итак, на сети железных дорог России постоянно испытываются и внедряются передовые технологии, позволяющие повысить надежность инженерных сооружений, особенно в условиях повышения осевых нагрузок и скоростей движения поездов. Серьезную угрозу безопасности движения оказывают участки железнодорожного пути с наличием мест осыпаний и камнепадов, а также схода лавин. Особенно это актуально для Горьковской, Куйбышевской, Свердловской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Забайкальской, Дальневосточной и Сахалинской железных дорог. Для защиты таких мест на сети дорог начинают применять барьерные и покрывные сетчатые ограждения. Эти конструкции быстро монтируются, стоимость их в несколько раз меньше традиционных подпорных стен и галерей, а эффективность защиты позволяет обеспечить безопасность движения поездов на долгие годы.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						61
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## Инновационные разработки «НПП СК МОСТ»

ООО «НПП СК МОСТ» - научно-производственное предприятие, специализацией которого являются научные и проектные работы, обследование, ремонт и реконструкция мостов и путепроводов. Предприятие внесено в негосударственный Реестр российских предприятий и предпринимателей, финансовое и экономическое положение которых свидетельствует об их надежности как партнеров для предпринимательской деятельности, является членом Балашихинской Торгово-промышленной палаты, членом АМОСТ, АСДОР, НААРС и др. ООО "НПП СК МОСТ" успешно занимается внедрением и производством инновационных материалов и технологий в области транспортного строительства.

Собственные разработки - дренажные брикеты "Козинаки®", брикеты литого асфальтобетона "Мостлаб®", конструкции одномодульных деформационных швов "СК-80" и многомодульных деформационных швов. Самые востребованные работы предприятия - устройство покрытий из литого асфальтобетона, устройство гидроизоляции, дренажных систем, деформационных швов «Торма-Мост®» (типа «Торма Джойнт»), демонтаж конструкций мостовых сооружений с применением алмазной резательной техники, а также работы по испытанию и обследованию мостовых сооружений с выдачей рекомендаций по их ремонту. ООО «НПП СК МОСТ» организует научно-практические семинары, выставки для работников строительной, дорожно-мостовой отрасли, в том числе выездные конференции, курсы повышения квалификации, участвует в разработке нормативной технической документации – ТУ, СТО, ГОСТ.

Опираясь на многолетнюю научную основу, колоссальный практический опыт, обладая достаточной технической оснащенностью и собственной административно - производственной базой в городе Балашиха, ООО «НПП СК МОСТ» готово к сотрудничеству с целью развития и модернизации отечественного мостостроения.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						62
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## Дренажные брикеты "Козинаки®"

Дренажная система может применяться во всех климатических зонах страны при строительстве, реконструкции и ремонте мостовых сооружений, тоннелей и галерей. Цель устройства дренажа в конструкциях дорожной одежды - вывести из толщи дорожной одежды воду, проникшую через покрытие и защитный слой на уровень гидроизоляции. Дренаж на проезжей части мостовых и других транспортных сооружений выполняют в соответствии с требованиями СНиП 2.05.03-84\* п. 1.77 и проектной документацией, ТУ 5417-001-1889798-2009. Система дренажа представляет собой совокупность дренажных трубок и дренажных каналов продольного и поперечного направлений. Система дренажа продлевает срок службы дорожной одежды в 3-3,5 раза. Защищено Патентом РФ №2205913 от 10.06.2003г. Свидетельство регистрации товарного знака № 398348 от 15.01.2010г., Диплом выставки "Кровля и изоляция" 2002 года., Сборный дренажный элемент "Козинаки" признан лучшим товаром России. Поставка дренажных брикетов производится со склада ООО "НПП СК МОСТ" на поддонах типа "Евро" авто и ж/д транспортом во все регионы России. Возможна доставка до офисов Транспортных компаний в г.Москве. Габариты упакованных в картон и стрейч-пленку поддонов 1,25x0,85м, h=0,5-0,8м, вес от 500 до 750кг, хранение и транспортировка поддонов в 1 ярус! Погрузка возможна в борт, тент, фургон и т.п. (схема проезда). К каждой партии продукции прилагается Паспорт качества, Сертификат Радиационной Безопасности и инструкция по монтажу. Обязательная сертификация для данного вида продукции не предусмотрена. Дополнительно разрабатываем технические предложения для решения проблем заказчика, организуем обучение клиентов технологиям применения товара.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						63
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



## Конструкции деформационных

## швов

## СК-80

В настоящее время в мостостроении для перекрытия деформационных швов применяют импортные конструкции. Эти конструкции неплохо зарекомендовали себя на российском рынке. Однако они не соответствуют применяемым в России конструкциям дорожных одежд. На мостах с ортотропными плитами толщина только покрытия должна быть 110 мм (+ толщина материала защитно-сцепляющего слоя). Поэтому в местах примыкания дорожной одежды к конструкциям деформационных швов приходится уменьшить толщину покрытия, что приводит к скорому разрушению покрытий в этих местах. Все чаще на дорогах стали попадаться мостовые сооружения со сломанными окаймлениями импортных деформационных швов, часто необходим ремонт покрытия в зоне примыкания. В конце 2011 г. ООО «НПП СК МОСТ» разработало конструкцию деформационного шва с резиновым компенсатором, окаймление которого рассчитано на применение рекомендованных СНИПом конструкций дорожных одежд, что позволит повысить долговечность конструкций дорожных одежд у деформационных швов.

В разработанной конструкции использованы цельнотянутые стальные профили,

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Лист

64

аналогов которым не производит ни одна страна мира. С 2012 года конструкции деформационных швов СК-80 установлены в количестве более 520 пог.м., в том числе на объектах федеральных автодорог в разных регионах России.

Стоимость 1 пм конструкции деформационного шва СК-80 ниже европейских и обычно рассчитывается индивидуально. Срок изготовления конструкции зависит от длины и наличия уклонов и, как правило, не превышает 1-2-х недель. При необходимости бригада ООО "НПП СК МОСТ" может выполнить работы по установке конструкции и резинового компенсатора, который идет в комплекте. Консультации по тел.: 8(495) 663-68-82



### **Брикеты литого асфальтобетона "МОСТЛАБ" для кохера**

Для приготовления литой смеси используют кохер, стационарно установленный или передвижной, обеспечивающий нагрев до 230<sup>0</sup>С, перемешивание и контроль температуры. Приготовленную смесь в кохере через раздаточный лоток выдают в тележки из которых ее укладывают в покрытие. Литую смесь применяют в соответствии с утвержденной в установленном порядке проектной документацией.

Укладку смесей производят вручную.

Поставка брикетов производится со склада ООО "НПП СК МОСТ" на поддонах типа "Евро". Габариты упакованных в картон и стрейч-пленку поддонов 1,25x0,85м, h=0,5-0,8м, вес от 900кг, сверху нагрузка запрещена, хранение в укрытом месте при температуре не ниже -25<sup>0</sup>С. К каждой партии

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						65
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

продукции прилагается Паспорт качества и инструкция. Погрузка осуществляется автопогрузчиком в борт, фургон и т.п. [\(схема проезда\)](#) Выполняем работы по устройству покрытий (мосты, площадки, зоны примыкания деф.швов) из литого асфальтобетона "МОСТЛАБ". Разрабатываем технические регламенты по устройству асфальтобетонных покрытий, организуем обучение клиентов технологиям применения.



Гидроизоляционные материалы "Мостопласт", "Инопластмост"

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Лист  
66

Много внимания на предприятии уделяется разработке и применению новых рулонных битумно-полимерных гидроизоляционных материалов. В 1995 году был произведен подлинный переворот в области выполнения гидроизоляции, когда вступил в строй завод "Изофлекс" в г. Кириши Ленинградской области, который начал производство рулонных наплаваемых битумно-полимерных кровельных материалов. Необходимость их производства была вызвана тем, что технический уровень отечественной промышленности гидроизоляционных материалов уже не мог обеспечить все необходимые физико-механические характеристики. Материалы вместе с рекомендациями по их применению разработаны для всех климатических зон и широко используются как в России, так и за рубежом, причем не только для устройства гидроизоляции на железобетонных пролетных строениях.

ООО "НПП СК МОСТ" осуществляет продажу со склада в г. Балашихе рулонного гидроизоляционного наплаваемого битумно-полимерного материала "Мостопласт" ТУ 5774-025-01393697-99, предназначенного для гидроизоляции железобетонной плиты проезжей части и устройства защитно-сцепляющего слоя на стальной ортотропной плите пролетных строений мостовых сооружений, а также гидроизоляции других строительных конструкций. "Мостопласт" получают путем двухстороннего нанесения на полиэфирное нетканое полотно битумно-полимерного вяжущего, включающего нефтяной битум, полиолефины типа вестопласт, полипропилен и наполнитель. В качестве защитного покрытия используется мелкозернистая посыпка с лицевой стороны и полиэтиленовая пленка с другой стороны. Разработано при участии СоюздорНИИ и Федерального дорожного департамента Минтранса РФ.

Физико-механические характеристики:

- Длина рулона, м - 8
- Ширина рулона, мм - 1000

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						67
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- Масса 1 м<sup>2</sup>, кг - 5,5
- Количество м<sup>2</sup>, на поддоне - 160
- Масса битумно-полимерного вяжущего с наплавленной стороны, кг/м<sup>2</sup> - 2,5
- Масса основы, г/м<sup>2</sup> - не более 200
- Водонепроницаемость при давлении 2 кгс/см<sup>2</sup> в течении 24 ч - абсолютная
- Разрывная сила при растяжении при продольном растяжении, Н, не менее - 1000
- Разрывная сила при растяжении при поперечном растяжении, Н, не менее - 900
- Гибкость на брусе радиусом 10 мм, не выше - минус 25°С
- Температура размягчения покровной массы, не ниже - 150°С



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Лист

68

## 5.Машины для ремонта и реконструкции автомобильных дорог

Эффективность социально-экономического развития страны во многом определяется качеством автомобильных дорог. Состояние с их недоремонтом, а также включение наших дорог в Европейскую транспортную систему придают вопросу реабилитации автомобильных дорог особую значимость. Вхождение в систему Европейских грузоперевозок в ближайшее время невозможно ввиду наличия автомагистралей с сильно изношенным покрытием, ограниченными условиями безопасности движения и дорожного сервиса при недостаточных финансовых возможностях.

Решить задачи по сохранению и восстановлению работоспособности автомобильных дорог в сложившихся условиях можно при внедрении технологий регенерации асфальтобетонных покрытий, которые начали активно внедряться в конце XX века в западно-европейских странах в условиях резкого роста цен на энергоресурсы.

Применять эти технологии необходимо и потому, что при эксплуатации автомобильных дорог, требующих капитального ремонта, проявляются дефекты, которые невозможно устранить традиционными технологиями. Как правило, ремонтно-профилактические работы в настоящее время ограничиваются поверхностной обработкой с использованием ремонтных материалов с избыточным содержанием дорогостоящего битума. Кроме того, на дороге появляются колеи глубиной до 10 см, которые можно убрать только фрезерованием. Как правило, поверхностная обработка с фрезерованием повторяется через 4 года, что значительно удорожает процесс поддержания работоспособности твердого покрытия дороги.

Применение новых технологий позволит не только восстановить работоспособность автомобильных дорог, но и значительно снизить расход энергии и материалов.

В ближайшее десятилетие технологии на основе регенерации существующих покрытий, технологии тонкослойных асфальтобетонных покрытий, технологии с

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						69
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

использованием битумных эмульсий будут превалировать при сохранении и восстановлении работоспособности автомобильных дорог.

Для внедрения этих технологий в производство необходимы профессиональные кадры и соответствующая техника.

Производственная эксплуатация строительных и дорожных машин предусматривает выбор машин и комплексов для выполнения заданного объема работ строительного производства с учетом конкретных условий на основе их технологических, технико-экономических и эргономических показателей. В основу формирования парка машин должны быть положены технологии выполнения необходимых работ, обеспечивающие их качество, сроки выполнения и минимальные удельные приведенные затраты. В целом невозможно эффективно решать вопросы производственной и технической эксплуатации машин вне зависимости от применяемых технологий строительного производства в конкретных условиях.

Состав и структура систем и комплексов дорожных машин определяются требованиями технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Дорожные машины обеспечивают механизацию и автоматизацию всех технологических операций, составляющих процессы строительства покрытий, содержания и ремонта готового сооружения. Основными технологическими операциями строительства автомобильной дороги являются подготовка земляного полотна, добыча и приготовление необходимых строительных материалов и их транспортирование, постройка водопропускных сооружений, дорожной одежды, переходов и элементов благоустройства. Основными операциями по обеспечению надежной эксплуатации сооружения являются работы по летнему и зимнему содержанию дорог, разметка проезжей части, озеленение, ремонт и реконструкция всех элементов сооружения.

Система машин для комплексной механизации и автоматизации строительства автомобильных дорог включает пять основных групп машин, определяемых их технологическим назначением: для строительства земляного полотна; для

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						70
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

строительства дорожных одежд и покрытий; для строительства водопропускных сооружений (труб, мостов и др.) и укрепления откосов; для добычи и приготовления дорожно-строительных материалов; технологический транспорт.

Комплекс машин для содержания и ремонта автомобильных дорог также состоит из пяти основных групп машин: для летнего и зимнего содержания; для маркировки проезжей части, содержания пути, озеленения и благоустройства; для ремонта земляного полотна, сооружений, водоотвода и полосы отвода; для ремонта и восстановления дорожных одежд и покрытий; для ремонта и содержания искусственных сооружений.

Конструкция и параметры дорожных машин определяются специфическими особенностями строительства и каждой операции технологии производства соответствующих видов работ: линейной протяженностью работ и их удалением от производственных баз; цикличностью и синхронизацией операций; жесткой регламентацией ряда операций во времени (охлаждением асфальтобетонной смеси и др.); увязкой производительности машин комплекта между собой и со скоростью технологического процесса; большими объемами транспортных операций; высоким качеством уплотнения; высокой точностью планировки; обеспечением высокой стабильности свойств строительных смесей и других строительных материалов; необходимостью изменения номенклатуры ряда смесей и их свойств путем использования гибких автоматизированных производств; увеличением объемов работ по реконструкции дорог и необходимостью регенерации старого материала; использованием в качестве строительных материалов отходов производств, новых перспективных материалов. При требуемом высоком качестве работ машины должны обеспечить существенное сокращение ручного труда, материальных и энергетических затрат; высокую надежность требуемого темпа строительства; эффективную эксплуатацию сооружения независимо от времени года и климатических условий и полностью отвечать требованиям эргономики, охраны труда и экологии. Высокий уровень строительства и эксплуатации сооружений обеспечивается

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						71
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

рациональным выбором номенклатуры и типоразмера машин. Для выполнения ряда технологических операций дорожного строительства с успехом используют машины общестроительного назначения (для выполнения подготовительных и земляных работ общего характера, для производства щебня, получения и транспортирования цементобетонных смесей, а также для уплотнения грунтов и др.), но в данной книге они не рассматриваются. Основное внимание уделено машинам и оборудованию, обеспечивающим реализацию новых технологий при восстановлении работоспособности автомобильных дорог, номенклатуре этих машин для возможности рационального комплектования парка машин.

### **Универсальные асфальтоукладчики**

Наряду со специализированными укладчиками определенное развитие получили универсальные асфальтоукладчики со сменным рабочим оборудованием для устройства покрытий из различных дорожно-строительных материалов. Применение универсальных укладчиков представляет большой интерес и экономически выгодно, особенно при строительстве объектов со средними или небольшими объемами работ, а также при ремонте и содержании дорог.

Указанные машины предназначены для укладки дорожно-строительных материалов, в том числе щебня, гравия, стабилизированных грунтовых смесей, асфальтобетона и цементобетона с предварительным их уплотнением. Из отечественных машин для этих целей выпускается самоходный укладчик дорожно-строительных материалов ДС-54. Он имеет два исполнения и состоит из гусеничного тягача с двигателем, трансмиссией и ходовой частью; обе модификации имеют сменное оборудование для укладки асфальтобетона и цементобетона.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						72
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

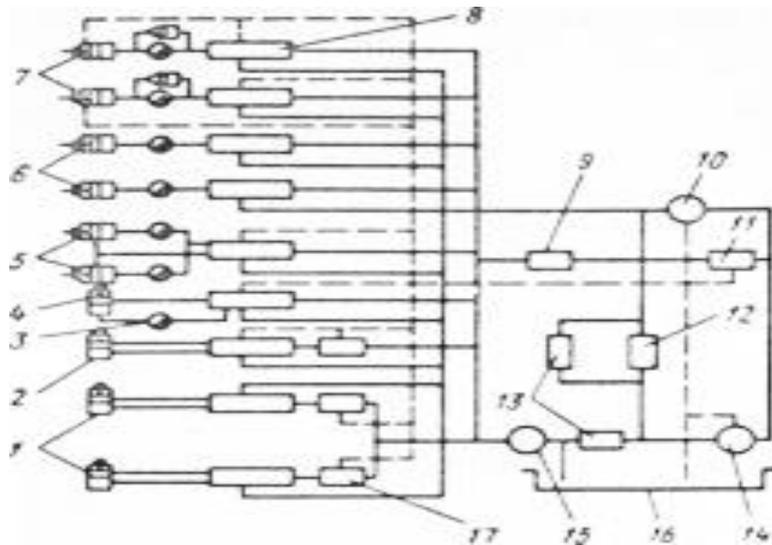


Рис. 5.1. Гидравлическая система асфальтоукладчика ДС-48: 1 — цилиндры стабилизатора; 2 — цилиндр поворота; 3 — гидросопротивление; 4 — цилиндр автоматики; 5 — цилиндры бункера; 6 — цилиндр бортовых фрикционов; 7 — цилиндры тормозов; 8 — золотник; 9 — предохранительный клапан; 10 — гидродвигатель 11М-2.5А; 11 — дроссель с предохранительным клапаном; 12 — блок фильтров; 13 — напорный золотник; 14 — насос 11М-2.5А; 15 — насос НШ-10А; 16 — бак; 17 — дроссель с регулятором

В передней части укладчика расположен приемный бункер. Его шарнирно закрепленная передняя стенка может откидываться для приема материалов из валика, уложенного на основании дороги. Толщина слоя материала, поступающего из бункера, регулируется тремя шиберными заслонками, управляемыми вручную независимо одна от другой с помощью штурвалов.

Распределяется щебень по краям укладываемой полосы плужным отвалом сложной У-образной формы. Положение отвала по высоте регулируется в трех точках: по краям и в середине. Уплотняется щебень двумя рабочими органами: вначале совместным действием системы вибробрус — выглаживающая плита, а затем виброплитами, шарнирно соединенными с рамой рабочих органов. Привод вибробруса и виброплит осуществляется от одного гидромотора через клиноременные передачи.

Для уплотнения асфальтобетонных смесей виброплиты снимают, а систему вибробрус — выглаживающая плита заменяют другой, аналогичной первой, но с обогреваемой плитой. Для укладки и уплотнения грунтовых смесей раму рабочих органов заменяют другой, на которой устанавливают тот же плужный

распределитель и два вибробруса — уплотняющий и выглаживающий. Привод вибробрусьев осуществляется от одного гидромотора через клиноременные передачи.

Малогабаритные тротуарные асфальтоукладчики (типа ДС-63) предназначены для устройства тротуаров, но могут использоваться также и при работах по уширению проезжей части дорог. Приемный бункер малой вместимости (обычно до 2 т) приспособлен для загрузки смеси не только из автотранспортных средств, но и с помощью одноковшовых пневмоколесных погрузчиков. С этой же целью на укладчике установлены односекционный транспортер-питатель, подающий материал к распределительному шнеку, и нераздельный шнек, установленный на раме рабочих органов.

Рабочими органами укладчика, осуществляющими предварительное уплотнение смеси и выглаживание поверхности покрытия, являются трамбующий брус и выглаживающая плита.

## Ремиксеры

Ремиксеры предназначены для ремонта укрепленных битумом слоев дорожной одежды методом горячего рециклирования. Они обеспечивают репластификацию старого слоя, разрыхление его вращающимися рыхлителями, добавление корректирующей смеси, перемешивание их и укладку приготовленной смеси. Смесь, выложенная на нагретое полотно, укладывается с помощью плавно регулируемого смесеукладочного бруса в соответствии с профилем полотна. Такая технология обеспечивает хорошее сцепление слоев за счет укладки «горячего по горячему», при этом за счет соответствующих добавок свойства покрытия восстанавливаются при полном повторном использовании старой дорожной одежды.

Устройство ремиксера показано на рис. 5.2. Особенностью ремиксеров фирмы «Wirtgen» является то, что весь процесс восстановления осуществляется за один

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						74
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

рабочий проход непосредственно на проезжей части дороги как подвижной стройплощадке. Они позволяют восстанавливать все типы асфальтовых дорог — от улиц до автострад.



Рис. 5.2. Схема ремиксера

Фирма «Wirtgen» выпускает три типа ремиксеров: 300/600; 2500 и 4500.

Ремиксер 300/600 предназначен для заделки трещин и открытых швов между уложенными полосами дорожной одежды из асфальтобетона. При этом растресканный участок репластифицируется на глубину 0-40 мм, затем добавляется свежая смесь и производится укладка подготовленной таким образом новой смеси на рабочей ширине 300/600 мм. Тепловая мощность установки составляет 263 000 ккал/ч. Мощность двигателя ремиксера (36,8 кВт) обеспечивает гидравлический привод на все четыре колеса и рабочее оборудование. Масса ремиксера составляет 3750/4580 кг.

Ремиксер 2500 — это компактный ремиксер для санации дорожных одежд, укрепленных битумом. Ширина фрезерования и укладки новой смеси после добавления вяжущего и свежей смеси может плавно изменяться от 1500 до 2500 мм. Глубина обработки регулируется от 0 до 60 мм. Мощность двигателя составляет 118 кВт. Ходовой привод гидравлический, на все колеса. Рабочая масса ремиксера 2500-16 130 кг.

Ремиксер 4500 предназначен для санации дорожных одежд из асфальтобетона на больших площадях. Ширина восстанавливаемого дорожного полотна

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		75

изменяется в пределах 3000-4500 мм при глубине 0-60 мм. Мощность двигателя составляет 182 кВт. Привод гидравлический на рабочее оборудование и ведущие колеса. Тепловая мощность нагревателя 1 900 000 ккал/ч. Рабочая масса ремиксера 48 000 кг.

### **Рисайклеры**

Ресайклеры — это машины, предназначенные для холодного рециклирования дорожных одежд. При холодном рециклировании эти машины сфрезеровывают дорожную одежду, перемешивают ее со свежим вяжущим и полученную таким образом новую асфальтобетонную смесь укладывают в виде основания или подстилающего слоя. В качестве вяжущего используют цемент и битумные эмульсии.

На дорогах местного значения работа заканчивается поверхностной обработкой покрытия, на дорогах более высокого класса сверху укладывают один или несколько (в зависимости от грузонапряженности дороги) битуминозных слоев.

Для холодного ресайклинга фирма «Wirtgen» выпускает три типоразмера рисайклеров: 1000CR — для ресайклинга полос движения шириной 1 м на дорогах, связывающих небольшие населенные пункты, с асфальтобетонным покрытием; 2100DCR — для ресайклинга неукрепленных дорожных одежд, укрепленных битумом дорожных одежд сельских дорог и дорог, проходящих через населенные пункты, шириной 2 м; CR4500 — для ресайклинга дорог на всю ширину или их отдельных полос шириной до 4,5 м.

Рисайклер 1000CR может снимать дорожную одежду на основе битуминозных материалов, а в случае небольшой толщины ее слоя — и лежащий под ним неукрепленный подстилающий слой на глубину до 100 мм. Образующийся при этом гранулят дозируется, добавляется битумная эмульсия, смесь перемешивается на месте и снова укладывается. После уплотнения образуется новая дорожная одежда с высокой несущей способностью.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						76
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Устройство рисайклера 1000CR показано на рис. 4.18. Силовой блок мощностью 104 кВт установлен на жесткое колесное шасси, относительно которого перемещается рабочее оборудование. Рабочим оборудованием являются фрезерный барабан, смеситель и уплотняющий орган, включающий вибровозбудитель и трамбуемый брус. Управление рабочим оборудованием, а также дозирование эмульсии из своей цистерны или автономной передвижной цистерны осуществляется с помощью пульта управления. Управление самой машиной (скоростью и направлением движения) осуществляется с места машиниста. Кабина машиниста открытая, поскольку холодный рисайклинг осуществляется в сухую погоду.

Рисайклер 1000CR может использоваться и в качестве холодной дорожной фрезы. Для этого с машины снимают уплотняющий орган, смеситель и цистерну для эмульсии, а вместо них навешивают погрузочный конвейер. Рабочая масса рисайклера 1000CR — 15 000 кг.

Рисайклер 2100DCR способен одновременно снимать слои дорожной одежды и лежащий под ними щебеночный подстилающий слой и добавлять к полученному материалу свежие вяжущие. Запас мощности машины позволяет ей снимать слой до 300 мм, даже если он полностью был уложен с битуминозными вяжущими.

Рисайклер 1000CR может отремонтировать 1200 м<sup>2</sup> дороги в день. При непрерывной работе для подачи эмульсии может быть использована автомобильная цистерна, емкости которой (как правило, 9 т) достаточно на весь рабочий день.

Устройство рисайклера 2100DCR показано на рис. 4.19. Силовая установка мощностью 448 кВт, место машиниста с пультом управления, дозатор воды и эмульсии, водяной бак установлены на раме, опирающейся на гусеничные тележки.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						77
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

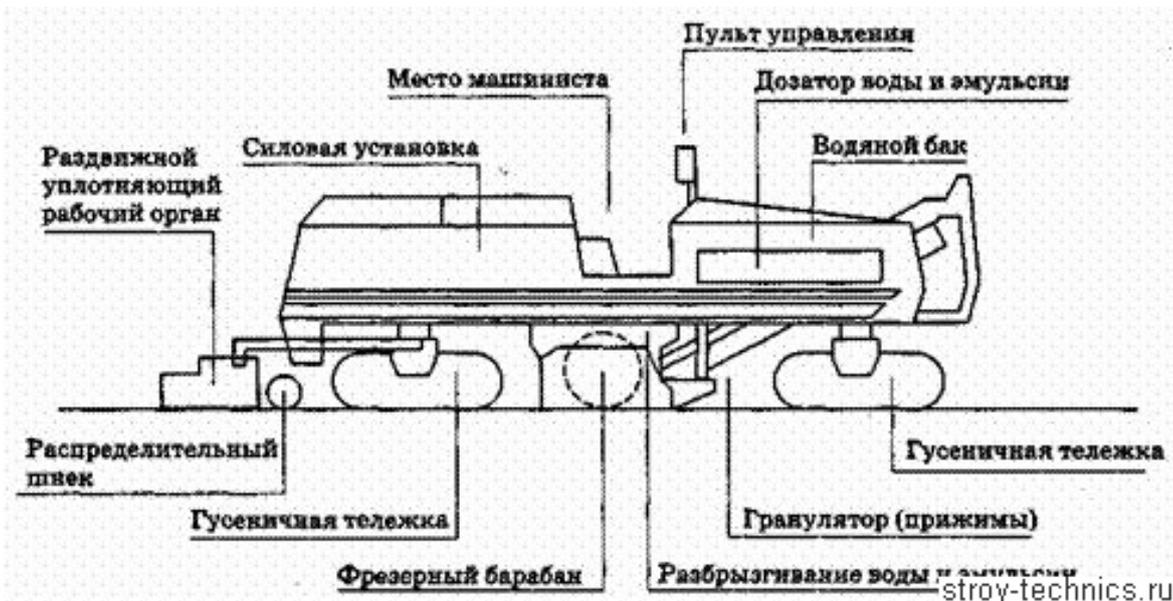


Рис. 5.3. Рисайклер 2100DCR

Фрезерный барабан крепится снизу рамы. С его помощью сфрезерованный материал имеющегося покрытия, дополнительно распределяемый цемент и минеральный материал интенсивно перемешиваются. Сюда же добавляется вода и эмульсия. Полученная масса распределительным шнеком равномерно наносится по всей ширине и уплотняется раздвижным уплотняющим органом, консольно закрепленным на задней гусеничной тележке.

Точное дозирование воды и эмульсии обеспечено применением микропроцессорной системы управления скоростью подачи, глубиной обработки, шириной обрабатываемой полосы и плотностью материала. Все параметры процесса непрерывно отображаются на дисплее. При одновременном использовании воды и эмульсии на машине монтируются два дозатора.

Стандартная рабочая ширина составляет 2 м, но в специальном варианте она увеличивается до 2,5 м. Встроенный раздвижной рабочий орган дает возможность получения двухскатного профиля. Высокая степень предварительного уплотнения укладываемого бруса обеспечивается плавным регулированием частоты вибрации трамбовки и уплотнения. Рабочая масса машины составляет 45 000 кг.

Рисайклер 2100DCR может использоваться в качестве холодной фрезы при установке погрузочного конвейера.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		78

При необходимости существенной коррекции продольного и поперечного профилей распределение смеси в поперечном направлении может выполняться грейдером. В этом случае рисайклер работает без уплотняющего рабочего органа. Уплотнение в этом случае осуществляется только катками. Рисайклер CR4500 обеспечивает регенерирование одежды шоссейных дорог на всю ширину. С помощью рисайклера CR4500 из предварительного сфрезерованного материала дорожной одежды с добавкой, например, минерального материала, цементно-водяной суспензии или эмульсии готовится смесь для нового покрытия, которое уплотняется навесным укладываемым и уплотняющим брусом. Схема рисайклера CR4500 представлена на рис. 4.20. Силовая установка мощностью 550 кВт, бункер для цемента, баки для эмульсии и воды и площадка для машиниста расположены на раме рисайклера. В передней части машины расположен приемный бункер для минеральных материалов. Рама опирается на четыре гусеничные тележки, под рамой закреплены агрегат предварительного смешивания, смеситель цемента и воды и двухвальный смеситель. Распределительный шнек и раздвижной уплотняющий орган консольно закреплены на задней гусеничной тележке.

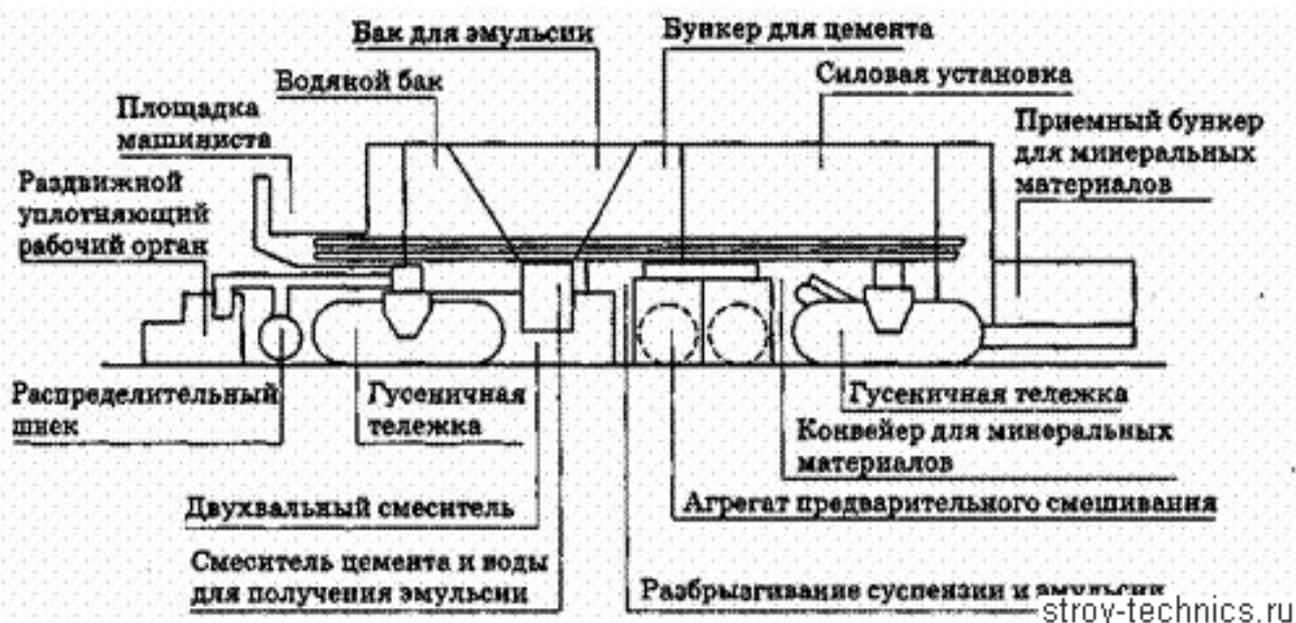


Рис. 5.4. Схема рисайклера CR4500

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

Бункеры рисаиклера для воды, цемента и эмульсии непрерывно пополняются из емкостей сцепленного с ним автомобиля с запасом рабочих материалов. Это исключает простои рисаиклера для дозаправок. Добавочные фракции минеральных материалов разгружаются грузовыми автомобилями в приемный бункер и отсюда дозированно подаются в смеситель. Встроенный двухвальный смеситель принудительного действия обеспечивает интенсивное перемешивание всех компонентов. Подготовленная смесь разравнивается перед уплотняющим брусом. Плавная регулировка рабочей ширины дает возможность строить сплошные дорожные одежды шириной от 3 до 4,5 м. При установке дополнительных секций уплотняющего рабочего органа эта ширина может быть и более 4,5 м.

Производительность рисаиклера WR4500 — около 400 т/ч. Рабочая масса машины — 80 000 кг.

### **Терморемонтеры**

*Терморемонтеры* выполняют одновременно полный комплекс технологических операций по разогреву и рыхлению асфальтобетона, добавлению новой смеси и перемешиванием ее со старой смесью, или без перемешивания, и профилированию с предварительным уплотнением. Оборудование монтируют на специальном шасси. Такая машина работает в двух режимах. Режим без перемешивания смеси в смесителе включает следующие операции: нагрев ремонтируемого участка асфальтобетонного покрытия, рыхление разогретого слоя, распределение, планирование и выравнивание размельченной старой асфальтобетонной смеси, добавление новой асфальтобетонной смеси, распределение новой асфальтобетонной смеси, предварительное уплотнение старой и новой смесей. При перемешивании смеси в смесителе предусматривается выполнение следующих операций: нагрев асфальтобетонного покрытия, рыхление разогретого слоя, сбор размельченной старой асфальтобетонной смеси в смеситель, добавление в смеситель новой асфальтобетонной смеси, перемешивание старой и новой смесей в смесителе,

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						80
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

распределение и профилирование восстановленной асфальтобетонной смеси, предварительное ее уплотнение.

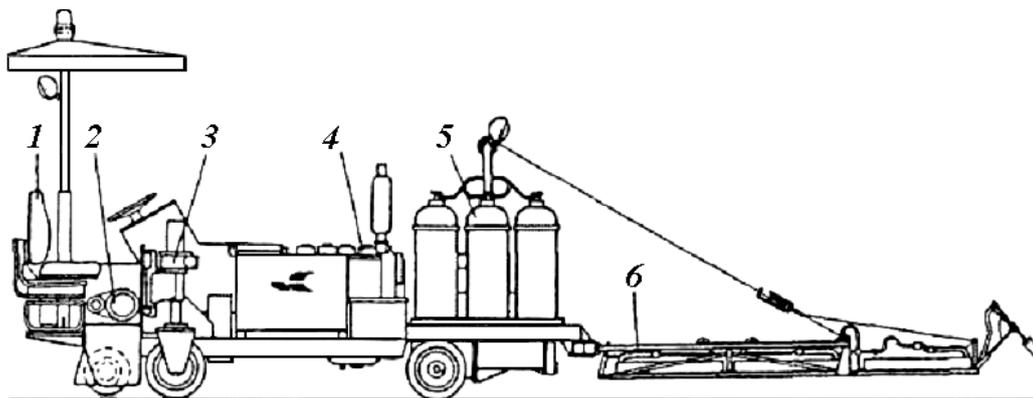


Рис. 5.5. Машины для разогрева и фрезерования асфальтобетонных покрытий при ремонте:

1 – место оператора; 2 – привод и фреза для отделения разогретого асфальтобетона; 3 – ходовое устройство; 4 – двигатель; 5 – резервуары для газообразного топлива; 6 – нагревательная система

Технологическое назначение машины предусматривает наличие следующих основных рабочих органов: газового оборудования, рыхлителя, подборщика, переднего бункера, транспортирующего, смесительного и распределительного устройств. Газовое оборудование включает в себя емкость для газа, испаритель, систему газопроводов, инфракрасные излучатели (горелки), регулирующую и контрольную аппаратуру и устройство для разжигания горелок. Газовое оборудование обеспечивает разогрев асфальтобетонного покрытия до  $60^{\circ}\text{C}$  на глубине 3...4 см при температуре на поверхности не выше  $180^{\circ}\text{C}$  и обогрев отдельных узлов и агрегатов машины для предотвращения остывания новой и восстанавливаемой асфальтобетонной смеси. Вместимость емкости для газа  $6 \text{ м}^3$ . Поверхностная плотность теплового потока инфракрасных излучателей не менее  $10...16 \text{ кВт/м}^2$ . Горелки объединены в секции и блоки с подачей газа отдельно в каждую секцию. Высота установки блока горелок в рабочем положении над поверхностью покрытия регулируется в пределах 50...250 мм.

Рыхлитель обеспечивает разрыхление нагретого асфальтобетонного покрытия до кусков размером не более 50 мм. Глубина рыхления разогретого покрытия 40 мм. Рабочая ширина рыхлителя 2,5; 3,1; 3,6; 3,85 м. Конструкция

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		81

рыхлителя позволяет осуществлять пропуск люков колодцев. В качестве рыхлителя может быть использована фреза.

Подборщик материала отвального типа предназначен для сбора взрыхленной асфальтобетонной смеси и подачи ее в смесительное устройство при работе в режиме перемешивания. Одновременно подборщик обеспечивает профилирование поверхности покрытия. Рабочая ширина подборщика равна ширине рыхлителя. Передний бункер вместимостью 7 т предназначен для приема новой асфальтобетонной смеси и имеет управляемые базовые стенки, что обеспечивает полное его опорожнение.

Транспортирующее устройство (конвейер) предназначено для перемещения новой асфальтобетонной смеси от приемного бункера к смесительному устройству или в зону распределения восстановленной смеси. Устройство регулирует нормы подачи новой смеси. Во избежание охлаждения пространство, в котором перемещается новая смесь, обогревается инфракрасными излучателями.

Смесительное устройство с двумя лопастными валами осуществляет перемешивание восстановленной и новой асфальтобетонной смесей. Работа обеспечивается на всех режимах движения машины при любом соотношении компонентов. Смеситель обогревается инфракрасными излучателями.

Распределительное устройство предназначено для распределения асфальтобетонной смеси на ширину ремонтируемой полосы покрытия. Оно обеспечивает автоматическое выдерживание заданной толщины и профиля распределяемого слоя по всей ширине ремонтируемой полосы. Рабочая ширина устройства 2,5; 3,1; 3,6; 3,85 м.

Вибротрамбующая плита предназначена для предварительного уплотнения уложенной смеси. Частота колебаний бруса 1500...3500 мин<sup>-1</sup>. Предусмотрен обогрев поверхности плиты газовыми горелками. Рабочая ширина уплотняемой полосы равна ширине распределителя.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						82
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## Машины для заделки трещин и ремонта швов

Машины для заделки трещин и ремонта швов обеспечивают очистку трещин от грязи, продувку их сжатым воздухом, просушку, грунтовку стенок и заполнение их мастикой. Окончательной операцией является посыпка обработанной поверхности песком или высевками щебня. Эти машины бывают ручными, перемещаемыми на тележке, прицепными и самоходными. Для разделки трещин применяют ручной механизированный инструмент - пневмоломы, пневмомолотки, перфораторы и электромолотки.

Машины для заделки трещин в дорожных покрытиях монтируют на шасси стандартных автомобилей. Они имеют цистерну для битума, два бункера для песка, механизм поворота бункера, систему розлива битума, пневмо-, топливо- и гидросистемы, специальную кабину, левый, правый боковые и задний ящики и электрооборудование.

При больших объемах работ по замене покрытия, как правило, используются обычные асфальтоукладчики и катки. При ямочном ремонте, когда покрытие восстанавливается на небольшом участке, чаще используются дорожные ремонтеры, оснащенные оборудованием для подготовки зоны ремонта, а также хранения и распределения небольших количеств асфальтобетонной или битумо-минеральной смеси и битумных мастик.

Устройство и комплектация ремонтеров зависит от типа ремонтируемого покрытия, принятой технологии ремонта и используемых ремонтных материалов, но все они, как правило, монтируются на шасси серийных грузовых автомобилей.

### Перечень и назначение отечественных дорожных ремонтеров

Марка	Базовое шасси	Назначение
БЦМ-24	Прицеп	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия, заделка трещин, ремонт настилов тротуаров и пешеходных дорожек. Материал - битум, фракции щебня

ДЭ-21М-03	ГАЗ-3309	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия. Материал - возимая асфальтобетонная смесь в подогреваемых бункерах
ОРД-1023	ЗИЛ-433362, ЗИЛ-494560	Доставка и выдача литых асфальтобетонных смесей, приготовление и выдача асфальтобетонной смеси, битумных мастик, в том числе из старого асфальтобетона
ОРД-1025	ЗИЛ-133-Д42, КамАЗ-55111, МАЗ-5551, КрАЗ-6444	Доставка и выдача литых асфальтобетонных смесей, приготовление и выдача асфальтобетонной смеси, битумных мастик, в том числе из старого асфальтобетона
ЭД-105.1А	ЗИЛ-433362, КамАЗ-53213	Ямочный ремонт покрытий из асфальтобетонных и битумоминеральных смесей. Материал - асфальтобетонная смесь, битум

Принятая до недавнего времени технология ремонта асфальтобетонного покрытия предусматривала вырубку поврежденного участка покрытия отбойным молотком, очистку выемки от остатков старого покрытия, обработку ее дна и стенок горячим битумом, заполнение выемки свежей асфальтобетонной смесью, ее уплотнение и выравнивание. В соответствии с этим в комплект дорожного ремонтника включались компрессор с отбойными молотками, термос с горячим битумом, системой его подогрева, распределения и переносной форсункой, статический или вибрационный каток, емкость с горячей асфальтобетонной смесью, системой ее перемешивания, дозирования и распределения, а также ручной шанцевый инструмент. Для комплектования использовалось как адаптированное к ремонтнику, так и серийное оборудование, возимое или прицепное.

При современном способе ямочного ремонта разрушенное асфальтобетонное покрытие срезается фрезой, работающей в составе ремонтной бригады. В образовавшуюся выемку заливается литая асфальтобетонная смесь, при этом обработки краев и дна выемки битумом не требуется, а укладка смеси допускается на влажную поверхность при окружающей температуре до -10 °С. Литая асфальтобетонная смесь в момент укладки имеет температуру 200 °С и обладает высокой текучестью. Она прогревает и высушивает края и дно ремонтируемого участка покрытия и затекает во все неровности, надежно сцепляясь с материалом старого покрытия и образуя единую с ним поверхность, не требующую уплотнения и выравнивания.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						84
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для обеспечения необходимой шероховатости покрытия на отремонтированном участке по его поверхности распределяется мелкий щебень или укладывается высокопористый асфальтобетон. Литая асфальтобетонная смесь перевозится в термосе-миксере, представляющем собой теплоизолированную емкость, установленную на шасси грузового автомобиля. Емкость оснащена мешалкой реверсивного действия для перемешивания смеси и обогревается жидкотопливными обогревателями, подогревающими смесь при перевозке к месту укладки.

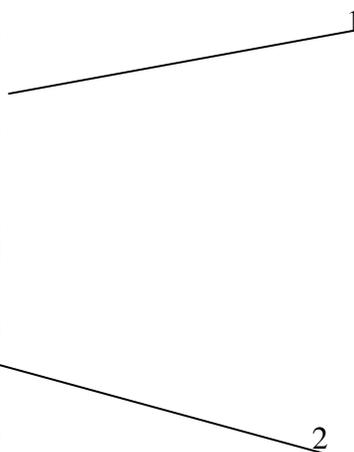


Рис. 5.6. Прицепной комплект оборудования для ямочного ремонта, работающий в сцепке с самосвалом:

1 - самосвал с устройством для распределения щебня; 2 - прицеп с цистерной и комплектом вспомогательных агрегатов; 3 - впрыскивающая насадка с вынесенным пультом управления

При выгрузке смеси емкость наклоняется, смесь самотеком и/или с помощью мешалки вытекает через люк в задней стенке миксера в распределительный желоб и из него - в выемку. Существуют и прицепные комплекты для ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия (рис. 8.13.), работающие в паре с самосвалом. Зона ремонта очищается сжатым воздухом, затем в нее через впрыскивающую насадку подается битумная эмульсия и

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

**ВКР-2069059-08.03.01-120739-16**

залитый участок посыпается щебнем. Технология ремонта не предусматривает предварительную подготовку участка и его укатку после распределения щебня.

### **Машины для изготовления защитного слоя из модифицированной битумо-эмульсионной смеси**

Машина для изготовления защитного слоя из модифицированной битумо-эмульсионной смеси предназначена для профилактической обработки автодорог высокого класса, тонкослойной укладкой поверхностной обработки. Оптимальная конфигурация, современная технология электрогидравлического управления, научно-гуманизированная конструкция обеспечивают точность дозирования, простоту эксплуатации.

#### **Технические характеристики моделей:**

<b>Модель Slurry seal</b>	<b>Ед. измерения</b>	<b>MS9</b>	<b>MS9A</b>	<b>MS9B</b>	<b>MS9J</b>	<b>MS12</b>
Объем бункера заполнителя (со скрытыми бортами)	(м <sup>3</sup> )	9	7,6	9	9	12
Объем бункера битумной эмульсии	(л)	2700	2700	2700	2500	3000
Объем водяного бака	(л)	3200	3200	3200	2500	3000
Объем бункера минерального порошка (двойной бункер)	(м <sup>3</sup> )	0.56	0,56	0.56	0.56	0.56
Объем емкости для присадки ПАВ	(л)	230	230	230	230	250
Производительность смесителя	(кг/мин)	2500	2500	2500	2500	2500
Мощность/скорость вращения двигателя	кВт/об.мин	74/2300	74/2400	74/2400	74/2300	98/2300



**Сларри сил XRMC MS9B**

Рис. 5.7. Машины для изготовления защитного слоя из модифицированной битумо-эмульсионной смеси

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						87
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## Заключение

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		88

## Список используемых источников

1. Бабков В.Ф. Автомобильные дороги. – М., Транспорт, 1983 – 280 с.
2. Васильев А.П., Яковлев Ю.М., Коганзон М.С., Тулаев А.Я., Петрович П.П., Горячев М.Г. Реконструкция автомобильных дорог. Технология и организация работ.: Учебное пособие/МАДИ (ТУ). – М.; 1998. – 125 с.
3. Дорожный асфальтобетон/ Под ред. Гезенцева Л.Б. – М., Транспорт, 1985 – 350 с.
4. Каменецкий Б.И., Кошкин И.Г. Организация строительства автомобильных дорог. – М., Транспорт, 1983. – 152 с.
5. Кубасов А.У., Чумаков Ю.Л., Широков С.Д. Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог. – М., Транспорт, 1985 – 336 с.
6. Мыльников П.В., Егзов В.П., Турок А.С. Охрана труда и противопожарная защита на строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. – М., Транспорт, 1978 – 206 с.
7. Перевозников Б.Ф. Водоотвод с автомобильных дорог. – М., Транспорт, 1982 – 190 с.
8. Проектирование автомобильных дорог. Справочник инженера-дорожника/ Под ред. Г.А. Федотова. М., Транспорт, 1989 – 437 с.
9. Ройзман А.С. Пособие по проектированию автомобильных дорог.: М., Транспорт, 1974 – 270 с.
10. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог. Минтрансстрой. М., Транспорт, 1982 – 160 с.
11. Справочник инженера-дорожника под редакцией Бируля А.К. – М., Транспорт, 1969 – 551 с.
12. Укрупненные единичные расценки на основе технических спецификаций на виды работ при строительстве, реконструкции и ремонте автодорог и искусственных сооружений на них по Пензенской области.
13. Шестоперов С.В. Дорожно-строительные материалы. – М., Высшая школа, 1969. – 672 с.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						89
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

14. СНиП 2.05.02 – 85. Автомобильные дороги. Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
15. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83. – М., Транспорт, 1985 – 160 с.
16. ТП 503-09-7.84. Водоотводные сооружения на автомобильных дорогах общей сети Союза ССР.
17. ГОСТ 23457-86. Технические средства организации дорожного движения.
18. ГОСТ 10807-78. Знаки дорожные.
19. ГОСТ 13508-74. Разметка дорожная.
20. ГОСТ 8736. Песок для строительных работ.
21. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие.
22. ГОСТ 16557-78. Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей.
23. СНиП 2.05.03-84\* Мосты трубы.
24. СНиП 3.06.07-86 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний.
25. СНиП 3.03.01-87 .Несущие и ограждающие конструкции.
26. СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы.
27. СНиП 3.01.01-85 .Организация строительного производства.
28. СНиП 12-03-99 Безопасность труда в строительстве.
29. ГОСТ 23457-86 Технические средства организации дорожного движения.
30. ВСН 37-84 Инструкция по организации движения и ограждению мест
31. производства дорожных работ.
32. "Рекомендации по применению ограждающих устройств на мостовых сооружениях автомобильных дорог", Москва, 2001 г.
33. Правила по охране труда при сооружении мостов.
34. ВСН 32-89 Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных балоч-ных пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов.
35. Рекомендации по разработке инженерного проекта на строительство, реконструкцию и ремонт Федеральной автомобильной дороги, ФДС, Москва, 1995 г.

					<b>ВКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		90

36. ВСН 4-81 Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах.

37. [http://dnsenin.narod.ru/gofra/gof\\_rem.htm](http://dnsenin.narod.ru/gofra/gof_rem.htm)

38. <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2007-08a03>

39. <http://www.md-systems.ru>

40. <http://stroy-technics.ru/article/remiksery>

41. <http://www.nppskmost.ru/>

42. <http://kpmp.ru/stroitelstvo-dorog/novye-tehnologii-stroitelstva-avtomobilnyh-dorog.html>

43. <https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Fwww.complexdoc.ru%2Fntdtext%2F545196>

44. <https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Fstroy-technics.ru%2Farticle%2Fmashiny-dlya-skorostnogo-stroitelstva-dorog>

45. <https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Fstroy-technics.ru%2Farticle%2Fnovye-tehnologii-i-tehnika-pri-remonte-avtomobilnykh-dorog>

46. <http://www.italian-mirrors.com/poleznye/7339-sposoby-ukrepleniya-otkosov-na-avtomobilnyh-dorogah.html>

47. <http://meaplast.ru/ukreplenie-sklonov-obemnoj-georeshetkoj/>

48. <http://cable-plus.ru/articles/15582-geotjekstil.html>

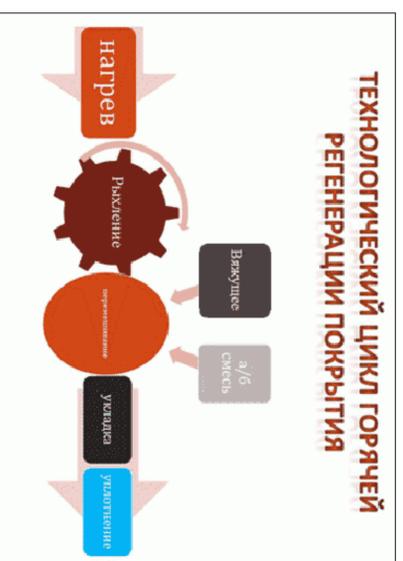
49. [http://www.td-geo.ru/materials/geotextil/getekstil\\_primenenie/geotekstil-dlya-stroitelstva-avtomobilnyh-dorog](http://www.td-geo.ru/materials/geotextil/getekstil_primenenie/geotekstil-dlya-stroitelstva-avtomobilnyh-dorog)

50. <http://sdmachinery.ru/tehnologii/resajkling/>

					<b>БКР-2069059-08.03.01-120739-16</b>	Лист
						91
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



# Ремонт и реконструкция одежд автомобильных дорог методом горячей регенерации асфальтобетонных покрытий

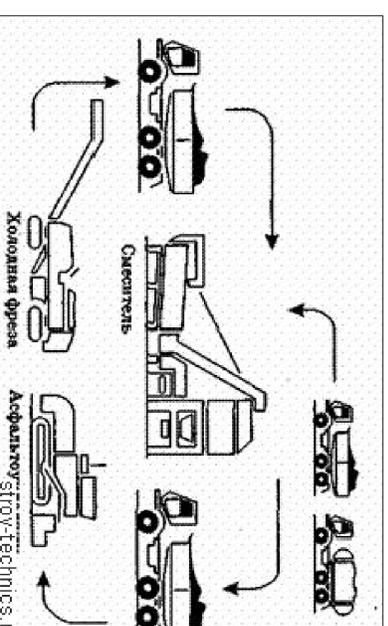


В зарубежной литературе регенерация асфальтобетонных покрытий определяется термином «рисайклинг». По месту осуществления регенерации различают два метода:

- 1) рисайклинг на заводе;
- 2) рисайклинг на дороге.

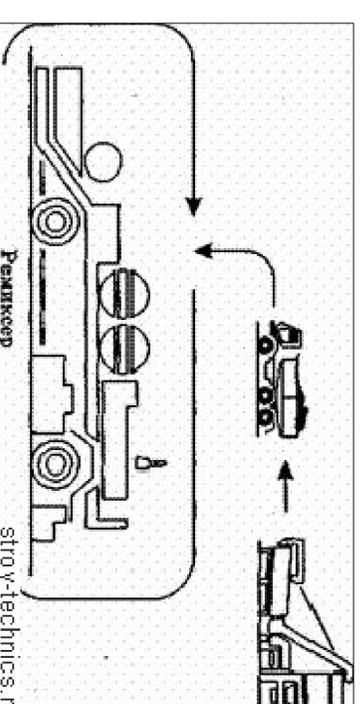
При восстановлении дорог ремиксером-4500 могут быть использованы четыре способа (метода) регенерации:

1. Метод Reshare (Reform) — профилировка.
2. Метод Repave — профилировка с восстановлением слоя износа.
3. Метод Remix — профилировка с изменением структуры покрытия.
4. Метод Remix-Plus — профилировка с изменением состава смеси и устройством слоя износа.



Поток материалов при рисайклинге на заводе

- Технологический поток регенерации на заводе имеет следующий вид :
- 1) снятие старого покрытия холодным или горячим фрезерованием или разломом;
  - 2) доставка автотранспортом старого материала на передвижной или стационарный асфальтобетонный завод;
  - 3) приготовление новой асфальтобетонной смеси из материала старого покрытия с добавлением каменного материала и битума в соответствии с требованиями рецептуры;
  - 4) доставка новой асфальтобетонной смеси автотранспортом на ремонтируемый участок;
  - 5) распределение асфальтобетона асфальтоукладчиком;
  - 6) уплотнение.



Поток материалов при рисайклинге на рабочей площадке

- Существует четыре группы машин для осуществления горячего рисайк-линга на дороге:
- 1) ремиксер для швов 300 используется для закрытия растрескавшихся швов на старом покрытии;
  - 2) миниремиксер-1000 предназначен для восстановления участков дорог малой площади;
  - 3) ремиксер-2500 снабжен системой «варийо», позволяющей рыхлить старое покрытие и укладывать новое, и используется для ремонта полос дороги шириной до 2,5 м;
  - 4) ремиксер-4500 предназначен для полного восстановления дорог шириной до 4,5 м за один рабочий проход.

Зав.каф.	Глухов	Подпись/Дата	ВКР-2069059-08.03.01-120739-16		
Гл. констр.	Корневич		Ремонт дорог		
Н.контр.к	Корневич				
Контроль	Корневич		Содержание методики работ и реконструкция автомобильных дорог	Слайды	Лист
Технолог.	Корневич		Ремонт и реконструкция одежд автомобильных дорог методом горячей регенерации	ВКР	2
Контроль	Корневич			Лист	6
Специалист	Буданов			П.У.Л.С. кафедра ЛАС	Листов
				здания СР-44	

## Укрепление откосов объемной решеткой



Объёмная георешётка - это трёхмерная конструкция, выполненная из полимерных или синтетических лент, состоящая из отдельных ячеек, скреплённых между собой.

Использование объёмной георешётки в несколько раз повышает эксплуатационные свойства, надёжность элементов дорожных конструкций и качество проводимых работ.

Решение о возможности применения георешётки в строительстве дорог принимается на основе расчетов устойчивости насыпи земляного полотна и по результатам инженерно-геологических изысканий, которые подтверждают целесообразность использования объёмной геоконструкции.

Предпосылки использования георешётки возникают в нескольких случаях:

- Когда строительство земляного полотна планируется проводиться в стесненных условиях.
- Если есть потребность возведение высоких насыпей.
- При использовании в сооружении земляного полотна мало прочных грунтов.
- При крутизне заложения откосов от 5 до 45
- В том случае, если основание насыпи подвержены влиянию грунтовых вод.



Используя геосетку, можно значительно сократить сроки строительства, снизить расход строительных материалов и уменьшить объемы земляных работ.

На подбор подходящей георешётки оказывают влияние несколько факторов.

- Крутизна заложения откоса насыпи
- Тип наполнителя
- Вид основного грунта
- Прогнозируемые нагрузки на грунтовую конструкцию.



Геотекстиль превратился в один из наиболее популярных материалов в современном дорожном строительстве. При возведении магистралей и автомобильных дорог полотно геотекстиля помещается между слоями щебня и глины. Это исключает вероятность смешивания фракций, обеспечивает защиту бетонного или асфальтового покрытия от провалов и деформаций.

Зад. код	Ф.И.О.	Подпись	Дата	ВКР-2069059-08.03.01-120739-16
Гл. констр.	Григорьев			Ремонт дорог
Начальник контроля	Корневич			
Технолог	Корневич			Соблюдение методики расчета и реконструкция автомобильных дорог
Контроль качества	Корневич			
				Укрепление откосов автомобильных дорог объёмной решеткой, применение геотекстиля на автомобильных дорогах
				Склад
				ВКР
				Лист
				4
				6
				Исполн. И.С. Макарова
				Листов 44



## Современные машины для ремонта и реконструкции автомобильных дорог



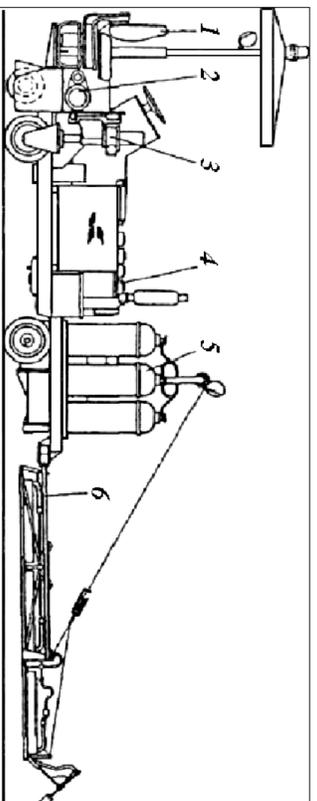
Ремиксеры предназначены для ремонта укрепленных битумом слоев дорожной одежды методом горячего рециклирования. Они обеспечивают репластификацию старого слоя, разрыхление его фракционными рыхлителями, добавление корректирующей смеси, перемешивание их и укладку приотведенной смеси. Смесь, выложенная на нагретое полотно, укладывается с помощью плавно регулируемого смесукладочного бруса в соответствии с профилем полотна. Такая технология обеспечивает хорошее сцепление слоев за счет укладки «горячего по горячему», при этом за счет соответствующих добавок свойства покрытия восстанавливаются при полном повторном использовании старой дорожной одежды.



Ресайклеры -- это машины, предназначенные для холодного рециклирования дорожных одежд. При холодном рециклировании эти машины сфрезеровывают дорожную одежду, перемешивают ее со свежими вяжущими и полученную таким образом новую асфальтобетонную смесь укладывают в виде основания или подстилающего слоя. В качестве вяжущего используют цемент и битумные эмульсии. На дорогах местного значения работа заканчивается поверхностью обработки покрытия, на дорогах более высокого класса сверху укладывают один или несколько (в зависимости от грузонапряженности дороги) битуминозных слоев.



Терморемонтеры выполняют одновременно полный комплекс технологических операций по разогреву и рыхлению асфальтобетона, добавлению новой смеси и перемешиванием ее со старой смесью, или без перемешивания, и профилированию с предварительным уплотнением. Оборудование монтируют на специальном шасси.



Машины для разогрева и фрезерования асфальтобетонных покрытий при ремонте:  
1 – место оператора; 2 – привод и фреза для отделения разогретого асфальтобетона; 3 – ходовое устройство; 4 – двигатель; 5 – резервуары для газообразного топлива; 6 – нагревательная система



Машины для заделки трещин и ремонта швов обеспечивают очистку трещин от грязи, продувку их сжатым воздухом, просушку, прунтовку стенок и заполнение их мастикой. Окончательной операцией является посыпка обработанной поверхности песком или высевками щебня. Эти машины бывают ручными, перемещаемыми на тележке, прицепными и самоходными. Для заделки трещин применяют ручной механизированный инструмент - пневмомолоты, пневмомолотки, перфораторы и электромолотки.

### Перечень и назначение отечественных дорожных ремонтеров

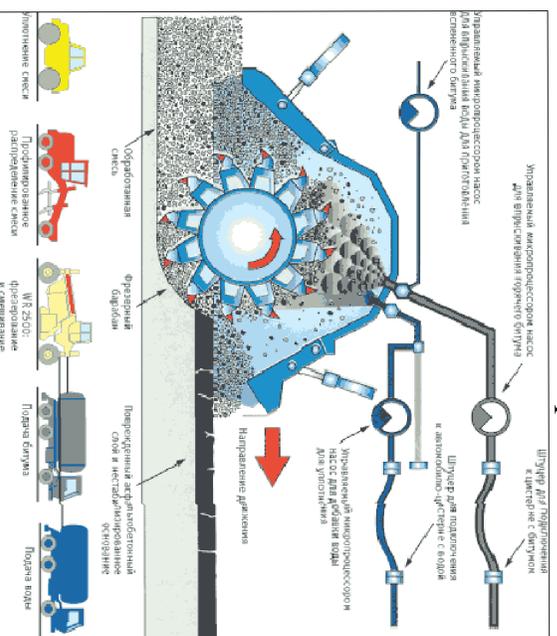
Марка	Базовое шасси	Назначение
БЦМ-24	Прицеп	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия, заделка трещин, ремонт настилов тротуаров и пешеходных дорожек. Материал - битум, фракции щебня
ДЭ-21М-03	ГАЗ-3309	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия. Материал - вяжущая асфальтобетонная смесь в подогреваемых бункерах
ОРД-1023	ЗИЛ-433362, ЗИЛ-494560	Доставка и выдача литых асфальтобетонных смесей, приготовление и выдача асфальтобетонной смеси, битумных мастик в том числе из старого асфальтобетона
ОРД-1025	ЗИЛ-133-Д42, КамАЗ-55111, МАЗ-5551, КрАЗ-6444	Доставка и выдача литых асфальтобетонных смесей, приготовление и выдача асфальтобетонной смеси, битумных мастик в том числе из старого асфальтобетона
ЭД-105.1А	ЗИЛ-433362, КамАЗ-53213	Ямочный ремонт покрытий из асфальтобетонных и битумоминеральных смесей. Материал - асфальтобетонная смесь, битум

Эксперт	Ф.И.О.	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Григорьев		
	Гл. лаборант	Корневич	
	Контроль качества	Корневич	
Технолог	Корневич		
	Корневич		
Специалист	Будяков		

Ремонт дорог			
ВКР-2069059-08.03.01-120739-16			
Составление методики ремонта и реконструкции автомобильных дорог		Сдача	Лист
Составление методики ремонта и реконструкции автомобильных дорог		ВКР	6
		Лист	6

## Технология холодного рейсайклинга



Технология холодного рейсайклинга позволяет добиться повторного максимального использования материалов существующего покрытия при восстановлении автомобильных дорог.

Использование метода холодного рейсайклинга исключает необходимость транспортировки старого фрезерованного материала в отвалы, устраняются дополнительные помехи дорожному движению со стороны бошерстружных автомобилей, которые были бы задействованы на транспортировке снятого материала. С другой стороны, использование холодного рейсайклинга уменьшает количество применяемых новых материалов по сравнению с обычными способами ремонта.

## Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА)

ЩМА - равномерность горячего асфальтобетона, обеспечивающая одновременно водонепроницаемость, сдвигоустойчивость (сопротивление колееобразованию), шероховатость покрытия. Состав ЩМА: фракционный прочный кубовидный щебень (70 - 80% по массе), песок из отсевов дробления горных пород, минеральный порошок, битумное вяжущее, стабилизирующая добавка (целлюлозные волокна).

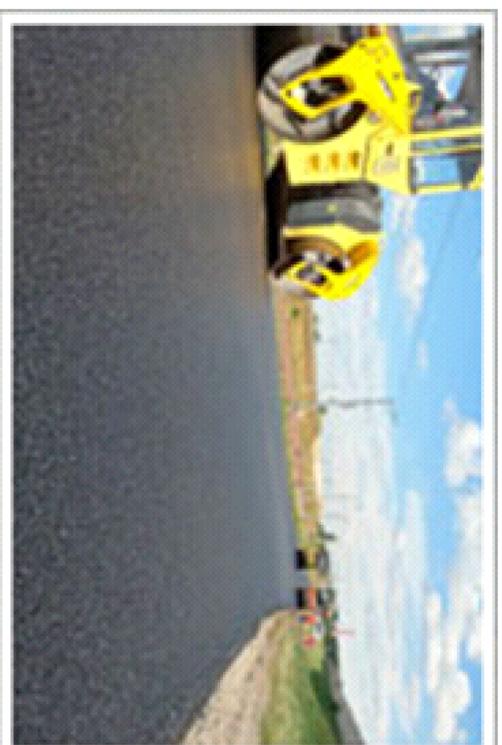


Основные преимущества ЩМА: повышение коэффициента сцепления колес с дорогой, износоустойчивость, в том числе к действию шипованных шин, повышенная водо- и морозостойкость, эрозийная стойкость, большая устойчивость к старению и к усталостным трещинам, снижение уровня шума при движении автомобиля, снижение затрат на содержание и ремонт дорог в 2 - 4 раза.

## Тонкослойное покрытие из ЩМАс-5

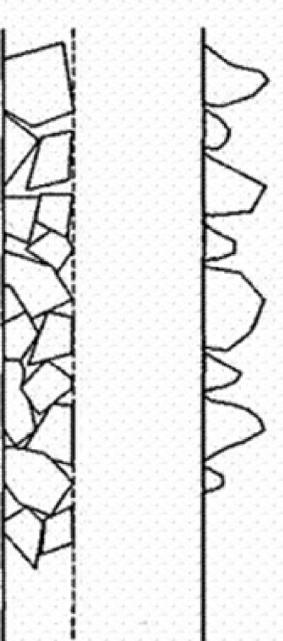


ЩМАс-5 представляет собой самостойтельную разновидность щебеночно-мастичного асфальтобетона. Отличается от других типов смесей, прежде всего, составом и областью применения. Состав данного материала выражается в содержании зерен выше 5 мм в количестве 15-20% от массы для обеспечения требуемой шероховатости поверхности устраиваемого асфальтобетона. Но отличительной особенностью от других типов является использование самостойтельной разновидности минерального материала - фракционированного песка из отсева дробления щебня фракции свыше 2,5 до 5 мм, который составляет 60-70% от массы смеси.



Структура ЩМА-5 оптимально сочетает максимальную жесткость при сжатии и сдвиге, а также одновременно отличную податливость и высокую деформативность при растяжении. Данные реологические свойства особенно важны для обеспечения деформативности и трещиностойкости дорожных покрытий в условиях напряженно-деформированного состояния конструктивных слоев при эксплуатации. Эти физико-механические свойства придают ЩМА-5 значительные преимущества по сравнению с обычными асфальтами.

## Технология "Новочип"



Поверхность твердого покрытия: а -- поверхность обработка; б -- слой «новочип»  
Новочип (эвролит) -- сверхтонкое покрытие, наносимое горячую и состоящее из связывающего компонента, покрытия наполнителем, предварительно обработанным вяжущим. Толщина покрытия составляет от 10 до 20 мм при размере фракций заполнителя 0/5; 3/5; 5/8; 8/12 мм.

Этап	№ п/п	Подпись	Дата
Зад. каф.	1	Григорьев	
	2	Корневич	
	3	Корневич	
Исполн.	1	Корневич	
	2	Корневич	
Технолог.	1	Корневич	
	2	Корневич	
Собравшие, метод, работы и реконструкция автомобильных дорог			
Методы холодной регенерации - ЩМА			
ВКР-2069059-08.03.01-120739-16		Склад	Лист
Ремонт дорог		ВКР	3
		Лист	6
		ИЗДАНИЕ 1.0	